

Диагностика технического состояния грузовых автомобилей

СКИФ



Кафедра «Автосервис»

Лекционный курс

Автор

Годунова Л.Н.

Ростов-на-Дону,
2017

Аннотация

Лекционный курс предназначен для студентов направления 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов.

Автор

Годунова Л.Н. – к.т.н., доцент

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекция №1	4
Лекция №2	10
Лекция №3	27
Лекция №4	35

Лекция №1

Основы теории диагностики автомобилей. Понятия, термины и определения

План:

1. Основы теории диагностики автомобилей
2. Основные понятия, термины и определения

Диагностика технического состояния автомобиля – отрасль науки, изучающая и устанавливающая признаки неисправного состояния, методы, принципы и оборудование, при помощи которых дается заключение о техническом состоянии системы без разборки и прогнозирование ресурса ее исправной работы.

Техническая информация об автомобиле – документ, содержащий сведения об автомобиле, его агрегатах и узлах, величинах наработок автомобиля на момент их установки, выполнении плановых технических обслуживаний и другие данные, необходимые для постановки диагноза.

Диагноз-заключение о техническом состоянии системы, элемента по принятой классификации состояний. Диагноз, формируемый по минимальному числу общих диагностических параметров, называется экспресс-диагнозом.

Диагностирование – процесс постановки диагноза, один из видов технических воздействий, направленных на поддержание автомобиля в исправном состоянии.

Виды диагностирования, сгруппированные по различным признакам, приведены на рисунке 1.

Общее диагностирование – диагностирование автомобиля, агрегата по диагностическим параметрам, характеризующим их общее техническое состояние без выявления конкретной неисправности («исправен» – «неисправен»).

Общее диагностирование может применяться как экспресс-диагностирование преимущественно агрегатов, систем и механизмов, обеспечивающих безопасность движения.

Диагностирование поэлементное (углубленное) – диагностирование автомобиля, агрегатов, узлов по диагностическим параметрам, характеризующим их техническое состояние с выявлением места, причины и характера неисправностей и отказов.

Тестовое диагностирование – установление диагноза при помощи подачи на объект специально организуемых тестовых воздействий от средств диагностирования.



Рис. 1

Функциональное диагностирование – установление диагноза при подаче на объект только рабочих воздействий.

Объективное диагностирование – процесс диагностирования, осуществляемый при помощи контрольно-измерительного оборудования, приборов и инструментов.

Субъективное диагностирование – определение без контрольно-измерительных приборов и инструментов диагностических параметров, поддающихся оценке с помощью органов чувств, или с применением отдельных простейших средств для усиления сигнала.

Полное диагностирование – установление диагноза по полному числу диагностических параметров.

Неполное диагностирование – установление диагноза по ограниченному числу диагностических параметров.

Экспресс-диагностирование – установление диагноза по минимальному числу диагностических параметров.

Полное диагностирование предусматривает проведение технологического процесса диагностики в соответствии с маршрутной картой без изъятия каких-

либо операций. Время, затрачиваемое на полное диагностирование, – наибольшее, а на экспресс-диагностику – наименьшее.

Параметр – качественная мера, характеризующая свойство системы, элемента или явления, в частности, процесса. Значение параметра – количественная мера.

Входной параметр – качественная мера воздействия на систему извне.

В качестве входных параметров можно рассматривать расход и свойства топлива, нагрузку, режим ее приложения, климатические, атмосферные, дорожные и другие условия.

Выходной параметр – качественная мера внешнего проявления (реакции) свойств системы.

Выходными параметрами двигателя внутреннего сгорания являются: мощность и крутящий момент при определенных скоростях вращения коленчатого вала, тепловыделение, газовыделение, шумообразование, радиопомехи; для системы зажигания – искрообразование; для тормозной системы – время срабатывания привода, тормозное усилие и тепловыделение.

Все неисправности и отказы, возникающие в процессе эксплуатации автомобилей, сопровождаются износами, изменениями зазоров в сопряжениях, шумами, вибрациями, стуками, пульсациями давления, изменение функциональных показателей снижением мощности, тягового усилия, давления, производительности и т.д. Эти сопутствующие неисправностям и отказам признаки являются параметрами технического состояния, которые подразделяют на структурные и диагностические.

Различают номинальное, допустимое и предельное значения параметров.

Номинальное значение параметра – показатель с нулевым отклонением, установленный нормативно-технической документацией.

Допустимое значение параметра – наибольший или наименьший показатель, определяющий исправное состояние объекта или системы (автомобиля, его агрегата, сборочной единицы или системы).

Предельное значение параметра – показатель, при котором дальнейшая эксплуатация автомобиля (агрегата, сборочной единицы, детали или системы) недопустима или целесообразна по технико-экономическим соображениям.

Структурный параметр – параметр, непосредственно характеризующий работоспособность объекта диагностирования. Сюда относится зазор в сопряжении, износ поверхности сопряжения и др.

Диагностический параметр – параметр, косвенно характеризующий работоспособность объекта диагностирования. Сюда относятся вибрации, расход топлива, мощность, температура и т.д. Из всего комплекса возможных, диагностических параметров в практических целях используются параметры, отвечающие требованиям однозначности, чувствительности, широты изменения, доступности и удобства измерения, информативности, технологичности измерения.

Под однозначностью параметра понимается соответствие каждому значению диагностического параметра только одного вполне определенного

значения параметра выходного процесса (состояния диагностируемого объекта).

Чувствительность $K_{\text{ч}}$ диагностируемого параметра определяется его приращением dS , соответственно изменению dX структурного параметра, т.е.

$$K_{\text{ч}} = dS / dX. \quad (13.1)$$

Широта поля изменения характеризуется наибольшим отклонением диагностического параметра при заданном изменении структурного параметра. Она оценивается отношением величины изменения диагностического параметра к соответствующей величине структурного параметра.

Доступность и удобство измерения диагностического параметра обуславливается конструкциями машины и диагностического средства.

Информативность параметра определяется удельным весом определяемых им отказов диагностируемого объекта. Удельный вес характеризуется частотой и стоимостью устранения отказов.

Технологичность измерения параметра определяется удобством подсоединения или подключения диагностической аппаратуры, простотой измерения и обработки результатов измерений. В целом технологичность измерения выражается через трудоемкость и стоимость диагностирования.

Диагностические параметры подразделяют на частные и общие.

Частные параметры указывают на определенную неисправность или отказ диагностируемого объекта. Например, смещение порога срабатывания предохранительного клапана смазочной системы двигателя указывает конкретно на его разрегулировку.

Общие параметры характеризуют общее техническое состояние диагностируемого объекта. К числу общих параметров относятся, например, мощность и тяговые усилия, развиваемые на колесах автомобиля.

Диагностические параметры делят на независимые и зависимые. Независимые параметры указывают на конкретную неисправность, а зависимые используют только при сопоставлении нескольких параметров.

В зависимости от глубины контроля диагностические параметры подразделяются на параметры проверки общего технического состояния и параметры углубленного диагностирования.

По характеру носимой информации диагностические параметры подразделяют на три группы:

обеспечивающие получение информации о техническом состоянии диагностируемого объекта, но не характеризующие его функциональные возможности;

обеспечивающие получение информации о функциональных возможностях диагностируемого объекта, но не дающие информацию о его техническом состоянии;

комбинированные, обеспечивающие получение информации как о функциональных возможностях, так и о техническом состоянии диагностируемого объекта.

Выбор диагностических параметров для оценки технического состояния автомобилей осуществляется из номенклатуры, рекомендуемой ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методам проверки».

В таблице 1 представлены некоторые параметры оценки технического состояния легковых автомобилей.

Таблица 1 - Основные параметры диагностирования автомобилей

Объект диагностирования	Диагностический параметр
Автомобиль в целом	Контрольный расход топлива, время разгона с места до скорости 100 км/ч, максимальное замедление при торможении, тормозной путь, эффективность действия стояночного тормоза и др.
Двигатель в целом	Эффективная мощность, крутящий момент, ускорение частоты вращения коленчатого вала, характеристики вибрации и шума, давление масла в главной масляной магистрали, удельный расход топлива, содержание оксида углерода в отработавших газах и др.
Трансмиссия	Свободный и рабочий ход педали сцепления, усилие, необходимое для нажатия на педаль сцепления, характеристики вибрации и шума в кинематических парах, характеристики нагрева при постоянном режиме нагружения и др.
Система питания	Удельный расход топлива, содержание оксида углерода в отработавших газах, уровень топлива в поплавковой камере, производительность топливного насоса, давление топлива после топливного насоса, разрежение во впускном трубопроводе и др.
Ходовая часть, рулевое управление и подвеска	Люфт рулевого колеса, усилие вращения рулевого колеса, схождение колес, развал колес, поперечный и продольный углы наклона шкворня, величина бокового увода, давление воздуха в шинах, равномерность износа протектора шин, осевой зазор в подшипниках ступиц колес, характеристика колебаний кузова после однократного приложения вертикальной нагрузки и др.
Тормозная система	Максимальные тормозные силы на колесах, разность тормозных сил на колесах одной оси, время срабатывания тормозного привода, усилие нажатия на педаль тормоза, свободный ход педали тормоза, утечки тормозной жидкости, эффективность стояночного тормоза и др.

Диагностические параметры подобно структурным являются случайными непрерывными или дискретными величинами. Закономерности их изменения обусловлены изменениями структурных параметров объекта. Аналогично структурным диагностические параметры имеют начальные (или номинальные) величины, соответствующие исправному состоянию объекта и предельные значения, соответствующие границе перехода в неисправное состояние.

Диагностическими параметрами могут быть параметры относительно стабильных величин (зазоры, нагрев и т.п.) или же циклически быстро изменяющихся процессов (вибрации, колебания).

В первом случае (например, при использовании в качестве диагностического параметра люфта), периодически измеряя его величину, можно в результате диагностирования не только обнаружить неисправность, но и предсказать ресурс безотказной работы данного механизма. Для этого потребуется знание закономерности изменения диагностического параметра в функции пробега и его нормативное значение.

При использовании постепенно изменяющихся диагностических параметров для их описания можно применять целевую функцию, выражающую соответствующие изменения структурных параметров объекта диагностирования. При этом закономерность изменения диагностического параметра выражается уравнением

$$S = S_n + VL^X, \quad (13.2)$$

где S_n – начальное значение диагностического параметра; V – интенсивность (скорость) изменения параметра; X – показатель степени, определяющий характер изменения параметра.

Во втором случае (например, при использовании в качестве диагностического параметра осциллограммы напряжения в цепи зажигания, наблюдаемой на экране прибора) для того, чтобы выявить неисправность системы зажигания, надо знать допустимое отклонение среднестатистического изображения осциллограмм от нормы (эталона), однако это не позволяет провести индивидуальное прогнозирование безотказной работы данной системы.

При измерении диагностического параметра неизбежно регистрируются и помехи, которые обусловлены, во-первых, конструкцией объекта и, во-вторых, избирательными способностями и точностью прибора. Это затрудняет постановку диапазона и снижает его достоверность.

Лекция №2

Факторы, влияющие на надежность автомобиля. Показатели надежности. Виды и классификация отказов

1. Факторы, влияющие на надежность автомобиля, и причины разрушения деталей конструкции.

2. Показатели надежности, записываемые в стандарты и технические условия.

3. Виды и классификация отказов

1. Факторы, влияющие на надежность автомобиля, и причины разрушения деталей конструкции

Надежность автомобильных конструкций определяется стабильностью протекания рабочих процессов, сопротивляемостью конструкции разрушениям, стабильностью свойств конструкционных материалов и бездефектностью конструкции.

Рабочие процессы представляют собой совокупность различных физических, химических и физико-химических явлений, которые возникают в агрегатах и системах автомобиля в процессе их работы. Стабильность протекания рабочих процессов обеспечивается наличием смазочной среды в рабочих зонах агрегатов и уплотнений, препятствующих проникновению агрессивной внешней среды внутрь агрегатов, а также оптимальным тепловым режимом работы агрегатов и устойчивой работой системы регулирования и т.п. Дефекты из-за нарушения стабильности рабочих процессов имеют определяющее воздействие на надежность в начальный период эксплуатации. Поэтому современные конструкции автомобилей (как за рубежом, так и у нас в стране) чаще подвергаются техническому обслуживанию на гарантийном периоде эксплуатации.

Сопротивляемость конструкций разрушения зависит от свойств материалов выбранных конструктором норматив и условий эксплуатации. На сопротивляемость влияют нагрузочные (силовые воздействия на конструкцию), скоростные (изменение скорости перемещения элементов конструкции по величине и направлению) и температурные (изменение температуры во времени и по величине) режимы, а также внутренняя (газы или жидкости, заполняющие внутренние полости агрегатов) и внешняя (атмосфера) среды.

Характер возникновения дефектов из-за снижения сопротивляемости конструкции разрушениям показывает, что в начальный период эксплуатации они практически отсутствуют и начинают оказывать заметное влияние на надежность после пробега автомобиля несколько более 40 % от ресурса до капитального ремонта.

Стабильность свойств конструкционных материалов характеризует неизменность с течением времени в условиях рабочих процессов

геометрических форм и размеров деталей, их механических и физико-химических свойств. У современных моделей автомобилей дефекты из-за нарушения стабильности свойств конструкционных материалов начинают оказывать заметное влияние на надежность после наработки несколько более 50 % от их ресурса до капитального ремонта.

Бездефектность конструкции характеризует отсутствие в ней конструктивных, технологических и производственных погрешностей. Она зависит от культуры проектирования и производства, степени доводки конструкции, организации контроля и т.д. Дефекты, возникшие из-за снижения уровня бездефектности конструкции, оказывают определяющее воздействие на надежность в начальный период эксплуатации на пробеге (5...10) % от ресурса автомобиля до капитального ремонта.

Надежность автомобиля тесно взаимосвязана с условиями эксплуатации, которые подразделяют на следующие группы: дорожные условия, климатические условия, режим эксплуатации (движения и нагрузки) и качество вождения. Дорожные условия характеризуются типом и качеством дорожного покрытия, профилем дороги в вертикальном и горизонтальном разрезе, режимом движения, запыленностью, наличием влаги и соли на дороге и т.п.

Совокупное влияние условий эксплуатации учитывают с помощью пяти категорий, определяемых типом рельефа местности и видом покрытия (цементобетонные, асфальтобетонные, брусчатые, покрытия из щебня, естественные грунтовые дороги и др.).

Изменение дорожных условий оказывает существенное влияние на техническое состояние двигателя, ведущего моста, карданной передачи, коробки передач, сцепления, осей, подвески и других элементов ходовой части автомобиля. Степень ровности покрытия автомобильных дорог существенно влияет на расход топлива, износ и ресурс агрегатов автомобиля. При тяжелых условиях (категории IV - V) эксплуатации периодичность технического обслуживания снижается до 40 %, трудоемкость ТР повышается до 50 %, до 40 % может быть снижен ресурс агрегатов автомобиля до капитального ремонта, а расход запасных частей может возрасти до 50 % по сравнению с I категорией условий эксплуатации. Изменение надежности легкового автомобиля в зависимости от его пробега и срока службы с начала эксплуатации может уменьшаться до 2,5 раз и более по отношению к нормальным условиям.

Климатические условия характеризуются среднегодовой температурой окружающего воздуха и ее средними максимальными и средними минимальными значениями, количеством и периодичностью осадков, продолжительностью сохранения снежного покрова, влажностью воздуха, ветровой нагрузкой, барометрическим давлением, уровнем солнечной радиации и некоторыми другими параметрами. Конструкция современного автомобиля рассчитана на эксплуатацию в различных климатических условиях при температуре окружающего воздуха ± 40 °С, его относительной влажности 98 %, запыленности 1 г/см³, скорости ветра 15-18 м/с. Тем не менее в

различных климатических регионах отказы и неисправности имеют свою специфику, которую необходимо учитывать при обслуживании автомобиля.

Неблагоприятные климатические условия до 20 % уменьшают период времени между проведениями ТО, на 30 % могут повысить трудоемкость работ по ТР, до 30 % снижают ресурс агрегатов автомобиля до капитального ремонта и при этом могут увеличить до 40 % расход запасных частей.

Режим эксплуатации и качество вождения (методы управления автомобилем при движении и обслуживание автомобиля в пути) также оказывают существенное влияние на изменение его технического состояния.

Для решения проблемы повышения надежности автомобиля, его агрегатов и деталей необходимо в каждом случае возникновения преждевременного отказа рассматривать как недопустимое событие и устанавливать истинную причину потери работоспособности. Только в этом случае можно разработать обоснованные конструктивно-технологические и эксплуатационные мероприятия по повышению надежности.

Как известно, все причины отказов могут быть сведены в три группы в зависимости от стадии жизнедеятельности объекта, когда эта причина возникла: ошибки (дефекты) проектирования и конструирования; ошибки (дефекты) изготовления; ошибки (дефекты) эксплуатации.

Типичными дефектами проектирования и конструирования, приводящими к преждевременным отказам и уменьшению долговечности изделий, являются:

- ошибки в моделировании или учете эксплуатационных нагрузок;
- неправильные силовые, прочностные и другие расчеты конструкции;
- неверный выбор конструкционных материалов;
- неправильно составленная принципиальная схема изделия, вызывающая неблагоприятное распределение нагрузок на силовые элементы изделия;
- неудачные конструктивные решения защиты узлов трения от внешних факторов, непродуманные решения по их смазке трущихся пар, наличие концентраторов напряжений в элементах деталей и т.п.

При производстве изделия могут иметь место технологические дефекты: по составу конструкционных материалов (инородные включения, охрупчивающие примеси, изменения в процентном соотношении входящих элементов и т.п.);

по отступлениям от технологической дисциплины при заготовительных операциях, механической, термической и других видах обработки деталей (усадочные раковины, пористость, задиры, повышенная шероховатость поверхности, закалочные трещины, обезуглероживание, снижение механических характеристик поверхности и др.);

по операциям сварки (трещины, коробление, непровар, недостаточная глубина шва и др.);

по сборочным операциям (задиры, внесение абразива в места трения, повреждения при сочленении, несоосность и др.

Дефекты эксплуатации могут быть субъективного и объективного характера. К первым относятся нарушения правил эксплуатации и

неправильное техническое обслуживание объекта. Ко вторым – наличие перегрузок и непредвиденных нагрузок из-за нарушений в энергоснабжении, стихийных явлений природы, попадания в машину посторонних предметов и т.д.

Изделия, сконструированные, изготовленные и эксплуатируемые в соответствии с установленными требованиями НТД, отказывают только из-за физико-химических процессов разрушения. Причинами отказов в этих случаях являются процессы, протекающие внутри детали, на поверхности детали, в сопряжениях, а также в электрических цепях.

Утрата работоспособности может происходить постепенно или мгновенно, в зависимости от вызвавших ее причин. Наиболее общими причинами достижения предельных состояний деталей являются: износ; статические нагрузки; усталость материала; старение; ползучесть материала; хрупкость; заклинивание.

В интегральной форме детали машин должны обладать комплексом свойств, чтобы оптимально сопротивляться внешним воздействиям.

Способность деталей сопротивляться единичным перегрузкам называется прочностью.

Способность деталей сопротивляться усталостным разрушениям называется выносливостью.

Способность деталей сопротивляться изнашиванию их поверхности называется износостойкостью.

Изменения, которые происходят в машине и приводят к потере работоспособности, связаны с внешними и внутренними воздействиями. Практически все они носят энергетическую природу, и их можно подразделить на следующие виды воздействия:

действие энергии окружающей среды;

действие внутренних источников энергии, связанных с рабочими процессами в машине, а также взаимодействием деталей друг с другом;

потенциальная энергия, накопленная в деталях машин в процессе их изготовления (остаточные внутренние напряжения в отливках, в посадках и т.д.) и в результате эксплуатации.

В процессе эксплуатации на машину воздействуют следующие виды энергии.

Механическая энергия. Она не только передается по всем звеньям (динамические нагрузки), но и проявляется в статических нагрузках. Силы, возникающие в машине, определяются характером рабочего процесса и конструкцией машины и являются систематическими, но при определенных условиях они могут носить случайный характер (например, при непредвиденных перегрузках). Другая часть усилий накапливается в деталях машин в виде остаточных деформаций и сохраняется постоянно. Во времени действие механической энергии может происходить кратковременно (пиковые нагрузки, заклинивание и т.п.) или длительно (весь период эксплуатации).

Тепловая энергия. Воздействует на машину и ее элементы при изменении температуры окружающей среды или в рабочих зонах машины при осуществлении технологического процесса, а также при преобразовании части механической энергии в тепловую.

Химическая энергия. Проявляется в виде коррозии поверхности деталей и является следствием контакта поверхности деталей, как с агрессивными рабочими компонентами, так и с окружающей средой.

Биологическая энергия. Проявляется в воздействии микроорганизмов на материалы конструкции, которые могут служить пищей и средой обитания для них.

Различные виды энергии суммарно воздействуют на конструкционные материалы и приводят к изменению первоначальных характеристик материалов, параметров машин. В связи с различиями по скорости проявления энергий изменение состояния элементов машин также может происходить с различной скоростью, а следовательно, с различной скоростью проявляются и отказы в системе.

Физическая природа отказов должна рассматриваться с учетом не только вида объекта, материалов, режима нагружения, но и факторов внешней среды, которые формируют то или иное негативное воздействие на изделие и вызывают соответствующий физико-химический процесс разрушения.

Влияние факторов среды на надежность деталей машин дано на рисунке 12.

Управление дистанционного обучения и повышения квалификации



Рис. 12.1

2. Показатели надежности, записываемые в стандарты и технические условия

Безопасность функционирования системы «водитель – автомобиль – дорога – среда» в определяющей мере зависит от надежности водителя, автомобиля и дороги. При этом ненадежность отдельных систем, агрегатов и механизмов автомобиля, связанных с активной безопасностью автотранспортных средств, приводит, как правило, к полной потере безопасности всей системы и наиболее тяжким последствиям дорожно-транспортных происшествий.

По оценкам специалистов, потери, связанные с аварийностью, в несколько раз превышают ущерб от железнодорожных катастроф, пожаров, других видов несчастных случаев.

Из общего числа ДТП около 4 % происшествий происходит из-за неудовлетворительного технического состояния АТС. По статистическим данным, наибольшую тяжесть последствий, измеряемую числом погибших в 100 ДТП, имеют ДТП, связанные с технической неисправностью транспортных средств и нарушениями ПДД водителями (в 2000 г. 23,8 и 20,1).

Характерной особенностью структуры автопарка Российской Федерации является большой удельный вес транспортных средств, не отвечающих в полном объеме международным требованиям по техническому уровню и безопасности конструкции, имеющих длительные сроки эксплуатации, в том числе за пределами установленного моторесурса, и низкую техническую надежность.

Так, почти две трети (65,7 %) от общего количества легкового транспорта составляют модели, выпускаемые с конца 70-х — начала 80-х гг., в которых не учтены современные конструктивные решения, направленные на снижение тяжести последствий ДТП: не присутствуют антиблокировочные системы, электронные системы управления, системы встроенной диагностики, подушки безопасности и другие средства защиты водителя и пассажиров.

Свыше половины численности грузового автопарка составляют модели автомобилей, разработанные более 25 лет назад. В их конструкции не предусмотрены новые решения по активной и пассивной безопасности, предусмотренные Правилами ЕЭК ООН в части повышения эффективности торможения, в особенности большегрузных автомобилей, снижения уровня шума,

вибронегруженности сидений, усиления прочностных характеристик кабины и др.

При этом около половины легковых, грузовых автомобилей и автобусов находятся в эксплуатации более 10 лет.

Несовершенство конструкции значительной доли автопарка и длительные сроки эксплуатации оказывают негативное влияние на его техническое состояние. Так, по результатам надзорной деятельности ГИБДД МВД России, в 2000 году почти 2,0 млн. нарушений, или 5 % от общего количества административных правонарушений в сфере безопасности дорожного движения были связаны с эксплуатацией неисправных транспортных средств.

Из каждых 100 представленных на государственный технический осмотр легковых автомобилей были неисправными 12; из 100 грузовых автомобилей — 15, из 100 автобусов — 13, из 100 мотоциклов — 28.

Основное количество дорожно-транспортных происшествий из-за технической неисправности транспорта вызвано отказами в рабочей тормозной системе (32,5 %), внешних световых приборов (26,5 %), ходовой части или износом шин (19,4 %), рулевого управления (12,6 %).

Повышенной тяжестью последствий характеризовались ДТП по причине технической неисправности грузовых автомобилей. В отличие от легковых автомобилей влияние срока эксплуатации на количество и тяжесть последствий ДТП для грузовых автомобилей более существенно.

Основная часть (45,4 %) ДТП связана с техническими неисправностями грузовых автомобилей, находящихся в эксплуатации от 5 до 10 лет. Тяжесть последствий при таких ДТП составила 24 погибших из 100 пострадавших. Около половины (42,5 %) всех происшествий совершены водителями грузовых автомобилей, срок эксплуатации которых составил более 10 лет. Для таких ДТП характерна очень высокая тяжесть последствий (28 погибших из 100 пострадавших).

Надежность является одним из комплексных потребительских свойств автомобильной техники, определяющих уровень ее качества. Она закладывается в изделие при его проектировании и изготовлении и поддерживается в процессе эксплуатации.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения эксплуатационных параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта, хранения и транспортировки.

Под объектом может пониматься деталь, сборочная единица, например автомобиль, его агрегат или иная сборочная единица, комплекс, комплект, система машин, техническая система, информационно-управляющая система и т.д. Во всех случаях, когда нет необходимости конкретизировать предмет исследования, говорят об объекте и о надежности объекта. Если же изучается или рассматривается задача, специфичная только для определенного вида изделий, то говорят о надежности детали, о надежности автомобиля, о надежности человека-оператора, о надежности системы электроснабжения и т.д.

К «эксплуатационным» относятся параметры, которые могут изменяться в процессе эксплуатации и на которые в нормативно-технической документации (НТД) заданы допускаемые пределы их изменения, например производительность, скорость, расход электроэнергии и т. п.

С позиции надежности изделие может находиться в следующих состояниях:

- исправном или неисправном;
- работоспособном или неработоспособном;
- непредельном или предельном.

Исправное состояние – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным НТД. Если же хотя бы, по одному из требований изделие не соответствует НТД, то считается, что оно находится в неисправном состоянии.

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправности объекта. Следствием проявления повреждения является дефект.

Термин «дефект» связан с термином «неисправность», но не является его синонимом. Находясь в неисправном состоянии изделие имеет один или несколько дефектов. Термин «дефект» применяют для указания на конкретную неисправность изделия при контроле качества продукции на стадии изготовления, а также при ремонте,

например при составлении ведомостей дефектов, и контроле качества отремонтированной продукции.

В отличие от термина «дефект», термин «неисправность» распространяется не на всякую продукцию, в том числе не на всякие изделия. Например, не называют неисправностями недопустимые отклонения показателей качества материалов, топлива, химических продуктов, изделий пищевой промышленности и т.п.

Работоспособное состояние – состояние объекта, при котором он способен выполнять (или выполняет) заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных технической документацией.

Состояние объекта, при котором значение хотя бы одного заданного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям, установленным НТД, называется неработоспособным.

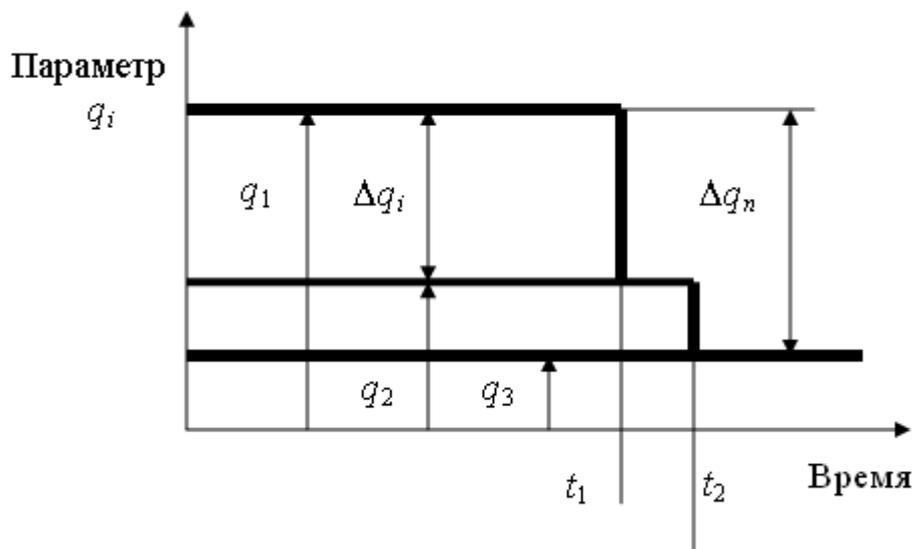
Понятие «исправное состояние» шире, чем понятие «работоспособное состояние». Работоспособный объект, в отличие от исправного объекта, удовлетворяет лишь тем требованиям НТД, которые обеспечивают его нормальное функционирование при выполнении заданных функций. При этом он может не удовлетворять, например, требованиям, относящимся к внешнему виду изделий. Работоспособный объект может быть неисправным, однако его повреждения при этом не настолько существенны, чтобы могли препятствовать функционированию объекта.

Соотношение между состояниями «исправный объект» и «работоспособный объект» хорошо иллюстрирует диаграмма изменения какого-либо функционального или структурного параметра изделия. На рис 10.1 показана диаграмма состояний технического изделия. Исправное состояние характеризуется максимальным q_1 и минимальным q_2 допустимым значением параметра q ; Δq_i – допуск на параметр по НТД. Неисправному состоянию соответствует соотношение $q_i < q_2$. Работоспособное состояние – q_i находится в пределах Δq_n . Неработоспособное состояние – $q_i < q_3$.

Предельное состояние определяется: физической невозможностью восстановления работоспособности; экономической нецелесообразностью восстановления работоспособности; недопустимым снижением эффективности эксплуатации (моральный

износ); требованиями безопасности (в этом случае наступление предельного состояния оговаривается в НТД).

Различают следующие возможные сочетания состояний изделия: исправное, работоспособное, непредельное; исправное, работоспособное, предельное; неисправное, работоспособное, непредельное; неисправное, неработоспособное, непредельное; неисправное, неработоспособное, предельное.



Рисунок

Изделие переходит в неработоспособное состояние в результате отказа.

3. Виды и классификация отказов

Отказ – событие, после которого функционирование изделия прекращается (перегорание электрической лампочки, поломка коленчатого вала автомобиля, разрыв трубопровода и т.п.) или хотя бы один из эксплуатационных параметров выходит за границы допуска (например, снижение коэффициента полезного действия ниже установленного уровня, увеличение расхода горючего на 1 км пробега и т.п.).

Отказ может возникнуть в результате наличия в изделии одного или нескольких дефектов, но появление дефектов не всегда означает, что возник отказ, т.е. изделие стало неработоспособным. Например, нарушение сплошного слоя лакокрасочного покрытия – дефект, но этот дефект может привести к отказу изделия при его эксплуатации только из-за коррозионного разрушения поверхности, которое

наступает через достаточно длительный период времени с момента появления данного дефекта.

В зависимости от признаков отказы объектов – товаров длительного пользования, классифицируются следующим образом (табл. 11.1).

Внезапными являются отказы, характеризующиеся скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта, которые до момента наступления отказа находились на неизменном уровне. Сюда относятся отказы, обусловленные перегоранием электрических или электронных ламп, перегоранием спиралей нагревательных приборов, усталостным разрушением деталей и т.п. Чаще всего к внезапным отказам приводит нарушение правил эксплуатации техники или непредусмотренные техническими характеристиками значительные нагрузки на конструкцию объекта (включение электроприборов в сеть более высокого напряжения, механические поломки из-за неправильного использования, непредусмотренных нагрузок или попадания в зубчатые зацепления инородных предметов, повреждения изоляции и др.).

Таблица 11.1 -Классификация отказов

Признак классификации	Вид отказа
Характер изменения основного параметра объекта до момента возникновения отказа	Внезапный, постепенный
Возможность последующего использования объекта после возникновения его отказа	Полный, частичный
Связь между отказами	Независимый, зависимый
Устойчивость неработоспособности	Устойчивый, самоустраняющийся (сбой), перемежающийся
Наличие внешних проявлений отказа	Очевидный (явный), скрытый (неявный)
Причина возникновения отказа	Конструкционный, производственный, эксплуатационный
Природа происхождения	Естественный, искусственный
Время возникновения отказа	При испытаниях, в периоде

	приработки, в периоде нормальной эксплуатации, в запредельном периоде эксплуатации
Возможность устранения	Устранимый, неустранимый

К постепенным относятся отказы, характеризующиеся постепенным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта до момента наступления отказа. Постепенные отказы обусловлены износом деталей, коррозией, старением конструкционных материалов. Типичными постепенными отказами являются, например, недопустимое увеличение зазора в сопряжении, повышение контактного сопротивления в реле из-за коррозии материала, снижение КПД ниже установленных границ, снижение производительности, мощности, скорости и других параметров за границы, установленные в НТД.

К полным относятся отказы, после возникновения которых использование объекта по назначению невозможно (для восстанавливаемых изделий – до проведения восстановления). К частичным относятся отказы, после возникновения которых изделие может быть использовано по назначению, но с меньшей эффективностью или когда вне допустимых пределов находятся значения не всех, а одного или нескольких основных параметров.

К независимым относятся отказы элемента изделия, не обусловленные повреждением или отказами другого элемента изделия, к зависимым – отказы элемента изделия, обусловленные повреждением или отказом другого элемента объекта.

Устойчивые отказы можно устранить только путем восстановления (ремонта). Если отказы устраняются без операции восстановления путем регулирования или саморегулирования, то такие отказы относятся к самоустраняющимся. Самоустраняющийся отказ, приводящий к кратковременному нарушению работоспособности, называется сбоем. Сбой, как правило, возможен в работе электрических или электронных схем машин. Многократно возникающие сбои одного и того же характера называются перемежающимися отказами.

К очевидным (явным) относятся такие отказы, наступление которых приводит к отказу функционирования изделия и которые обнаруживаются без проведения специальных исследований. К

скрытым (неявным) относятся отказы, для обнаружения которых требуется проведение специальных исследований, и момент наступления которых может не совпадать с моментом наступления отказа изделия. Например, нарушение герметичности прокладки головки блока цилиндров двигателя, приводящее к перегреву двигателя, — скрытый отказ системы охлаждения, так как он может быть не обнаружен в момент появления.

К конструктивным относятся отказы, возникающие в результате нарушения установленных правил и норм конструирования. Если причиной отказа является нарушение установленного процесса изготовления или ремонта, то отказ является производственным. Отказы, возникающие в результате нарушения установленных правил и условий эксплуатации, называются эксплуатационными.

К искусственным относятся отказы, которые вызываются преднамеренно, например, с исследовательскими целями, с целью необходимости прекращения функционирования и т.п. Отказы, которые происходят без преднамеренной организации их наступления в результате направленных действий человека (или автоматических устройств), относятся к категории естественных отказов.

К устранимым следует относить отказы, которые устраняются посредством операции технического обслуживания, регулировки или восстановления. Если же в результате отказа отказавший элемент не восстанавливается, а заменяется новым, то такой отказ является неустранимым (перегорание электролампы, поломка штыря вилки и т.п.). К неустранимым следует относить также отказы, которые устранять экономически нецелесообразно.

При проведении расчетов надежности объектов и разработке мероприятий по устранению отказов следует также выделять критерии, причины, характер и последствия отказов и повреждений.

Под критерием отказа понимается установленный в нормативно-технической документации признак или совокупность признаков неработоспособного состояния изделия. Так как работоспособное состояние характеризуется условием, что установленные в технической документации параметры изделия находятся в заданных пределах (допусках), то критерием отказа будут служить название параметра и пределы его изменения.

К причинам отказов относятся события и процессы, приводящие к потере работоспособности. К такого рода событиям и процессам

относятся допущенные при конструировании, производстве и ремонтах дефекты, нарушения правил и норм эксплуатации, различного рода повреждения, а также естественные процессы изнашивания, старения.

Характером отказа (повреждения) являются конкретные изменения в объекте, связанные с возникновением отказа (повреждения), например, обрыв провода, деформация детали и т.п.

К последствиям отказа (повреждения) относятся явления, процессы и события, возникшие после отказа (повреждения) и находящиеся в непосредственной причинной связи с ним. Например, остановка двигателя, потеря тормозных свойств автомобиля и др.

Многие изделия после наступления отказа или с целью их предупреждения подвергаются операциям технического обслуживания и ремонта.

Объекты, исправность которых в случае возникновения повреждения подлежит восстановлению, называются ремонтируемыми объектами.

К неремонтируемым относятся такие объекты, исправность которых при возникновении повреждения не подлежит восстановлению.

Объекты, работоспособность которых в случае возникновения отказа подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации, называются восстанавливаемыми.

Если в рассматриваемой ситуации (например, на месте эксплуатации) восстановление работоспособности данного объекта в случае отказа нецелесообразно или неосуществимо, то такой объект относится к невозстанавливаемым.

Например, автомобильная лампа — невозстанавливаемый объект, двигатель — восстанавливаемый. Таким образом, классификация объектов на восстанавливаемые и невозстанавливаемые производится применительно к конкретным условиям восстановления работоспособности в процессе эксплуатации.

Неремонтируемый объект обычно является и невозстанавливаемым, а ремонтируемый объект может рассматриваться как невозстанавливаемый в зависимости от условий эксплуатации.

Для невосстанавливаемых изделий предельное состояние наступает после первого отказа.

Под наработкой понимается продолжительность или объем работы объекта. Размерность наработки определяется видом объекта и условиями его использования. Так, наработка деталей, работающих в условиях циклического нагружения, измеряется числом циклов, наработка реле — числом циклов замыканий и размыканий, наработка автомобиля — пробегом в километрах. Нарботка может определяться до отказа изделия, до его списания или до некоторого фиксированного момента времени.

Нарботка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния называется техническим ресурсом (или просто ресурсом). Ресурс невосстанавливаемого объекта определяется через наработку объекта до отказа. Ресурс восстанавливаемого объекта равен сумме наработок до предельного состояния.

$$\dot{O}_D = \theta_1 + \theta_2 + \theta_i + \theta_n = \sum_{i=1}^n \theta_i, \quad (11.1)$$

где θ_i – наработка объекта до 1, 2, ... n -го отказа.

Надежность – сложное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации включает такие единичные свойства, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в отдельности или определенное сочетание этих свойств как для объекта, так и для его частей.

Безотказность – свойство объекта сохранять непрерывно работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Долговечность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Показатели долговечности могут выражаться также через срок службы, под которым понимается календарная продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния. Обычно различают срок службы до среднего (капитального) ремонта, между ремонтами и срок службы до списания. При этом учитывается только календарная продолжительность

эксплуатации изделий независимо от фактической наработки изделий в этот промежуток времени, т.е. возможна такая ситуация, когда срок службы некоторого изделия (например, до капитального ремонта) будет исчисляться годами, хотя фактическая выработка за этот период будет равна нулю, если изделие практически не работало. Другим крайним случаем будет ситуация, когда наработка изделия (в часах) будет равна сроку службы.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению причин возникновения отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Ремонтопригодность изделий характеризуется продолжительностью операций обнаружения, поиска причин отказа и устранения последствий отказа. При этом следует учитывать, что полная продолжительность восстановления изделий включает в себя время, затрачиваемое на организационные мероприятия (доставка запасных частей, организационные простои и т.д.), которое не зависит от ремонтпригодности изделий, и время, затрачиваемое непосредственно на проведение операций технологического обслуживания и ремонта. Это время, называемое оперативной продолжительностью (трудоемкостью), непосредственно зависит от уровня ремонтпригодности изделий.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять, показатели безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и (или) транспортировки. Это свойство особенно важно для тех видов продукции, для которых предусматривается, например, сезонная эксплуатация (большинство сельскохозяйственных машин) или которые вступают в эксплуатацию в некоторых аварийных или особых условиях (противопожарная техника, средства сигнализации и т.д.).

Теория надежности является комплексной дисциплиной и состоит из таких разделов, как математическая теория надежности, надежность по отдельным физическим критериям отказов (физика отказов), расчет и прогнозирование надежности, обеспечение надежности на различных этапах жизненного цикла изделий, контроль надежности и техническая диагностика, теория восстановления работоспособности деталей машин, экономика надежности.

Лекция №3

Диагностические нормативы. Методы и средства диагностирования автомобилей

1. Диагностические нормативы.
2. Методы и средства диагностирования автомобилей

1. Диагностические нормативы

Как известно из теории надежности, автомобиль, его агрегаты и системы могут находиться в одном из возможных технических состояниях:

исправном и работоспособном,
неисправном и работоспособном,
неисправном и неработоспособном.

Диапазон изменения структурных параметров в пределах поля допуска определяет исправность техники. При выходе какого-либо структурного параметра за пределы поля допуска машина или ее агрегат переходят в состояние неисправности, оставаясь по-прежнему работоспособной. С увеличением наработки по мере дальнейшего отклонения величины структурного параметра от поля допуска наступает сначала предотказное состояние машины, а затем возникает отказ и изделие переходит в неработоспособное состояние.

Каждому из этих состояний соответствует определенная совокупность диагностических параметров, значения которых отражают величины отклонения структурных параметров от допустимых значений.

Для количественной оценки технического состояния объекта по результатам измерения текущих значений диагностических параметров необходимы диагностические нормативы, которые бы соответствовали определенным пределам зоны исправности машины, а также давали информацию о необходимости предупреждающих технологических воздействий с целью предотвращения перехода машины в зону предотказного состояния.

К ним относятся: начальная (или номинальная) величина диагностического параметра S_n , его предельное значение S_p и упреждающая (допустимая) величина S_y при заданной периодичности планового диагностирования t_d .

Основным назначением диагностических нормативов является определение годности объекта в данный момент путем сравнения измеренной текущей величины диагностического параметра S_i с предельной S_p и прогнозирование его работоспособности в период предстоящей наработки t_d путем сравнения S_i с S_y .

В общем случае, диагностический параметр является сложной стохастической (случайной) функцией многих случайных величин (нагрузки, характеристики конструкционных материалов, наработка, время и др.). Эта функция может иметь линейный, нелинейный или релейный вид. Для практической диагностики знание вида зависимости необязательно, т.к. важными являются только значения нормативов, но для установления их величин в нормативно-технической документации, особенно значения S_y , вид функции

диагностического параметра от структурного параметра или наработки имеет большое значение.

Схема формирования диагностических нормативов при линейной зависимости диагностического параметра от наработки показана на рисунке 14.1. Показанная схема формирования диагностических нормативов при линейной зависимости диагностического параметра от наработки объекта характерна для узлов трения типа «вал – втулка», зубчатых передач и др.

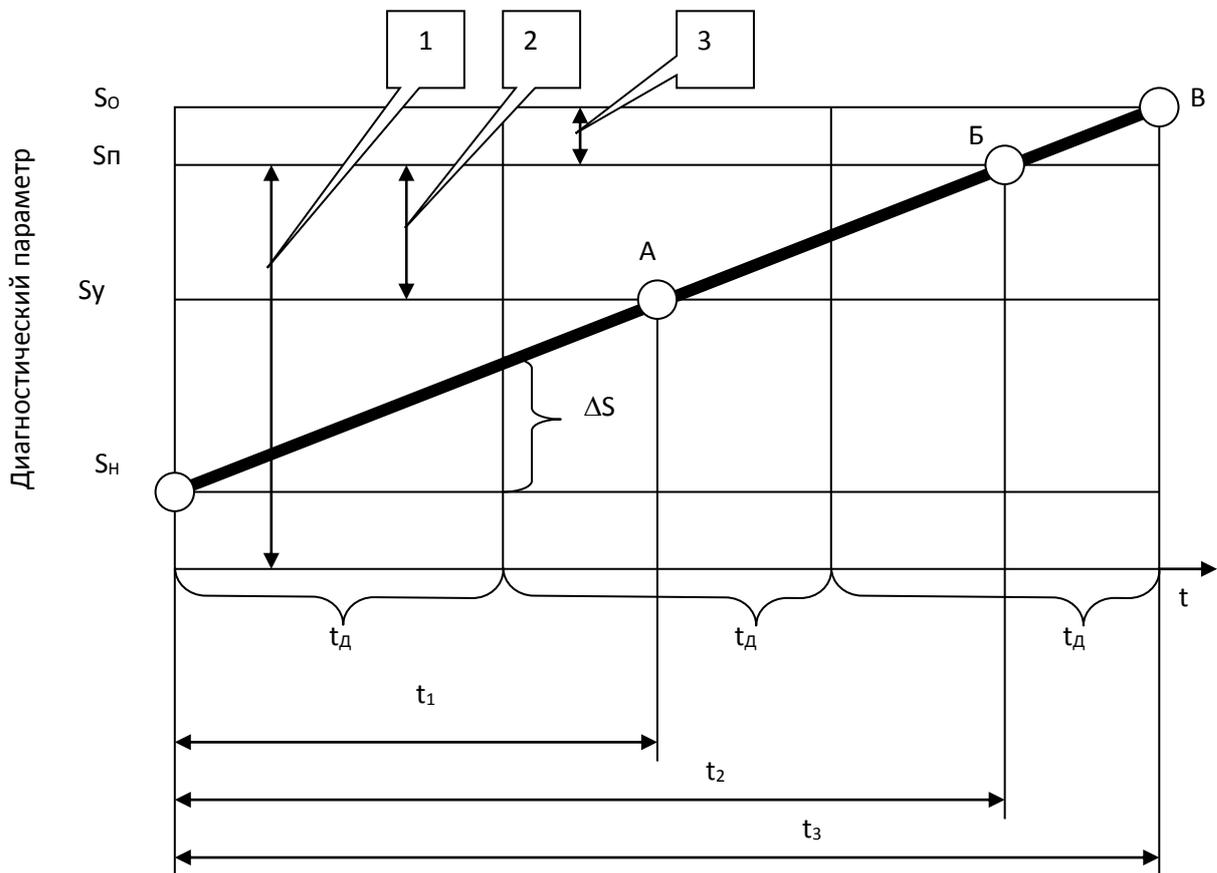


Рисунок 14.1:

1 – зона работоспособного исправного состояния; 2 – запас исправной работы; 3 – зона предотказного состояния;

А – профилактика (упреждение неисправности – проводится по прогнозовому значению наработки t_1);

Б – неисправность (упреждение отказа соответствует наработке t_2);

В – отказ (диагностируется при наработке t_3); t – наработка;

t_D – периодичность плановой диагностики

Как видно из рисунка, одной из основных задач, решаемых при установлении нормативов, является определение таких межконтрольных (междиagnostических) пробегов автомобиля, при которых, с одной стороны, использование ресурса агрегатов и сборочных единиц было бы наиболее полным, а с другой – упреждающее технологическое воздействие по величине S_y – своевременным.

Если диагностический параметр имеет релейный характер изменения, упреждающая величина S_y теряет смысл и нормативными величинами будут S_n и

S_p . В этом случае S_p ужесточают на величину, гарантирующую безотказную работу в предстоящем межконтрольном пробеге.

Для обеспечения условий сравнимости диагностические нормативы относят к определенным скоростным, нагрузочным и тепловым режимам работы объекта.

В зависимости от сборочных единиц и механизмов автомобиля нормативные показатели условно можно разделить на две группы:

устанавливаемые ГОСТами;

рекомендуемые заводами-изготовителями автомобилей.

Диагностические нормативы первой группы относятся в основном к агрегатам, сборочным единицам и узлам конструкции, определенно влияющим на обеспечение безопасности движения, а также к механизмам автомобиля, от которых зависит шум, вибрации и токсичность отработавших газов. Как правило, эти параметры отражают основные рабочие процессы механизмов (тормозной путь, время срабатывания тормозного механизма, содержание СО в выхлопных газах и т.д.) и легко измеряются непосредственно.

Производные диагностические параметры этой группы, напрямую не оговоренные ГОСТом, находят пересчетом соответствующего норматива. Например, нормативное значение тормозной силы определяют по величинам тормозного пути и массы автомобиля.

В эксплуатации корректировка нормативных показателей первой группы допускается только в сторону их ужесточения. Так, например, не допускается увеличение тормозного пути, содержание оксида углерода в выхлопных газах, уменьшение тормозной силы на колесах и т.д.

Диагностические нормативы второй группы в основном связаны с технологическими допусками структурных параметров на изготовление механизма, с одной стороны, и с оптимальными показателями надежности, долговечности и экономичности работы автомобиля, с другой. Как правило, нормативы структурных параметров устанавливаются на стадии проектирования и окончательно определяются при стендовых и эксплуатационных испытаниях опытных образцов. Примером структурных нормативных параметров этой группы могут служить установленные технической документацией зазоры в клапанном механизме, контактах прерывателя и др.

Среди нормативных показателей первой и второй групп имеются нормативы, относящиеся к тем конструктивным элементам, агрегатам и системам автомобиля, состояние которых не влияет на безопасность движения, но вызывает дополнительные эксплуатационные потери. Эти потери связаны с повышением расхода топлива, снижением мощности двигателя и эффективности использования автомобиля, уменьшением долговечности деталей и узлов и их более частыми ремонтами. Указанные показатели находят широкое применение при диагностике автомобиля. Они составляют группу промежуточных нормативов.

2. Методы и средства диагностирования автомобилей

Общий процесс диагностирования автомобиля, его агрегатов и систем включает: тестовое воздействие на объект, измерение диагностических параметров, обработку полученной информации и сравнение ее с заданными нормативами, постановку диагноза.

Тестовое воздействие на объект диагностирования осуществляется двумя способами:

в процессе работы самого автомобиля (двигателя) на заданных нагрузочных, скоростных, тепловых режимах;

при использовании соответствующих приводных устройств (стендов с беговыми барабанами и нагрузочными устройствами, податных и переносных приспособлений и т.д.).

Тестовые воздействия должны обеспечивать получение максимальной информации о техническом состоянии автомобиля при оптимальных трудовых и материальных затратах.

Диагностические параметры измеряют при помощи датчиков. Типы и разновидности датчиков соответствуют физической сущности диагностических параметров.

Постановка диагноза состоит в сравнении полученного одного или нескольких прошедших обработку диагностических параметров с заданными нормативами.

Отклонение диагностических параметров от нормы означает потребность в техническом воздействии установленного объема, а отсутствие такого отклонения – возможность эксплуатации автомобиля до очередного контроля.

Методы и средства диагностирования автомобилей служат для имитации режимов их работы, измерения диагностических параметров и постановки диагноза. Они создаются соответственно диагностируемому механизму, видам диагностических параметров и технологическому назначению.

Методы диагностирования классифицируют на субъективные и объективные. Субъективную оценку дают с помощью органов чувств человека. Объективное диагностирование осуществляется с помощью приборов.

В таблице 16.1 показана классификация методов и видов диагностирования автомобилей на автотранспортных предприятиях и СТОА.

Таблица 16.1 - Методы диагностирования автомобилей, агрегатов и систем

Метод диагностирования	Диагностический параметр	Объект диагностирования
1	2	3
1. Органолептические:		
визуальный	Утечки жидкостей и газов, дымление, цвет и прозрачность жидкостей и газов, следы коррозии, отслоение покрытия, работоспособность, целостность, трещины и сколы и др.	Двигатель, системы: топливная, охлаждения, тормозная и др., кузов, шины, световые приборы и др.
слуховой	Стуки, шумы, скрипы, пiski	Двигатель, трансмиссия, системы: тормозная, ходовая, подвеска, –

		рулевое управление, кузов и др.
обонятельный	Запах продуктов горения, утечки топлива	Колодки тормозов колес, электрооборудование, топливная система
осязательный	Место и степень нагрева, источники и уровень вибрации, люфты и зазоры, шероховатость, наличие механических включений в жидкостях и др.	Тормоза колес, ходовая система и подвеска, рулевое управление, коробка передач, задний мост и др.
2. Объективные:		
по функциональным параметрам	Работоспособность, мощность, крутящий момент, частота вращения коленчатого вала двигателя, тормозные силы на колесах, тормозной путь, время торможения, освещенность и распределение освещенности контрольной поверхности др.	Двигатель, тормозная система, рулевое управление, внешние осветительные приборы и др.
по параметрам рабочих процессов	Температура охлаждающей жидкости, состав отработавших газов, давление масла в системе смазки двигателя, удельный расход топлива, сила света ламп фар, плотность электролита, напряжение бортовой сети, зарядный ток и др.	Двигатель, внешние осветительные приборы, система охлаждения, электрооборудование и др.
по параметрам состояния и состава	Температура и место нагрева подшипниковых узлов, дымность газов, загрязненность масел, состав газов, концентрация примесей в масле и др.	Двигатель, коробка передач, редуктор главной передачи, подшипники колес, топливная система и др.
по структурным геометрическим параметрам	Зазоры, люфты, форма поверхности, соосность отверстий, углы установки колес и др.	Двигатель, коробка передач, редуктор главной передачи, ходовая часть, рулевое управление и др.
по герметичности рабочих объемов	Компрессия в цилиндрах, количество прорывающихся в картер двигателя отработавших газов давление	Двигатель, шины, топливный бак, системы: питания, охлаждения, тормозная и др.

	в шинах, уровень охлаждающей жидкости в бачке и др.	
по виброакустическим параметрам	Амплитудно-частотные характеристики вибрации, уровень шума	Двигатель, ходовая часть, коробка передач, редуктор главной передачи, ходовая часть, рулевое управление и др.

По видам диагностических параметров методы диагностирования подразделяются на две группы:

функциональные, соответствующие параметрам рабочих процессов или параметрам эффективности объекта диагностирования (мощность, тормозной путь, расход топлива и др.);

локальные, соответствующие параметрам процессов, сопутствующих функционированию объекта (нагрев, вибрация, состав отработавших газов), структурным, геометрическим параметрам (зазоры, люфты, смещения).

Первая группа методов предназначена главным образом для определения работоспособности объекта в целом, т.е. общего (комплексного) диагностирования. Если оказывается, что рабочие параметры объекта не соответствуют нормам, то диагностирование углубляют, определяя причины неисправностей его элементов при помощи локальных методов. Локальные методы и средства обеспечивают поэлементное диагностирование.

Применение тех или иных методов и средств диагностирования существенно зависит от их технологического назначения. Принципиально важное значение приобретает классификация методов и средств диагностирования по схеме их применения: в стационарных условиях или в движении.

Стационарное диагностирование обеспечивает техническое обслуживание и ремонт автомобилей в производственных помещениях станций технического обслуживания автомобилей.

Ходовое диагностирование осуществляется во время движения автомобиля при помощи встроенных датчиков и измерительных приборов непрерывного контроля или же при помощи переносных приборов, таких как расходомер топлива, деселерометр и др.

Основные требования к методам и средствам диагностирования: достоверность измерений, надежность, технологичность и экономичность.

В свою очередь, достоверность измерений характеризуется точностью, воспроизводимостью и чувствительностью, надежность – безотказностью, долговечностью и ремонтпригодностью средств, технологичность – сложностью, трудоемкостью и универсальностью процессов диагностирования, а экономичность – стоимостью технических средств, затратами на их эксплуатацию и эффектом от применения.

Перечисленные требования связаны между собой и зависят от целей и объекта диагностирования. Поэтому методы и средства диагностирования следует оценивать прежде всего комплексно, по экономическому критерию, а

затем в целях сравнения и выбора по техническим свойствам: метрологическим, технологическим, надежностным, эргономическим и др.

Применяемые методы и средства поэлементного и общего диагностирования тормозов автомобиля даны в таблице 16.2

Таблица 16.2 - Методы и средства измерения или оценки диагностических параметров тормозной системы автомобиля (выборочно)

Диагностический параметр	Метод диагностирования (измерения)	Техническое средство диагностики
Свободный ход педали	Прямое измерение хода педали до момента резкого возрастания сопротивления перемещению	Специальная линейка или телескопический прибор
Утечка тормозной жидкости	Визуальный осмотр. Замер уровня тормозной жидкости в бачке после нескольких нажатий на педаль тормоза	нет
Эффективность торможения	При дорожных испытаниях – прямое измерение тормозного пути, установившегося замедления и времени торможения. При стендовых испытаниях – измерение общей удельной тормозной силы и времени срабатывания тормозной системы	Рулетка, деселерометр, секундомер, тормозной стенд
Устойчивость торможения	При дорожных испытаниях – прямое измерение линейного отклонения автомобиля от оси прямолинейного движения. При стендовых испытаниях – измерение разности тормозных сил колес одной оси	Рулетка, тормозной стенд

К числу основных требований, предъявляемых к современным средствам технического диагностирования (СТД) автомобилей, относятся:

заданная точность измерений и необходимая достоверность диагностирования;

удобство и простота считывания;

возможность запоминания результата измерения;

возможность выдачи результата измерения в текстовом или графическом виде и т.д.

К числу перечисленных требований, влияющих на выбор типа индикации, относятся погрешность измерения тех или иных параметров. Для большинства технических измерений, связанных с диагностированием автомобиля, достаточно 2...3-го, а в некоторых случаях даже 10-го класса точности, например, для измерения расхода топлива необходимо иметь прибор 2,5 кл., неплотности

цилиндропоршневой группы – 4,0 кл., а для высокого напряжения в цепи зажигания –10 кл. точности.

В средствах технического диагностирования используется как аналоговая, так и цифровая индикация.

В качестве аналоговых индикаторов в них применяются чаще микроамперметры магнитоэлектрической системы, обеспечивающие заданную точность, хорошую чувствительность и линейность; реже – светолучевые гальванометры и линейные газоразрядные индикаторы.

Аналоговые индикаторы позволяют получить не только количественную, но и качественную информацию о контролируемом процессе, например, о нахождении параметра в заданных пределах, динамике протекания процесса и т.п. В аналоговых индикаторах можно выполнить на шкалах вспомогательные метки, обозначить и выделить цветом определенные зоны и т.п., что облегчает работу оператора-диагноста.

Однако в приборах с аналоговой индикацией считывание показаний затруднено тем, что они перегружены шкалами, а оператору приходится не только выбирать нужную шкалу, но зачастую проводить в уме арифметические операции, что приводит к увеличению времени считывания и появлению дополнительных ошибок. Кроме того, вывод на печать аналоговой информации возможен только в виде графиков с помощью громоздких самописцев.

В этом отношении цифровые индикаторы имеют по сравнению с аналоговыми приборами решающее преимущество, поскольку выдают информацию непосредственно в «готовом» виде, не требующем дополнительной обработки оператором.

При измерении медленно меняющихся параметров динамических процессов преимущества цифровой индикации при считывания явно выражены. При измерении параметров динамических процессов цифровая индикация оказывается весьма эффективной, если за 8...10 последовательных циклов измерений значение параметра меняется не более чем на ± 2 единицы младшего разряда индикатора.

Бурное развитие радиоэлектроники привело к резкому снижению стоимости приборов с цифровой индикацией, причем в ряде случаев стоимость приборов с цифровой индикацией намного ниже приборов с аналоговой индикацией.

Сегодня, благодаря развитию ЭВМ, современные средства технической диагностики основаны на применении компьютерной техники, которая, хорошо сопрягаясь с любыми датчиками, позволяет выдавать с высокой точностью информацию о любых процессах и параметрах в виде цифровой индикации, графиков, диаграмм или таблиц. При необходимости диагностические параметры могут быть распечатаны в диагностической карте.

Лекция №4

Организация диагностирования автомобилей на станциях технического обслуживания

Специфика использования диагностического оборудования на СТОА во многом определяется особенностями организации технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р) автомобилей, принадлежащих населению.

Владельцы автомобилей, не находящихся на гарантийном обслуживании, в целях экономии средств стремятся обслуживать свои автомобили по потребности, т.е. производить только те работы, в которых автомобиль действительно нуждается в конкретный момент эксплуатации.

Как правило, устанавливаемые самими владельцами периодичность и объем ТО, в том числе и диагностирования, не соответствуют рекомендациям заводоизготовителей. При определении действительной потребности автомобилей в ТО и Р на СТО принимаются во внимание следующие факторы:

- имеет ли автомобиль неисправности в настоящий момент;

- какие узлы или сборочные единицы, по мнению владельца, находятся на границе отказа;

- необходимость замены масел, тормозной и охлаждающей жидкостей.

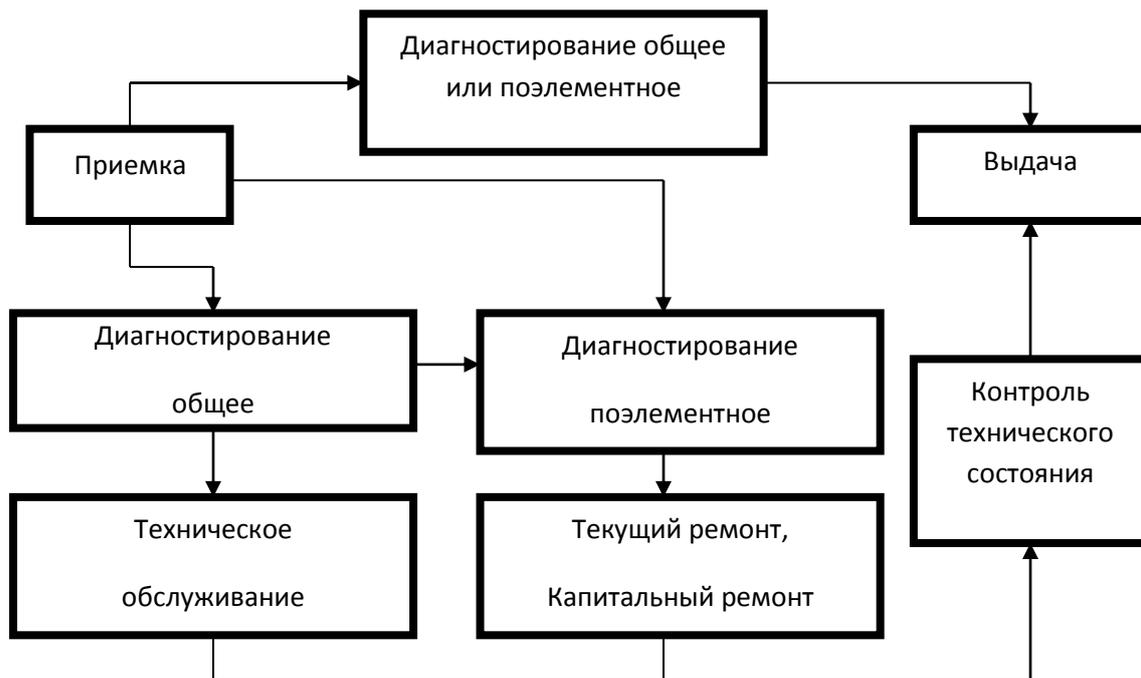
В связи с этим автомобили, поступающие на СТОА, чрезвычайно неоднородны по своему техническому состоянию. Поэтому определение технического состояния автомобиля до его поступления на ТО и Р, а также перед конкретным технологическим воздействием, имеет большое значение для повышения эффективности проводимых обслуживающих и ремонтных операций.

Диагностирование на СТОА выполняет две функции:

- является самостоятельным видом услуг, когда контрольные работы выполняются по заявкам владельцев автомобилей;

- присутствует в качестве необходимого элемента основных производственных процессов СТО (приемки, ТО, ТР и выдачи автомобилей).

На рисунке 17.1 представлена схема включения диагностических работ в производственном процессе СТО.



Рисунок

В соответствии с приведенной схемой диагностирование подразделяется на: заявочное диагностирование D_z , осуществляемое на специализированных постах;

диагностирование при приемке автомобилей D_p ;

технологическое диагностирование D_t – при проведении ТО и Р;

контрольное диагностирование D_k .

Последнее выполняется при проверке качества выполнения работ непосредственно в технологических зонах ТО и ТР или при необходимости на специализированных постах.

Основные функции диагностирования сводятся к следующему:

Уточнение причин неисправностей автомобилей с целью определения необходимого объема работ до осуществления технических воздействий на автомобиль.

Профилактическая проверка технического состояния систем и агрегатов автомобиля и прогнозированию их остаточного ресурса.

Проведение важнейших эксплуатационных регулировок, требующих применения контрольно-измерительной аппаратуры, в том числе в зонах ТО и Р СТОА.

Определение соответствия техническим условиям и другой нормативно-технической документации автомобилей или их агрегатов после ремонта или технического обслуживания.

В настоящее время выполнение указанных функций осуществляется как на специализированных участках диагностирования, так и на рабочих постах ТО и ТР. На рабочих постах контрольно-регулирующие работы с применением диагностических средств, переносных приборов осуществляются непосредственно в процессе технического обслуживания и ремонта двигателей, электрооборудования, ходовой части автомобилей.

Специализированные участки диагностирования должны быть оснащены всем необходимым диагностическим оборудованием, обеспечивающим углубленную проверку технического состояния автомобиля. В состав специализированного участка диагностирования, как правило, входит следующее оборудование: подъемник, компьютерный комплекс для диагностики двигателя и электрооборудования, расходомер топлива, прибор для контроля отработавших газов бензиновых и дизельных двигателей, стенд для проверки тормозов, прибор для проверки и регулировки установки фар, стенд для проверки амортизаторов, прибор для проверки рулевого управления, стенд для проверки углов установки колес, оборудование для определения неуравновешенности колес без их снятия с автомобиля, воздухоподдаточная колонка.

Специализированные участки диагностирования организуются в виде проездных или тупиковых постов.

В первом случае посты объединяются в диагностическую линию. Такие линии наиболее эффективны для проведения Дз (общее диагностирование), Дп и Дк.

Тупиковые посты организуются по видам диагностических объектов и работ: диагностика двигателя и электрооборудования, диагностика тормозной системы, диагностика ходовой части и рулевого управления. Такая организация участка диагностики эффективна при проведении Дз (поэлементное диагностирование) и Дт. Тупиковые посты наиболее целесообразны при проведении контрольно-регулирующих работ при ТО автомобилей.

Компоновка и типаж диагностических комплексов, в конечном итоге, определяются общим количеством постов, производственно-технологической структурой и специализацией СТОА. Пример типовой компоновки участка диагностики с тупиковыми постами дан на рисунке 8.8.

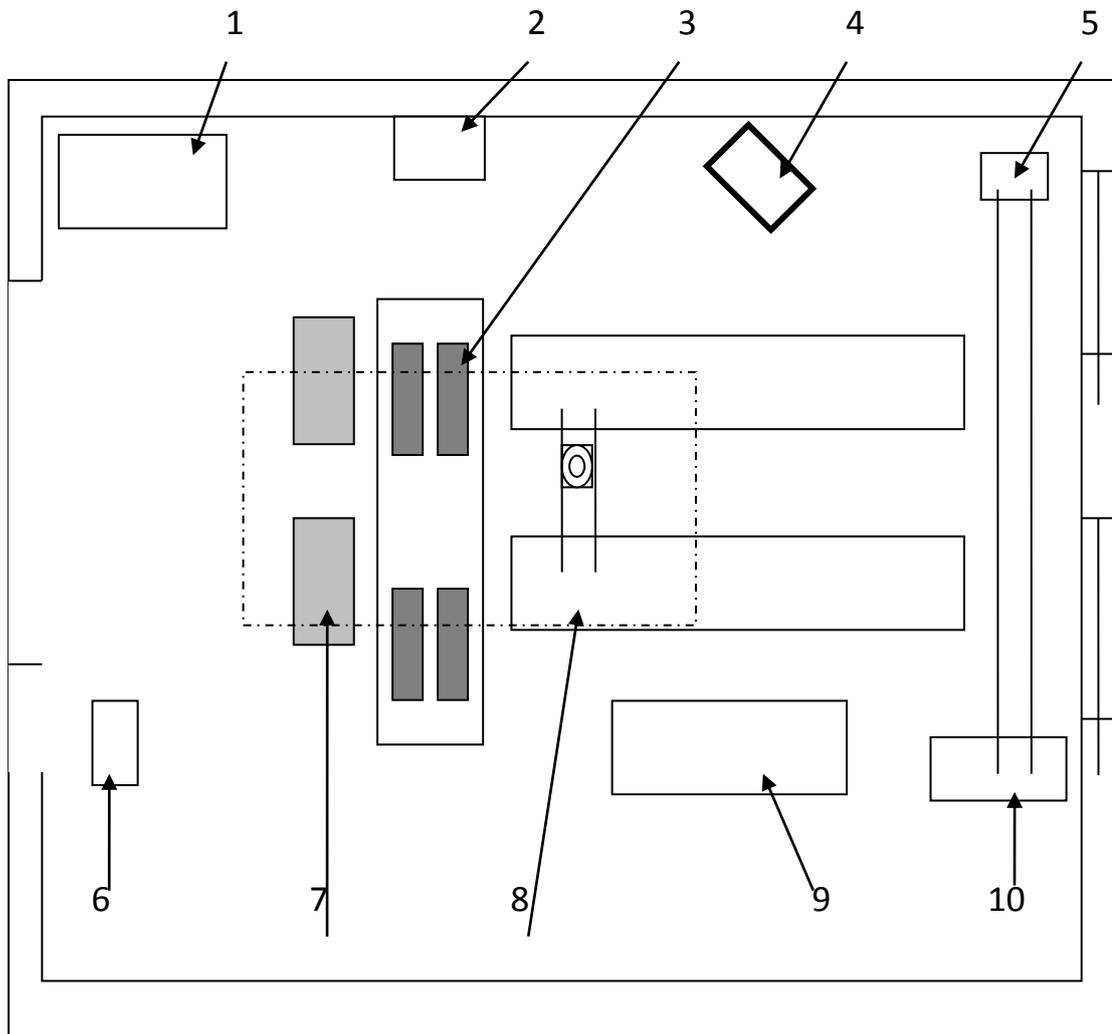


Рисунок 17.2:

1 – стол; 2 – шкаф силовой тормозной стенды;

3 – блок роликов тормозной стенды;

4 – стойка управления на базе персонального компьютера;

5 – прибор контроля света фар; 6 – воздухораздаточная колонка;

7 – тестер подвески; 8 – подъемник ножничный с дополнительным домкратом;

9 – верстак рабочий; 10 – шкаф для инструментов и приборов

Работа по диагностированию автомобилей должна быть четко увязана с производственными возможностями других участков СТОА, особенно с участком текущего ремонта, чтобы обнаруженные в процессе диагностирования автомобилей неисправности были устранены.

Размещение специализированного участка диагностирования должно осуществляться в непосредственной близости от зоны приема и выдачи автомобилей, что значительно упрощает организацию взаимодействия этих участков.

Результаты диагностирования должны фиксироваться в «Карте проверки технического состояния автомобиля». В карте обязательно должно быть заключение о техническом состоянии объекта проверки с перечислением имеющихся неисправностей и рекомендациями по их устранению. Заключение должно быть обосновано результатами измерений соответствующих диагностических параметров, которые также заносятся в карту.

Диагностические карты, применяемые в различных технологических зонах СТОА, содержат отличающую друг от друга номенклатуру диагностических параметров, соответственно отличается и вид принимаемого в этих зонах технического решения.

Так, например, на посту предпродажной подготовки регистрируются все неисправности, и все они подлежат устранению, на посту приемки устанавливается факт и записывается согласованное с заказчиком решение, на посту заявочного диагностирования регистрируется, фактические значения измеряемых параметров и при необходимости дается заключение о проведении тех или иных ремонтных или регулировочных работ. В технологических зонах ТО и Р в диагностическую карту заносятся значения параметров, подлежащих измерению по талонам сервисной книжки или измеряемых при проведении соответствующих ремонтных работ; на посту ОТК проверяются только те диагностические параметры, которые характеризуют качество проведенных работ и по выявленным неисправностям автомобиль возвращается в технологическую зону для устранения дефекта.

Диагностирование и регулировка агрегатов и систем автомобилей по заявкам владельцев. Этот вид диагностических работ с проведением последующей регулировкой наиболее распространен в настоящее время. Осуществляется он на отдельных специализированных постах. За владельцем остается право самостоятельного выбора той или другой работы. Такая система позволяет варьировать объемы диагностирования в зависимости от технического состояния автомобиля и потому является более гибкой, чем комплексное диагностирование.

Наибольшее число заявок владельцев автомобилей приходится на диагностические работы по проверке и регулировке углов установки управляемых колес, динамической балансировке колес, по системам электрооборудования и питания двигателя. Результатом этого вида услуг является карта контрольно-диагностического осмотра, в которой занесены результаты диагностирования и даны рекомендации по устранению обнаруженных неисправностей, либо, что чаще всего, устранение неисправностей или регулировка соответствующих систем и агрегатов (замена свечи зажигания, установка правильного угла опережения зажигания, регулировка карбюратора, регулировка углов установки управляемых колес и т.п.).

Диагностирование автомобилей при техническом обслуживании и ремонте. Применение средств технической диагностики при ТО и Р автомобилей непосредственно на рабочих постах позволяет существенно снизить трудоемкость многих видов работ, улучшить их качество, исключить ряд разборочно-сборочных работ. При ТО и Р автомобилей применяют специализированные средства

диагностики для ограниченного числа проверок, но обеспечивающие их совмещение с выполнением необходимых регулировочных работ.

Целью диагностирования в этом случае является не только установление конкретных причин имеющейся неисправности, но и выдача рекомендаций по проведению ремонтных и регулировочных работ. Характерные неисправности, методы их диагностирования и рекомендации по ремонту и регулировке наиболее целесообразно представлять в табличной форме. Например, при диагностировании двигателя может быть составлена следующая таблица (табл. 17.1).

Таблица 17.1-Диагностическая таблица с рекомендациями по устранению неисправностей

Функциональный параметр	Диагностический параметр	Причина неисправности	Рекомендация по ремонту
Падение мощности, ухудшение динамики разгона	Степень снижения компрессии	Неплотная посадка клапанов	Притереть клапана
		Поломка или залегание поршневых колец	Заменить кольца
		Чрезмерный износ цилиндров	Отремонтировать цилиндро-поршне-вую группу
		Повреждение прокладки головки цилиндров	Заменить прокладку

Расчет необходимого числа постов и линий диагностирования, а также оснащение их необходимыми средствами технического диагностирования (СТД) производится в зависимости от мощности СТОА и производственной программы, в частности, количества автомобилей в смену, месяц или год, поступивших на диагностирование.

Для специализированных диагностических постов ритм работы R определяется по формуле:

$$R = t / N, \quad (17.1)$$

где t – расчетный период времени; N – число диагностируемых автомобилей за расчетный период времени.

Такт работы отдельного поста $\tau_{п}$ определится как

$$\tau_{п} = (T_{п} / P_{п}) + t_{в}, \quad (17.2)$$

где $T_{п}$ – трудоемкость диагностирования на посту; $P_{п}$ – число рабочих на посту; $t_{в}$ – суммарное время на выполнение вспомогательных операций (например, въезд и съезд автомобиля с поста, подключение шлангового отсоса и т.п.).

Число постов диагностирования X , необходимых для выполнения заданного объема работ, определяется по формуле:

$$X = \frac{\tau}{R \cdot K_{исп}}, \quad (17.3)$$

где $K_{исп}$ – коэффициент использования рабочего времени поста.

Если диагностические посты объединены в специализированную диагностическую линию, то такт работы линии $\tau_{л}$ рассчитывается по формуле:

$$\tau_{л} = \frac{T_{л}}{X_{лп} \cdot P_{п}^1} + t_{вл}, \quad (17.4)$$

где $T_{л}$ – суммарная трудоемкость диагностических работ на линии; $X_{лп}$ – число постов на линии; $P_{п}^1$ – среднее число рабочих на одном посту линии; $t_{вл}$ – суммарное время на выполнение вспомогательных операций (время заезда и выезда автомобиля с линии).

Необходимое число диагностических линий для выполнения заданного объема работ определяется по формуле:

$$X_{л} = \frac{\tau_{л}}{R_{л} \cdot K_{исп}}, \quad (17.5)$$

где $R_{л}$ – ритм работы линии.

Если при диагностировании проводятся регулировочные работы, то продолжительность диагностирования, равно как и потребное число постов и линий, следует увеличить на поправочный коэффициент, равный 1,2-1,5 в зависимости от вида работ.

Выбор СТД для оснащения СТОА осуществляется исходя из технологии и объема проводимых работ на отдельных постах, функциональных возможностей, производительности, метрологических и других характеристик оборудования и приборов. Оснащение СТО различной мощности и специализации СТД осуществляется в соответствии с табелем технологического оборудования станции.

Например, пост диагностирования двигателя должен быть оснащен следующими СТД (без указания конкретной модели и фирмы-изготовителя): диагностический стенд, включающий мотортестер, сканер, программный модуль, клеммный датчик, печатающее устройство, четырехкомпонентный газоанализатор, прибор для проверки электронных систем впрыска и зажигания с программным модулем, кабели специальные для конкретной марки и модели автомобиля, универсальный тестер, портативный минимототестер, набор для измерения давлений в системе впрыска.

С учетом степени универсальности СТД и возможности их использования на нескольких одноименных постах, ориентировочно можно увязать мощность СТОА с расчетной для всей станции и приведенной к одному посту стоимостью СТД (табл. 17.2).

Таблица 17.2- Относительная стоимость средств технического диагностирования на СТОА различной мощности

Количество рабочих постов на СТОА	Расчетная стоимость СТД, %	Приведенная к одному рабочему посту стоимость СТД, %
6 (базовый вариант)	100	16,7
10	136,7	13,67
15	146,3	9,75
20	152,2	7,61

Как видно из таблицы, с увеличением мощности станции и ростом числа одноименных рабочих постов удельные затраты на их оснащение комплексом диагностического оборудования снижаются. Однако при этом необходимо учитывать коэффициент загрузки оборудования и возможность нехватки отдельных видов оборудования ввиду одновременности выполняемых одних и тех же диагностических операций на разных постах.