



**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

**ТАШКЕНТСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ИНСТИТУТ**

Факультет: «АВТОМЕХАНИКА»

**Кафедра: «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ДОРОЖНЫЕ
МАШИНЫ»**

Абдуллаев А.А., Мансуров У.К.

**Конспект лекций
по дисциплине**

**“ОСНОВЫ НАДЕЖНОСТИ И ДИАГНО-
СТИКИ”**

для бакалавров направлений
5310600 – “Надземные транспортные системы и их эксплуата-
ция” (Подъемно транспортные и строительные дорожные ма-
шины).

ТАШКЕНТ 2014

Конспект лекций составлен на основании учебной и рабочей программы дисциплины **"Основы надежности и диагностики"** для бакалавров направления 5310600 – "Наземные транспортные системы и их эксплуатация" (Подъемно транспортные и строительные дорожные машины) .

Составители:

доц., к.т.н. Абдуллаев А.А.
асс. Мансуров У.К.

Рецензенты ТАДИ, каф. «СДМ» проф. д.т.н. Максудов З.Т.

Конспект лекций рассмотрен на заседании кафедры «СДМ». Протокол № ____ от «__» _____ 2014г и рекомендован к публикации.

Зав. кафедрой «СДМ» доц., к.т.н. Абдуллаев А.А.

Конспект лекций рассмотрен на методической комиссией факультета «Строительные дорожные машины» ТАДИ. Протокол № ____ от ____ « _____ » 2014 г. и рекомендован к публикации.

Председатель методической
Комиссии АМФ

д.т.н, Хикматов Ш.И.

ВВЕДЕНИЕ

Формирование показателей надёжности происходит по общим законам, подчиняется единой логике событий и раскрытие этих связей является основой для оценки, расчета и прогнозирования надёжности, а также для построения рациональных систем производства, испытания и эксплуатации технических средств.

В настоящее время во всех отраслях народного хозяйства эксплуатируется множество технических средств. В этой связи, повышение надёжности технических средств имеет большое экономическое значение, известно, что во время эксплуатации затрачиваемые расходы на техническое обслуживание и ремонт значительно превышают первоначальную стоимость технических средств. Решение проблемы надёжности позволит сэкономить большие средства.

Технический прогресс ставит перед предметом надёжности такие задачи, как проектирование технических средств, производство и их эксплуатация, обеспечение работоспособности при возникновении тяжелых условий и чрезвычайных ситуаций, прогнозирование технического состояния, диагностирование и нахождение самых оптимальных конструктивных решений.

Предмет надёжности изучает закономерности изменения показателей качества технических устройств и систем, и на этой основе разрабатывает методы повышения сроков безотказной работы при минимальных затратах.

Специфическое свойство проблемы надёжности состоит из следующих задач:

1. Оценка по времени изменения первоначальных параметров транспортного средства в процессе эксплуатации;
2. Прогнозируется техническое состояние объекта с точки зрения сохранения его выходных параметров (показателей качества).

В целом проблема надёжности связана с вопросами прогнозирования. На раннем этапе создания технических средств требуется оценка надёжности для эксплуатационных условий. Предмет надёжности изучает изменения показателей надёжности объектов (точность, мощность, производительность, ресурс и др.) в зависимости от времени их эксплуатации. Однако, не изучает вопросов достижения показателей надёжности до определенного уровня.

На автотранспорте предмет надёжности и его исследования, связаны с изучением физических смыслов отказов. При этом долговечность, изна-

шиваемость, жаропрочность и другие показатели разрабатываются методом расчетов и применяются технологические воздействия, которые обеспечивают необходимую надёжность технических средств.

Раздел 1. Основы теории надежности технических средств

Тема 1. Предмет, задачи и источники дисциплины – 2 часа

План:

- 1.1 Предмет науки о надежности технических средств.
- 1.2 Философские предпосылки проблемы надежности.
- 1.3 Экономический аспект надежности.
- 1.4 Задачи, структура курса, его роль в подготовке бакалавров.

1.1 Предмет науки о надежности технических средств

Надежность отражает свойство технических средств (ТС) сохранять требуемые качественные показатели в течение всего периода эксплуатации.

Решение проблемы надежности ТС - это огромный резерв повышения эффективности производства, производительности труда.

Особенностью проблемы надежности является ее связь со всеми этапами проектирования, изготовления и эксплуатации ТС.

В условиях технической революции, практика, с ее разнообразными запросами в области проектирования, производства и эксплуатации ТС, ставит перед наукой о надежности новые задачи выбора оптимальных конструктивных решений, прогнозирования состояния ТС, диагностики, обеспечения работоспособности в тяжелых условиях эксплуатации и при возникновении неожиданных ситуаций.

При решении вопросов надежности используется теория вероятностей, физико-химическая механика, включая теорию трения и изнашивания, разделы динамики и прочности машин и др.

Наука о надежности изучает закономерности изменения показателей качества технических устройств и систем, и на основании этого разрабатываются методы, обеспечивающие с наименьшими затратами времени и средств необходимую продолжительность и безотказность работы ТС.

1.2 Философские предпосылки проблемы надежности

Рассматривая надежность с позиций диалектического материализма, следует в первую очередь ответить на два связанных между собой вопроса:

Во - первых, является ли потеря машиной с течением времени своих начальных характеристик обязательным процессом?

Во - вторых, какие философские категории и закономерности определяют методологический аспект проблемы надежности.

Любая машина, выполняя определенные функции, находится во взаимодействии с окружающей средой, с человеком, управляющим машиной, с объектом, для которого она предназначена.

При этом возникают разнообразные причинно - следственные связи - как формы проявления всеобщей универсальной связи явлений в природе. Накопление количества различных воздействий на машину приводят к эволюции ее качественных показателей, и в соответствии с законами диалектики, к возможности перехода в иное качественное состояние. Надежность изделия является одним из основных показателей его качества. В философском понимании качество- это неотъемлемая от объекта совокупность признаков, выражающая его специфику и отличие от других объектов или явлений.

1.3 Экономический аспект надежности

Оценка достигнутого уровня надежности и необходимость его повышения должна решаться в первую очередь с экономических позиций, т.е. экономика является одним из основных критериев для решения большинства практических вопросов надежности.

Затраты могут быть настолько высоки, что эффект от повышения надежности объекта не возместит их, и суммарный результат от проведенных мероприятий будет отрицательным (рис. 1).

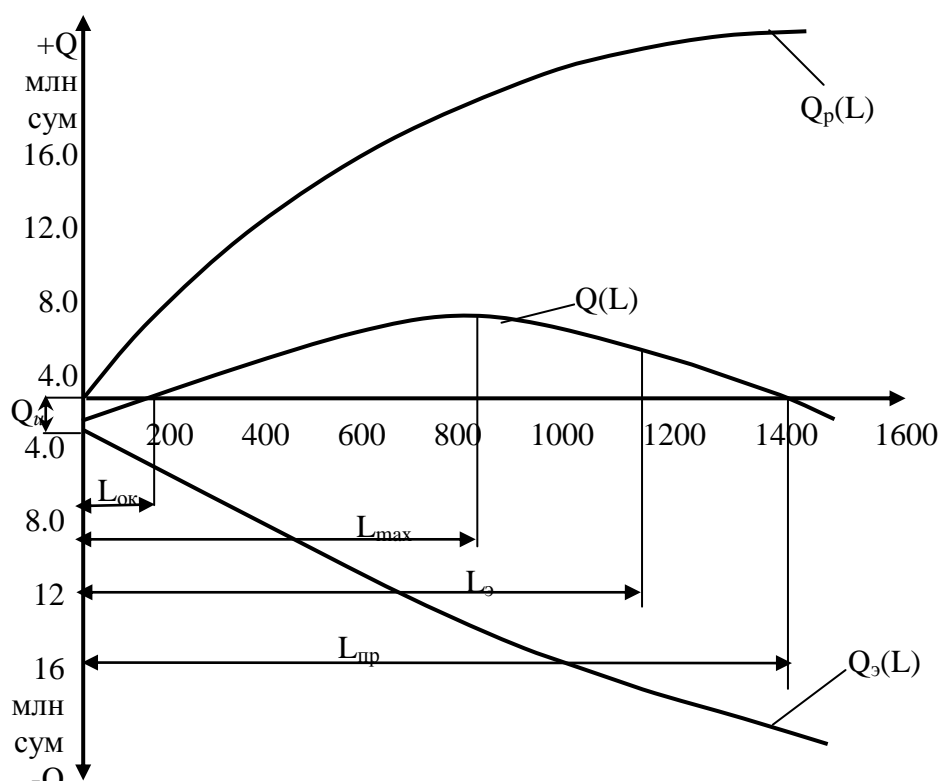


Рис. 1. Изменение экономической эффективности ТС во времени

Изменение экономической эффективности ТС во времени при эксплуатации складывается под влиянием двух основных факторов:

1. Затраты на изготовление нового ТС - Q_n (включая проектирование, изготовление, испытание, отладку, транспортировку).
2. Затраты на эксплуатацию Q_3 (включая ТО и ремонт).

Эти затраты $Q_{\text{и}} + Q_{\text{э}}$ являются отрицательным в балансе эффективности. С другой стороны, работа (доход) ТС $Q_{\text{р}}$ даёт положительный экономический эффект.

$Q(L)$ - суммарная эффективность

$$Q(L) = Q_{\text{р}}(L) - (Q_{\text{и}} + Q_{\text{э}}(L)), \quad (1.1)$$

$L=L_{\text{ок}}$ будет являться пробегом окупаемости, начиная с которого ТС начнёт приносить прибыль. Однако прирост полученного эффекта постепенно снижается из-за возрастания эксплуатационных затрат.

При $Q_{\text{р}}(L) < (Q_{\text{и}} + Q_{\text{э}}(L))$ затраты на эксплуатацию становятся больше дохода.

Длительность экономически целесообразной эксплуатации ТС $L_{\text{э}}$ находится в диапазоне $L_{\text{max}} < L_{\text{э}} < L_{\text{пр}}$ (рис.1).

где: $L_{\text{пр}}$ - предельный пробег технических средств, тыс. км.

L_{max} - пробег технических средств при максимальной эффективности, тыс. км.

1.4 Задачи, структура курса и его роль в подготовке бакалавров

Цель и задачи преподавания дисциплины

Целью преподавания курса является получение студентами углублённых знаний по теории надёжности и диагностики для разработки и эффективного применения научно-обоснованных методов и нормативов по эксплуатации технических средств.

В соответствии с Государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования, основной задачей изучения дисциплины является формирование у бакалавра:

- понятий о системе диагностики и показателях надёжности функционирования технических средств;
- знаний и умений по обеспечению надёжности и работоспособности, владение методами и средствами оценки надёжности и диагностики технических средств;
- приобретение навыков по экспериментальному определению основных эксплуатационных характеристик технических средств, а также сбора, обработки и анализа информации по эксплуатации технических средств.

Вопросы для самоподготовки

1. Что изучает наука о надёжности?
2. Что такое качество в философском понимании?
3. Как определяется достигнутый уровень надёжности в первую очередь?
4. Как определяется суммарная эффективность технических средств?

Тема-2. Техническое состояние и работоспособность технических средств -2 часа

План:

2.1 Понятие и показатели технического состояния и работоспособности технических средств.

2.2 Отказы и неисправности.

2.3 Классификация отказов:

2.1 Понятие и показатели технического состояния и работоспособности технических средств

Техническое состояние изделия или его элемента определяется совокупностью изменяющихся свойств, характеризующихся текущими значениями, т.е. количественными показателями конструктивных параметров:

Для двигателя это – размеры деталей ЦПГ, для тормозов - размеры тормозных накладок, барабанов и зазоры между ними (рис.2).

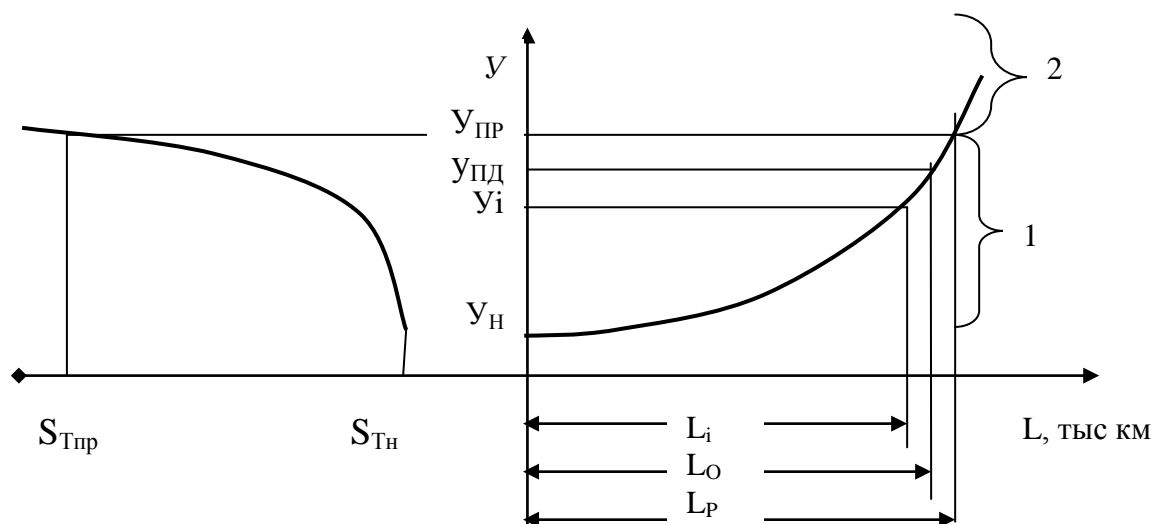


Рис.-2. Изменение показателей технического состояния Y , диагностического параметра S в зависимости от пробега

1-зона работоспособности;

2- зона отказа;

$Y_{\text{н}}$ - начальное или номинальное значение технического состояния;

$Y_{\text{п}}$ - предельное значение технического состояния;

$Y_{\text{пд}}$ - предельно допустимое значение технического состояния;

$Y_{\text{и}}$ - текущие значение технического состояния;

$L_{\text{р}}$ - наработка до предельного состояния (ресурс);

$L_{\text{о}}$ - оптимальная периодичность регулировки.

Различают параметры:

1. **выходных рабочих процессов** (мощность двигателя, тормозной путь.);

2. параметры *сопутствующих процессов* (температура нагрева, уровень вибрации, содержание продуктов износа в масле);

3. *геометрические* (конструктивные) параметры, определяющие связи между деталями в сборочной единице и между отдельными агрегатами и механизмами (зазор, ход, посадка и др.).

Продолжительность работы изделия в часах или километрах пробега называется *наработкой*.

Наработка до предельного состояния, оговоренного технической документацией, называется *ресурсом* (L_p на рис. 2).

Интервал пробега $0 \leq L_i \leq L_p$ это зона работоспособности, условие работоспособности: $Y_n \leq Y_i \leq Y_p$.

Если изделие удовлетворяет требованиям нормативно-технической документации по всем показателям, то оно считается исправным.

Если параметры изделия, характеризующие его способность выполнять заданные функции, соответствуют установленным нормативно - технической документацией требованиям, то оно признается работоспособным.

Работоспособность - состояние изделия, при котором оно может выполнять заданные функции с параметрами, установленными требованиями технической документации.

2.2 Отказы и неисправности

Отказ - это событие, заключающееся в нарушении работоспособности, т.е. при этом прекращается технический процесс.

Если изделие может выполнять свои основные функции, но не отвечать всем требованиям технической документации, то оно считается работоспособным, но неисправным.

Под **неисправностью** изделия понимают такое его состояние, когда оно не соответствует хотя бы одному из требований технической документации.

2.3 Классификация отказов

Классификация отказов необходима для выявления причин их возникновения и разработке мер по предупреждению и устранению. Существует несколько классификационных признаков отказов.

1. по влиянию на работоспособность объекта различают отказы его элементов и отказы, вызывающие неисправность или отказ объекта в целом.

2. по источнику возникновения различают отказы:

- **конструктивные**, отказ возникший по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленных правил и (или) норм проектирования и конструирования ;

- **производственные**, отказ, возникший по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса изготовления или ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии;

- **эксплуатационные**, отказ, возникший по причине, связанной с нарушением установленных правил и (или) условий эксплуатации;

- **деградационные**, отказ, обусловленный естественными процессами старения, изнашивания, коррозии и усталости при соблюдении всех установленных правил (или) норм проектирования, изготовления и эксплуатации.

3. по характеру возникновения и возможности прогнозирования различают отказы:

- **постепенные**, возникают в результате изменения показателей технического состояния изделия, чаще всего вследствие изнашивания;

- **внезапные**, для которых характерен внезапный переход изделия из начального исправного состояния в состояние отказа.

4. По связи с отказами других элементов отказы бывают:

- **зависимые**, обусловленные отказом или неисправностью других элементов изделия (отказ аккумуляторной батареи из-за неисправности реле-регулятора).

- **независимые**, не обусловленные отказами или неисправностями других элементов изделия (прокол шины на дороге).

5. **По частоте возникновения (наработке)** для современных автомобилей различают отказы с малой наработкой (3...4 тыс. км), средней (до 12...16 тыс. км) и большой (свыше 12...16 тыс. км). Следует иметь в виду, что наработки между отказами существенно сокращаются при увеличении пробега автомобиля с начала эксплуатации.

6. **По трудоемкости устранения** отказы можно разделить на требующие малую (до 2 чел.-ч), среднюю (2...4 чел.-ч) и большую (свыше 4 чел.-ч) трудоемкость восстановления работоспособности автомобиля.

7. **По влиянию на потери рабочего времени автомобиля** отказы подразделяют на устраняемые без потери рабочего времени, т. е. при ТО или внерабочее (межсменное) время, и отказы, устраняемые с потерей рабочего времени.

8. По месту возникновения отказы бывают:

- **заявочные**, выявляемые по заявкам водителя и устранение при ТО или в нерабочее время)

- **линейные**, устраняемые на линии.

Вопросы для самоподготовки

1. Что такое техническое состояние изделия?
2. Что такое работоспособность ТС?
3. Приведите примеры параметров технического состояния ТС?
4. Сформулируйте условия работоспособности ТС?
5. По каким признакам классифицируются отказы?

Тема 3. Изменение технического состояния деталей и узлов технических средств в процессе эксплуатации

План:

3.1 Основные причины изменения конструктивных параметров и технического состояния ТС.

3.2 Трение и его виды.

3.3 Изнашивания и их классификация.

3.4 Закономерность изнашивания деталей технических средств.

3.1 Основные причины изменения конструктивных параметров и технического состояния ТС

Изменение технического состояния обусловлено работой узлов механизмов, случайными причинами, а также воздействием внешних условий работы и хранения технических средств, т.е.:

- нагружение элементов;
- взаимное перемещение элементов;
- воздействие тепловой и электрической энергии;
- воздействие химически активных компонентов;
- воздействие внешней среды (влажность, ветер, температура, солнечная радиация);
- воздействие оператора и др.

Последствия и формы изменения конструктивных параметров во времени: изнашивание; коррозия; усталостные разрушения; пластические деформации; температурные разрушения и изменения; старение и др.

Старение. Показатели технического состояния деталей и эксплуатационных материалов изменяются под действием внешней среды. Так, резинотехнические изделия теряют прочность и эластичность в результате окисления, термического воздействия (разогрев или охлаждение), химического воздействия масла, топлива и жидкостей, а также солнечной радиации и влажности.

В процессе эксплуатации свойства смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей ухудшаются в результате накопления в них продуктов износа, изменения вязкости и потери свойств присадок. Детали и материалы изменяются не только при их использовании, но и при хранении: снижаются прочность и эластичность резинотехнических изделий; у топлива, смазочных материалов и жидкостей наблюдаются процессы окисления, сопровождаемые выпадением осадков.

Коррозия. Это явление происходит вследствие агрессивного воздействия среды на детали, приводящего к окислению (ржавлению) металла и, как следствие, к уменьшению прочности и ухудшению внешнего вида. Основными активными агентами внешней среды, вызывающими коррозию, являются соль, которой посыпают дороги зимой, кислоты, содержащиеся в воде и почве, а также компоненты, входящие в состав отрабо-

тавших газов автомобилей, и их химические соединения. Коррозия главным образом поражает детали кузова, кабины, рамы. Для деталей кузова, расположенных снизу, коррозия сопровождается абразивным изнашиванием в результате воздействия на поверхность при движении автомобиля абразивных частиц - песка, гравия. Сильно способствует коррозии сохранение влаги на металлических поверхностях, в том числе под слоем дорожной грязи, что особенно характерно для всякого рода скрытых полостей и ниш.

Коррозия способствует усталостному изнашиванию и разрушению, так как создает на поверхности металла концентраторы напряжения в виде коррозионных язв. Такой вид разрушений наблюдается, например, в местах сварки, крепления кронштейнов рессор.

3.2 Трение и его виды

Трением называется сопротивление, возникающее при относительном перемещении двух соприкасающихся между собой тел. Преодоление силы трения на пути перемещения соприкасающихся деталей называется работой трения.

Работа трения деталей технических средств определяется конструкцией и состоянием сопряжений, выполняемой транспортным средством транспортной работой и обуславливается видами трения.

Различают следующие виды трения: сухое, жидкостное и граничное.

Сухим называют такое трение, когда трущиеся поверхности непосредственно соприкасаются и взаимодействуют между собой. Смазка между ними отсутствует. Примером сухого трения разнородных материалов может служить трение между тормозными накладками и барабанами колес автомобиля.

Жидкостным трением называют такое, когда толщина масляного слоя между трущимися поверхностями превышает их микронеровности и трение возникает только за счет перемещения молекул в слое масла.

Жидкостное трение наблюдается в таких узлах технических средств, как подшипники коленчатого вала в период установившегося режима работы.

Граничным называют такое трение, когда трущиеся детали разграничены лишь теми слоями молекул масла, которые адсорбированы на поверхностях этих деталей, из-за полярной активности и сил молекулярного притяжения.

Примером граничного трения может служить трение в зацеплении шестерен главной передачи заднего моста, шариковых подшипниках, т.е. в условиях высоких удельных нагрузок. Существуют промежуточные виды трения: полусухое (как среднее между сухим и граничным) и полужидкостное (как среднее между жидкостным и граничным или сухим трением).

Практически при работе механизмов технических средств наблюдаются смешанные, периодически изменяющиеся или промежуточные виды трения.

3.3 Изнашивание и его классификация

Изнашивание - это процесс разрушения и отделения материала с поверхности детали и (или) накопления ее остаточной деформации при трении, проявляющейся в постепенном изменении размеров и формы деталей.

Износ - результат изнашивания.

Изнашивание классифицируется на следующие виды: механическое, молекулярно-механическое, коррозионно – механическое, эрозионное и кватационное изнашивание.

Механическое изнашивание включает следующие группы изнашивания: абразивное; вследствие пластических деформаций; вследствие хрупкого разрушения; вследствие усталостного изнашивания.

Абразивное изнашивание является следствием режущего или царапающего действия твердых частиц. Они могут находиться между парами трения, в потоке жидкости или газа (в масле – износ ЦПГ, в бензине – износ жиклеров).

Пластические деформации и разрушения. Такие повреждения связаны с достижением или превышением пределов текучести или прочности соответственно у вязких (сталь) или хрупких (чугун) материалов. Обычно этот вид разрушений является следствием либо ошибок при расчетах, либо нарушений правил эксплуатации (перегрузки, неправильное управление автомобилем, дорожно-транспортные происшествия и т. п.). Иногда пластическим деформациям или разрушениям предшествует механическое изнашивание, приводящее к изменению геометрических размеров и сокращению запасов прочности детали.

Усталостные разрушения. Этот вид разрушений возникает при циклическом приложении нагрузок, превышающих предел выносливости металла детали. При этом происходят постепенное накопление и рост усталостных трещин, приводящее при определенном числе циклов нагружения к усталостному разрушению деталей. Совершенствование методов расчета и технологии изготовления технических средств (повышение качества металла и точности изготовления, исключение концентраторов напряжений) привело к значительному сокращению случаев усталостного разрушения деталей. Как правило, оно наблюдается в экстремальных, условиях эксплуатации (длительные перегрузки, низкие или высокие температуры) у рессор, полуосей, и рамы.

Молекулярно-механическое изнашивание проявляется в схватывании металла и переносе его с одной детали на другую, вырывании частиц с поверхности одной детали и налипании или наволакивании на другую, заедании сопряженных деталей вследствие возникновения молекулярного сцепления между трущимися поверхностями. Молекулярно-механическое изнашивание наблюдается в подшипниках скольжения, втулках валов, поршнях и других деталях, особенно в процессе приработки механизмов. При интенсивном схватывании металлов происходит процесс наволакивания слоя менее прочного металла на поверхность более прочного.

Коррозионно-механическое изнашивание сопровождается явлениями химического взаимодействия среды (кислорода, газов, кислот, щелочей) с материалом трущихся деталей. Взаимодействие среды с поверхностными слоями металла приводит к образованию новых химических соединений, которые резко изменяют свойства трущихся активных слоев металла. При этом износ трущихся поверхностей происходит вследствие периодического образования и разрушения менее прочного слоя. Коррозионно-механическому изнашиванию подвергаются цилиндры двигателя, вкладыши подшипников, шейки коленчатого вала и другие детали вследствие воздействия серной, сернистой и органических кислот.

В зависимости от условий работы одна и та же деталь может подвергаться одновременно воздействию нескольких видов изнашивания. Например, верхняя часть цилиндра двигателя подвергается одновременно молекулярно-механическому, механическому (абразивному) и коррозионно-механическому изнашиванию.

Эрозионное и кавитационное изнашивания вызываются взаимодействием потоков жидкостей или газов с поверхностями деталей.

Эрозия - процесс вымывания и вырывания отдельных частиц материала вследствие трения потока жидкости или газа и их ударов о поверхность. Примером эрозии может быть изнашивание топливной аппаратуры дизельных двигателей, жиклеров карбюратора, выпускных клапанов двигателя.

Кавитация - это образование, а затем и поглощение парогазовых пузырьков в движущейся на поверхности детали жидкости при определенных соотношениях давлений и температур в переменных сечениях потока. Разрушение кавитационных пузырьков сопровождается гидравлическими ударами по поверхности детали и образованием каверн (полостей). Кавитационное разрушение иногда наблюдается в водяных насосах, на наружных поверхностях мокрых гильз цилиндров двигателя и в других деталях автомобиля.

3.4 Характерные закономерности изнашивания деталей технических средств

Процесс нарастания износа поверхности слоев имеет определенные закономерности (рис. 3). Величина износа (I) повышается в течение всего пробега L автомобиля до предельного состояния детали, но интенсивность изнашивания различна на разных этапах работы.

В начальный период работы (приработки) изнашивание деталей протекает весьма интенсивно (участок OA) до некоторой величины, характерной для данных условий работы. Затем переходит в зону установившегося изнашивания (участок AB), резко возрастает и переходит в аварийное изнашивание. Интенсивное изнашивание деталей на участке OA является результатом того, что микропрофиль поверхностей не является оптимальным для данных условий работы и вся нагрузка воспринимается выступами и шероховатостями поверхностей. По мере приработки снижается интенсив-

ность изнашивания вследствие увеличения площади поверхностей за счет износа, а также изменения микрогеометрии трущихся поверхностей деталей и удельного давления.

Износ на участке AB называется нормальным (естественным). Он характеризуется постоянством условий работы трения и скорости изнашивания данного сопряжения. После точки B изнашивание резко увеличивается за счет увеличения зазора между трущимися поверхностями, роста динамических нагрузок, ухудшения режима смазки и пр. Следовательно, увеличение зазоров между деталями должно быть ограничено.

Если работающее сопряжение разобрать, то после сборки интенсивность изнашивания увеличится по сравнению с первоначальной за счет новой приработки его деталей. Таким образом, разборка технических средств и его элементов должна производиться только в случае крайней необходимости.

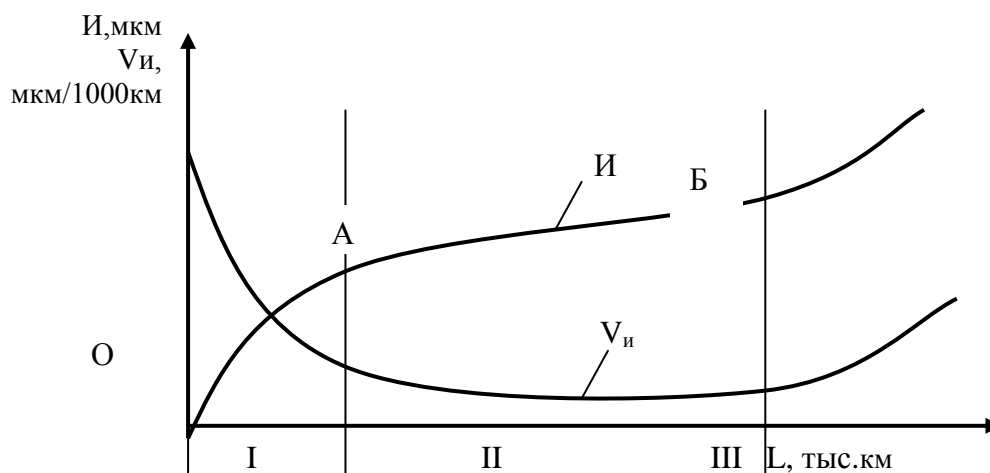


Рис.-3. Зависимость износа (I) и интенсивности изнашивания ($V_{и}$) детали от наработки.

I- Период приработки - это процесс изменения геометрии поверхностей трения и физико-механических свойств поверхностных слоев материала в начальный период трения. В период приработки деталей (в течение 1...5 тыс. км) происходит обкатка ТС (автомобиля), на протяжении которой устанавливают особые режимы эксплуатации.

II- Период установившегося изнашивания характеризуется постоянной интенсивностью, и следовательно, линейным возрастанием износа (I) при постоянном наклоне α прямой на графике. Этот период для различных деталей составляет 50-500 тыс. км.

III- Период – интенсивность изнашивания повышается - наступает период аварийного изнашивания.

Методы измерения и оценки износов механизмов: микрометраж; метод искусственных баз; метод взвешивания.

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое старение?
2. Что относится к основным активным агентам внешней среды, вызывающий коррозию?
3. Что такое трение?
4. Какие параметры деталей изменяются в результате износа?
5. Как изменяется износ деталей технических средств в зависимости от пробега?
6. В каких деталях наблюдается коррозионно-механическое изнашивание?

Тема- 4. Свойства надежности и их показатели – 4 часа

План:

- 4.1 Основные термины и определения надежности.
- 4.2 Свойства надежности.
 - 4.2.1 Показатели безотказности.
 - 4.2.2 Показатели долговечности.
 - 4.2.3 Показатели ремонтпригодности.
 - 4.2.4 Показатели сохраняемости.

4.1. Основные термины и определения надежности

Терминологические вопросы не являются ведущими в надежности. Однако чтобы избежать путаницы в использовании ряда терминов, надо дать им четкое определение.

Под **изделием** понимается элемент, система или ее часть и т.д.

Под **эксплуатацией** изделия понимается совокупность всех фаз его существования: транспортировка, хранение, подготовка к использованию по назначению, обслуживание и ремонт.

Основным понятием теории надежности является отказ.

Наработка - продолжительность работы изделия в часах или километрах пробега.

Качеством изделия называется совокупность свойств, определяющих степень пригодности изделия для использования по назначению.

Надежность – Свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Другими словами, надежность это "качество", развернутое во времени.

4.2 Свойства надежности

Надежность технических средств обуславливается свойствами безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Безотказность – это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки

Долговечность – это свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта

Ремонтопригодность – это свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Сохраняемость – это свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.

4.2.1 Показатели безотказности

Вероятность безотказной работы это вероятность того, что в заданном интервале пробега не возникнет отказа элементов технических средств (рис. 4).

$$R(L) = \frac{N_0 - \sum m(L)}{N_0}, \quad (4.1)$$

где: N_0 - число элементов технических средств, находящихся под наблюдением (на начало эксперимента); $\sum m(L)$ - суммарное количество элементов, имевших отказы за пробег L .

Функция отказов:

$$F(L) = 1 - R(L) = \frac{\sum m(L)}{N_0}, \quad (4.2)$$

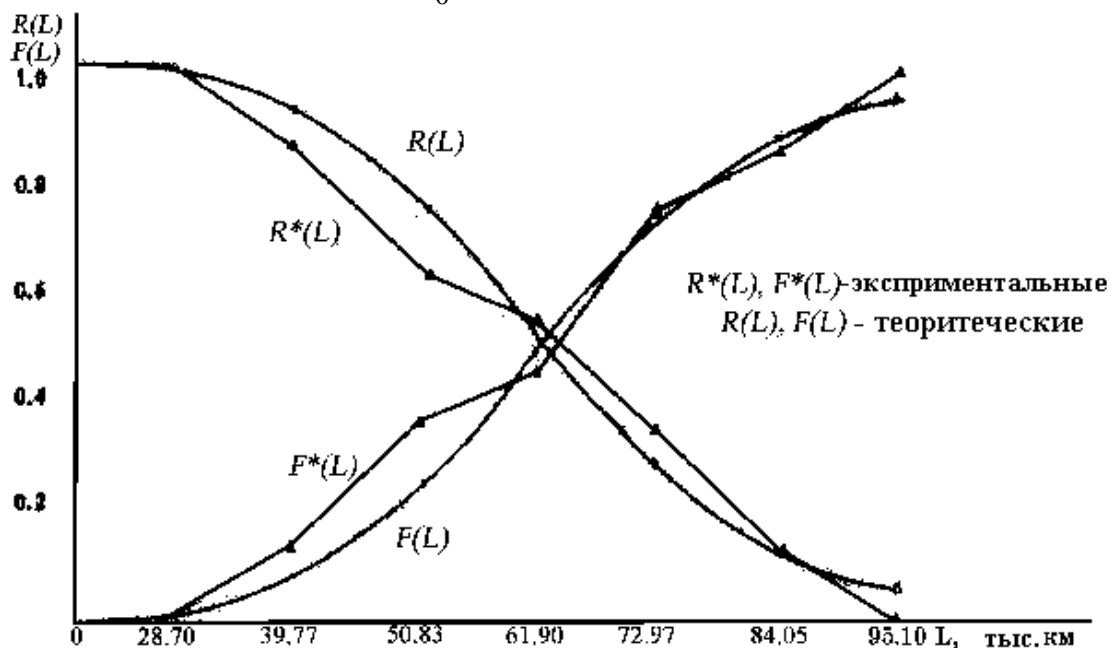


Рис. - 4. Графики изменения вероятности безотказной работы и отказов в зависимости от пробега ($R(L)$ -изменяется от 1 до 0;
 $F(L)$ -изменяется от 0 до 1)

Функция отказов - вероятность отказа является событием, противоположным вероятности безотказной работы.

Наработка на отказ - среднее значение пробега элемента технических средств между отказами:

$$L_o = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} L_i}{\sum_{i=1}^{N_0} m_i} \quad (4.3)$$

где: L_i - пробег i -го транспортного средства за период наблюдения;
 $m_i(1)$ - суммарное количество отказов анализируемых элементов по i -ому транспортному средству за пробег L .

Интенсивность отказов- вероятность отказа элемента технических средств в единицу пробега после данного момента пробега при условии, что отказ до этого момента не возникал (рис. 5).

Условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого изделия, определяемого для данного момента времени при условии, что отказа до этого момента не было.

$$\lambda(L) = \frac{f(L)}{R(L)}, \text{ или } \lambda(L) = \frac{N(L) - N(L + \Delta L)}{N(L)\Delta L}, \quad (4.4)$$

где: ΔL - интервал пробега;

$N(L)$ - количество работоспособных элементов технических средств на момент пробега L ;

$N(L + \Delta L)$ - количество работоспособных элементов технических средств на момент пробега $L + \Delta L$.

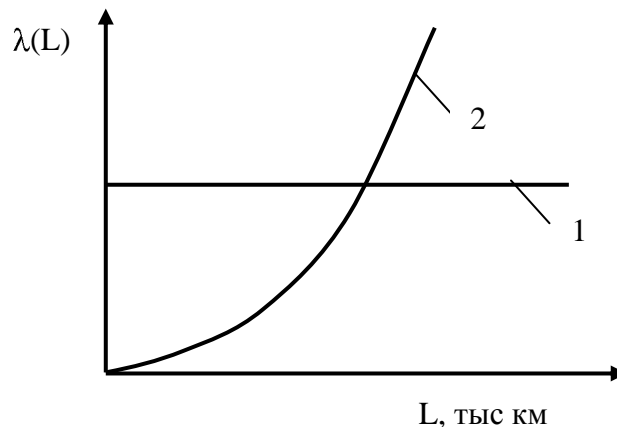


Рис.- 5. Изменение интенсивности отказов:
 для внезапных (1) и постепенных (2) отказов

Параметр потока отказов $\omega(L)$ - это плотность вероятности возникновения отказа восстанавливаемого изделия, определяемая для данного момента времени или пробега:

$$\omega(L) = \frac{m(L)}{N_0 \Delta L} \quad (4.5)$$

Ведущая функция потока отказов (функция восстановления) определяет накопленное количество вероятностей первого и последующих отказов изделия к пробегу L .

$$\Omega(L) = \sum_{k=1}^{\infty} F_k(L) \quad (4.6)$$

$F_k(L)$ - функция вероятности k -того отказа.

4.2.2 Показатели долговечности

К основным показателям долговечности относятся:

- средний ресурс и средний срок службы;
- гамма процентный ресурс и гамма- процентный срок службы (вероятность достижения предельного состояния).

Средний ресурс определяется по формуле:

$$L_{cp} = \frac{1}{N_0} \sum_{i=1}^{N_0} L_i, \quad (4.6)$$

где: L_i - наработка на отказа i -го элемента.

Срок службы технических средств измеряется в календарной продолжительности работы конструкции до предельного состояния.

Срок службы технических средств определяется физическим старением в процессе работы, а также моральными старением.

Гамма - процентным ресурсом - L_γ называется наработка, в течение которой объект не достигнет предельного состояния с заданной вероятностью, выраженной в процентах (рис 6).

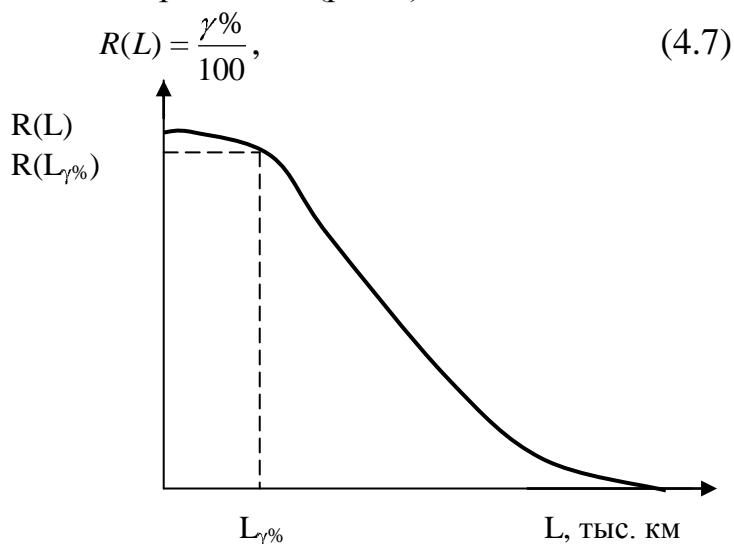


Рис. 6. Вероятность безотказной работы

4.2.3 Показатели ремонтпригодности

Основными показателями ремонтпригодности являются:

- средняя продолжительность и трудоемкость выполнения операций ТО и ремонта, которые применяются при нормировании и сравнении различных технических средств;

- вероятность восстановления технических средств в заданное время;

- средние затраты денежных средств и материалов на ТО и ремонт.

Под средним временем восстановления T_v понимают математическое ожидание времени восстановления работоспособности.

$$\bar{T}_e = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m t_{ei}, \quad (4.8)$$

где: t_{ei} - время устранения i -го отказа;

m - количество отказов, наблюдаемых в процессе испытаний или эксплуатации.

Вероятность восстановления технических средств в заданное время определяется следующим образом:

$$R_e^*(t) = 1 - \frac{n_e(t + \Delta t)}{N_e(t + \Delta t)} \quad (4.9)$$

где: $n_e(t + \Delta t)$ - число элементов, не восстановленных за промежуток времени от t до $t + \Delta t$;

$N_e(t + \Delta t)$ - общее число элементов, подлежащих восстановлению за этот же интервал времени.

Средние затраты денежных средств на ТО и ремонт определяются по формуле:

$$T_{T_\Sigma} = \sum_{i=1}^{K_{TO}} n_{TOi} \cdot T_{T_{TOi}} + \sum_{j=1}^{K_P} n_{Pj} \cdot T_{T_{Pj}} \quad (4.10)$$

где: K_{TO} и K_P - число видов ТО и ремонта, установленных для рассматриваемого вида технических средств;

n_{TOi} , n_{Pj} - число обслуживаний и ремонтов рассматриваемого вида за период эксплуатации L ;

$T_{T_{TOi}}$, $T_{T_{Pj}}$ - средняя стоимость обслуживания и ремонта рассматриваемого вида.

4.2.4 Показатели сохраняемости

Сохраняемость характеризуется *средним и гамма - процентным сроками сохраняемости изделия*.

Срок сохраняемости. Календарная продолжительность хранения и (или) транспортирования объекта, в течение которой сохраняются в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять заданные функции.

Средний срок сохраняемости. Математическое ожидание срока сохраняемости.

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} t f_c(t) dt, \quad (4.11)$$

где: $f_c(t)$ - плотность вероятности распределения срока сохраняемости, 1/день.

Гамма-процентный срок сохраняемости. Срок сохраняемости, достигаемый объектом с заданной вероятностью γ , выраженной в процентах.

$$\int_{T_{c,\gamma}}^{\infty} f_c(t) dt = \frac{\gamma\%}{100}, \quad (4.12)$$

где: $T_{c,\gamma}$ - Гамма-процентный срок сохраняемости, день.

Сохраняемость оказывает влияние на безотказность долговечность и ремонтпригодность кузовов, кабин, аккумуляторов, шин и других резинотехнических изделий, а также транспортного средства в целом.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие свойства обуславливают надежность?
2. Какие показатели относятся к безотказности?
3. Какие показатели относятся к долговечности?
4. Какие показатели относятся к ремонтпригодности?
5. Какие показатели относятся к сохраняемости?
6. При решении, каких практических задач может использоваться понятие ведущей функции параметра потока отказов?

Тема-5. Законы распределения отказов -4часа

План:

- 5.1 Случайные величины, события.
- 5.2 Распределения случайных величин.
- 5.3 Числовые характеристики.
- 5.4 Характерные законы распределения случайных величин для описания процессов изменения технического состояния изделий.
- 5.5 Законы распределения.

5.1 Случайные величины, события

Процессы, происходящие в природе и технике, могут быть подразделены на две большие группы: процессы, описываемые **функциональными зависимостями**, и **случайные** (вероятностные, стохастические) процессы.

Для **функциональных зависимостей** характерна жесткая связь между функцией (зависимой переменной величиной) и аргументом (независимой переменной величиной), когда определенному значению аргумента (аргументов) соответствует определенное значение функции. Например, зависимость пройденного пути от скорости и времени движения.

Вероятностные (**случайные**) процессы происходят под влиянием многих переменных факторов, значение которых часто неизвестно. Поэтому результаты вероятностного процесса могут принимать различные коли-

чественные значения, т. е. обнаружить *рассеивание* или, как говорят, *вариацию*, и называются случайными величинами.

Детали выходят из строя при разных наработках предельного состояния L_1, L_2, \dots, L_N . Отказ - событие достоверное, а пробег, при котором происходит отказ, величина случайная.

5.2 Распределения случайных величин

Для решения инженерных задач (например, определения потребности в замене деталей, сборочных единиц, агрегатов на планируемый период по парку технических средств, или планирования производства запасных частей) требуется знание ресурса и как группируются частные ресурсы около среднего.

Так возникает необходимость в знании закона распределения отказов (наработок на предельное состояние). **Под законом распределения** случайных величин понимают всякое соотношение, устанавливающее связь между возможными значениями случайной величины L и соответствующими им плотностями вероятности $f(L)$, функциями $F(L)$, вероятностями $R(L)$. Каждая из перечисленных зависимостей однозначно определяет закон распределения. Закон распределения - это связь между случайной величиной L и частотой ее появления (p)

$$p = \frac{m}{N}, \quad (5.1)$$

где: m - количество отказов по интервалам пробега;
 N - объём выборки.

5.3 Числовые характеристики

Если зафиксировать значения параметров технического уровня Y_d , то моменты достижения этого состояния (ресурса) L_p у разных изделий будут различны, т.е. наработка на отказ будет случайной величиной и будет иметь вариацию (рис 7).

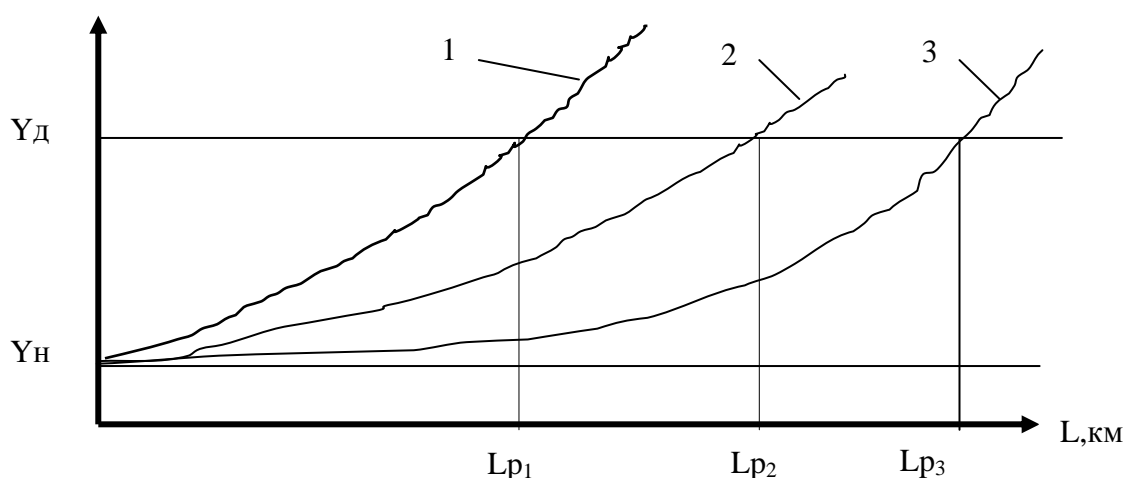


Рис. 7. Вариация ресурса и технического состояния изделия

Характеристиками случайной величины L при N_0 реализациях служат:

среднее значение:

$$\bar{L} = \frac{L_1 + L_2 + \dots + L_n}{N_0} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} l_i}{N_0} \quad (5.2)$$

среднеквадратическое отклонение:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_0} (l_i - \bar{L})^2}{N_0 - 1}}, \quad (5.3)$$

коэффициент вариации:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{L}} \quad (5.4)$$

Если L_{cp} в механической интерпретации - центр тяжести, то дисперсия момент инерции относительно этого центра тяжести, т.е. L_{cp} , $\sigma = \sqrt{D}$, $D = \sigma^2$

Коэффициент вариации V служит для предварительного определения закона распределения отказов.

5.4 Характерные законы распределения случайных величин для описания процессов изменения технического состояния изделия

Характерные законы распределения отказов, законы распределения случайных величин зависят от причин возникновения отказов.

Износные отказы хорошо подчиняются нормальному закону распределения (закон Гаусса).

Поломки, обусловленные разрушающими усилиями отражаются экспоненциальными законами.

Отказ из-за старения материалов отражается законом Вейбулла-Гнеденно.

При совместном действии изнашивания и старения применим логарифмически-нормальный закон распределения.

Каждый из законов обладает определенными свойствами, использование которых позволяет предвидеть отказы элементов, принимать заранее необходимые меры, и в целом прогнозировать возникновение отказов.

5.5 Законы распределения

Нормальный закон распределения. Такой закон формируется тогда, когда на протекание исследуемого процесса и его результат влияет сравнительно большое число независимых элементарных факторов, каждый из которых в отдельности оказывает лишь незначительное действие по сравнению с суммарным влиянием всех остальных. Нормальный закон относится к двухпараметрическому, т.е. зависит от L_{cp} и σ (рис 8).

Плотность вероятности безотказной работы:

$$f(L) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times \exp\left(-\frac{(L-\bar{L})^2}{2\sigma^2}\right) \quad (5.5)$$

Вероятность безотказной работы:

$$R(L) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_L^{\infty} \exp\left(-\frac{(l-\bar{L})^2}{2\sigma^2}\right) dl, \quad (5.6)$$

Функция (вероятность) отказов:

$$F(L) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^L \exp\left(-\frac{(l-\bar{L})^2}{2\sigma^2}\right) dl, \quad (5.7)$$

Закон распределения Вейбулла – Гнеденко. Этот закон проявляется в модели так называемого «слабого звена». Если система состоит из группы независимых элементов, отказ каждого из которых приводит к отказу всей системы, то в такой модели рассматривается распределение времени (пробега) достижения предельного состояния системы как распределение соответствующих минимальных значений x_i (рис 9).

Плотность вероятности безотказной работы:

$$f(L) = \frac{b}{a} \left(\frac{L}{a}\right)^{b-1} \times \exp\left[-\left(\frac{L}{a}\right)^b\right], \quad (5.8)$$

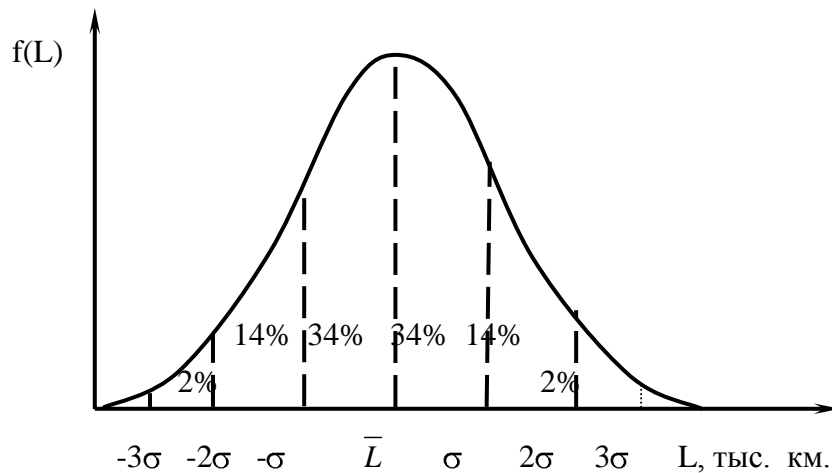


Рис. 8. Плотность вероятности безотказной работы

Вероятность безотказной работы:

$$R(L) = \exp\left[-\left(\frac{L}{a}\right)^b\right], \quad (5.9)$$

Вероятность возникновения отказа:

$$F(L) = 1 - R(L) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{L}{a}\right)^b\right], \quad (5.10)$$

где: а и b параметры распределения

$$a = \frac{\bar{L}}{K_B}, \quad (5.11)$$

K_B - вспомогательный коэффициент;

Параметры (b) и (K_B) определяется из специальных таблиц в зависимости от коэффициента вариации или через гамма функции распределения:

$$K_B = \Gamma\left(1 + \frac{1}{B}\right), \quad (5.12)$$

где: $\Gamma(1+1/B)$ - гамма функции.

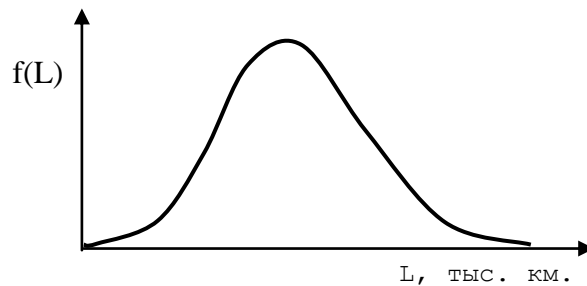


Рис. 9. Плотность вероятности безотказной работы.

Логарифмически нормальный закон распределения. Если на протекание исследуемого процесса и его результат влияет сравнительно большое число случайных и взаимонезависимых факторов, интенсивность действия, которых зависит от достигнутого случайной величиной состояния, то возникают условия для логарифмически нормального закона (рис 10).

Плотность вероятности безотказной работы:

$$f(L) = \frac{1}{L\sigma\sqrt{2\pi}} \times \exp\left(-\frac{(\ln L - a)^2}{2\sigma^2}\right), \quad (5.13)$$

Среднее значение:

$$\bar{L}_{cp} = \exp\left(a + \frac{\sigma^2}{2}\right), \quad (5.14)$$

Вероятность безотказной работы:

$$R(L) = \frac{1}{2} - \frac{1}{2}\Phi\left[\frac{\ln L - a}{\sigma}\right], \quad (5.15)$$

$\Phi[\cdot]$ -функция Лапласа.

Вероятность возникновения отказа:

$$F(L) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2}\Phi\left[\frac{\ln L - a}{\sigma}\right], \quad (5.16)$$

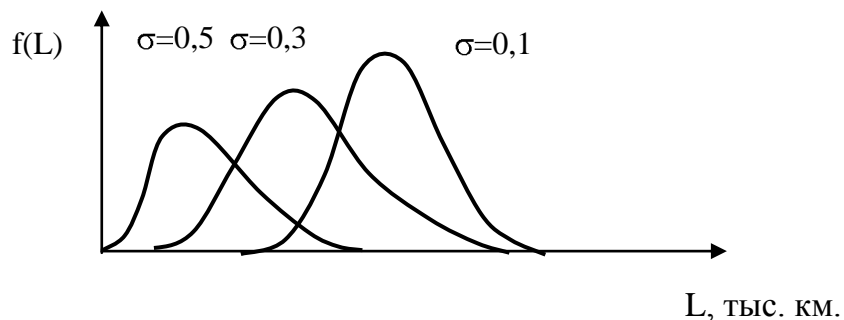


Рис. 10. Плотность вероятности безотказной работы

Экспоненциальный закон распределения. Этот закон распределения является однопараметрическим, что облегчает расчеты (рис 11).

Плотность вероятности безотказной работы:

$$f(L) = \lambda e^{-\lambda L} \quad (5.17)$$

λ - интенсивность отказов

$$\lambda = \frac{1}{L_{cp}}, \quad (5.18)$$

Вероятность безотказной работы:

$$R(L) = \exp(-\lambda L), \quad (5.19)$$

Функция(вероятность) отказов:

$$F(L) = 1 - \exp(-\lambda L), \quad (5.20)$$

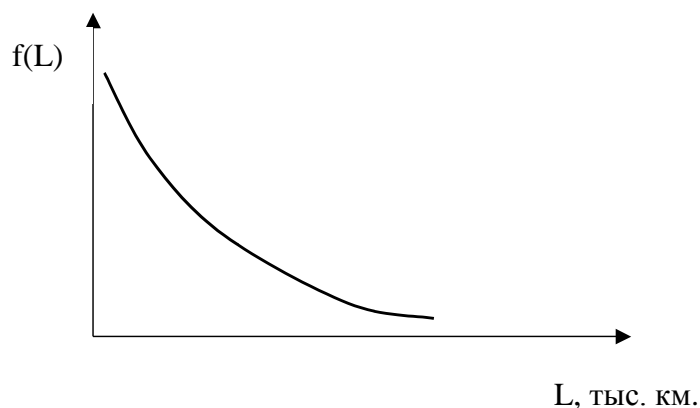


Рис. 11. Плотность вероятности безотказной работы

Вопросы для самоконтроля

1. Что понимается под законом распределения случайных величин?
2. На основании, какого параметра предварительно определяется закона распределения?
3. К какому закону распределения подчиняется отказ детали из-за его старения?
4. Как изменяется вариация ресурса и технического состояния?
5. Какие параметры относятся к характеристикам случайной величины?

Тема-6. Факторы, влияющие на надежность - 2 часа

План:

1. Конструктивные факторы.
2. Эксплуатационные факторы.
3. Технологические факторы.

6.1 Конструктивные факторы

К конструктивным факторам относятся: уровень надежности, уровень сложности конструкции.

Уровень надежности. Уровень надежности оценивается эксплуатационными показателями ТС, т.е. затратами на его изготовление и содержание в технически исправном состоянии в процессе эксплуатации.

Сложность конструкции. При проектировании ТС необходимо учитывать требования, предъявляемые к каждой детали, к каждому узлу, а также конструктивные особенности.

$$R_{ТС} = R_D(L) \times R_C(L) \times R_{КП}(L) \times \dots \times R_i(L) = \prod_{i=1}^n R_i(L), \quad (5.1)$$

где: $R_{ТС}(L)$ - вероятность безотказной работы транспортного средства;

$R_D(L)$ - вероятность безотказной работы двигателя;

$R_C(L)$ - вероятность безотказной работы сцепление;

$R_{КП}(L)$ - вероятность безотказной работы коробки передач;

$R_i(L)$ - вероятность безотказной работы i -го агрегата;

n – число агрегатов.

Чем сложнее конструкция, тем ее надежность снижается, в связи с этим для каждого элемента вероятность безотказной работы берется больше 0,999.

Уровень унификации. Унификация-это свойство сборочных единиц и агрегатов, характеризующее сокращением числа их типов одного и того же назначения, применяемых в технических системах.

Унификация намного упрощает и удешевляет процессы ремонта и ТО, сводит к минимуму потребную номенклатуру запасных частей и крепежных деталей.

6.2 Эксплуатационные факторы

К Эксплуатационным факторам относятся: дорожные условия, климатические условия, транспортные условия, интенсивность эксплуатации, квалификация водителя.

Интенсивность эксплуатации. Интенсивность эксплуатации зависит от технических скоростей, уровня использования мощности двигателя, суточного, сезонного, годового пробегов, режимов движения (городской, международной и др.).

Квалификация водителя. Квалификация водителя оценивается качеством вождения. Качество вождения обуславливает соответствие режимов работы дорожным условиям и степень приближения их к оптимальным. Оно определяется, мастерством вождения.

Мастерство вождения ТС заключается в достижении высоких технических скоростей движения при обеспечении безопасности, плавности хода и установленного расхода топлива. Мастерство вождения достигается расчетливостью движения и точностью выполнения приемов управления ТС.

Показателями мастерства вождения могут быть: минимальное число переключений передач, разгонов, торможений; минимально возможный период скоростей и нагрузок; отсутствие частых и резких поворотов; обес-

печение плавности хода; поддержание соответствующего теплового режима; соблюдение безопасных дистанций; правильный выбор скоростного и нагрузочного режимов, соответствующих условиям движения.

Дорожные условия определяют режим работы технических средств. Они характеризуются технической категорией дороги (всего пять категорий), видом и качеством дорожного покрытия, определяющих сопротивление движению ТС; элементами дороги в плане и профиле (шириной дороги, радиусами закруглений, уклоном подъемов и спусков).

Транспортные условия (условия перевозки) наряду со скоростью движения, характеризуются длиной груженой ездки $l_{г}$, коэффициентами использования пробега β , грузоподъемности γ , прицепов $K_{пр}$, родом перевозимого груза.

Природно - климатические условия характеризуются температурой окружающего воздуха, влажностью, ветровой нагрузкой, уровнем солнечной радиации и некоторыми другими параметрами.

6.3 Технологические факторы

К технологическим факторам относятся: качество технического обслуживания и ремонта, качество используемых эксплуатационных материалов, запасных частей и качество хранения.

Качество ТО и Р технических средств существенно влияет на изменение их технического состояния, следовательно, и на надежность, топливную экономичность и безопасности движения.

Качество эксплуатационных материалов характеризуется соответствием их показателей требованиям ГОСТ, конструктивным особенностям механизмов, в которых они применяются, климатическим или сезонным условиям и режимам эксплуатации ТС. Применение не соответствующих эксплуатационных материалов вызывает резкое ухудшение эксплуатационных свойств ТС.

Качество запасных частей во многом влияет на надежность ТС.

Запасные части бывают новые, отремонтированные, бывшие в употреблении, от другой модели ТС и изготовленные в хозяйстве.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие факторы влияют на надежность ТС?
2. Какие факторы относятся к конструктивным?
3. Какие факторы относятся к эксплуатационным?
4. Какие факторы относятся к технологическим?
5. Что понимается под сложностью конструкции?
6. Как влияет уровень унификации на надежность ТС?

Тема-7. Испытание изделий на надежность, сбор и обработка информации в процессе эксплуатации -4 часа

План:

- 7.1 Цель испытаний на надежность.
- 7.2 Виды испытаний на надежность.

- 7.3 Объект испытаний на надежность.
- 7.4 Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность.
- 7.5 Испытания опытных и серийных образцов.
- 7.6 Планы испытаний на надёжность.
- 7.7 Цели и задачи сбора и обработки информации.
- 7.8 Общие требования к содержанию программы наблюдений.
- 7.9 Основные требования к методам сбора информации.
- 7.10 Основные требования к обработке и анализу информации.
- 7.11 Общие требования к составу регистрируемой информации и формам документов.

7.1 Цель испытаний на надежность

Целью испытаний ТС на надежность (подконтрольной эксплуатации) является определение показателей свойств надежности и их оценок путем сбора и статистической обработки полной и достоверной информации.

Под оценками показателей надежности понимают точечную или интервальную (в границах доверительного интервала) оценку, которая с заданной вероятностью содержит истинное значение показателей.

Оценки показателей надежности используют при количественном анализе надежности или при контроле показателей надежности с помощью доверительных *границ*.

Для вычисления оценок показателей надежности проводят:

1. Выбор плана испытаний на надежность.
2. Планирование испытаний.
3. Сбор необходимой информации.
4. Статистическую обработку информации.

7.2 Виды испытаний на надежность

Испытания на надежность могут быть **исследовательскими**, проводимыми для изучения факторов, влияющих на надежность, и **контрольными**, цель которых – оценка уровня надежности данного изделия. По месту проведения испытания могут быть **стендовыми, полигонными и эксплуатационными**.

В зависимости от решаемых задач испытания на надежность бывают:

по целям:

определительные;
контрольные;
исследовательские.

по срокам:

ускоренные;
неускоренные.

по методу проведения:

разрушающие;

неразрушающие.

по этапам жизненного цикла изделия:

на стадии исследований, обоснований разработок, разработок;

на стадии производства;

на стадии эксплуатации.

Определительные испытания (эксплуатационные наблюдения) на работоспособность проводят по определенным правилам и программам, регламентированным стандартами и методами, учитывающими опыт развития испытательной техники.

Основное требование при их проведении – обеспечение достоверности, заданной точности и сопоставимости результатов измерений, оценок параметров и показателей эксплуатационных свойств.

Контрольные испытания проводят для контроля качества продукции, оценки уровня надежности изделия и его сравнения с нормативным для экономически целесообразной эксплуатации АТС

Контрольные испытания бывают: **предварительные, государственные, межведомственные, ведомственные, периодические** (для изделий текущего производства), **типовые** (проводят до и после внесения изменений в конструкцию для определения эффективности последних), **приемосдаточные** (для проверки соответствия изделия и его частей ТУ).

Исследовательские испытания проводят для изучения факторов, влияющих на надежность, выявления связей между изменениями параметров рабочих процессов и для определения эффективности применения машин в эксплуатации.

7.3 Объекты испытаний на надежность.

Объект – общее наименование изделия (ТС, узел, деталь и т.д.).

Система – объект, предназначенный для самостоятельного выполнения заданных функций.

Объектом испытаний могут быть:

- образцы;
- детали;
- узлы машины;
- машина в целом;
- система машин (когда показатели надежности учитывают взаимодействие отдельных машин, связанных в единый производственный комплекс).

Объектами испытаний на надежность должны быть однотипные изделия, не имеющие конструктивных или других различий, изготовленные по единой технологии и испытываемые в идентичных условиях.

Выборочный метод состоит в том, что вместо общей или генеральной совокупности объектов, изучается только часть этих единиц. Иными словами производится выборка из генеральной совокупности. По результатам исследования выборки делается заключение о характеристиках генеральной совокупности.

Основной признак выборочного метода – случайный отбор единиц из генеральной совокупности. Любая из единиц генеральной совокупности имеет равную возможность с остальными единицами попасть в выборку. Полученная в результате такого отбора выборка является представительной (репрезентативной)

Репрезентативность означает, что выборка правильно отражает все характерные особенности генеральной совокупности.

7.4 Характеристики, оцениваемые при испытаниях на надежность

Могут быть две группы характеристик изделий, которые являются объектом измерений и оценки при испытаниях.

1. Характеристики процессов старения, разрушения и определение соответствующей их степени повреждения изделия (причин изменения технического состояния и потери работоспособности).

2. Характеристики изменения выходных параметров изделия (мощность, КПД, расход топлива), оценка процессов повреждения или изменения выходных параметров изделия.

При испытаниях материалов исследуются те процессы, которые приводят к их разрушению или изменению свойств. Для деталей и сопряжений, кроме повреждений определяются выходные параметры -точность движения, изменения взаимного положения, коэффициент трения и др.

Для механизмов, узлов и, тем более, машин основным объектом измерений являются их выходные параметры.

7.5 Испытания опытных и серийных образцов

Испытания на надежность опытных образцов проводят в составе предварительных или приемо-сдаточных испытаний. Их часто проводят ускоренными методами

Испытания на надежность установочной серии проводят при постановке изделий на серийное производство или при выпуске первой промышленной партии. На этапе серийного производства - в составе периодических или типовых испытаний.

7.6 Планы испытаний на надёжность

Устанавливают количество объектов испытаний, порядок проведения испытаний (восстановлением работоспособного состояния изделия после отказа, заменой отказавшего изделия или без восстановления и замены), и критерий его прекращения. Условно планы испытаний обозначают в виде совокупности букв (по ГОСТ 27.410-87).

1. Для завершённых испытаний: NUN],
 - а) Первая буква: N- число объектов (объём выборки);
 - б) Вторая буква (степень и характер восстановления объектов): U - отказавший объект не восстанавливают, не заменяют;
 - в) Третья буква: N- число отказавших изделий;
2. Для усечённых испытаний: [NUZ]
 - а) Первая буква: N- число объектов (объём выборки);

б) Вторая буква (степень и характер восстановления объектов): U - отказавший объект не восстанавливают, не заменяют;

в) Третья буква: Z- учитывает наработку отказавших и не отказавших изделий.

Вопросы для самоконтроля

1. С какой целью проводятся испытания изделий на надежность?
2. Какие виды испытаний на надежность могут быть?
3. Какие требования предъявляются к программам наблюдений?
4. Что включает в себя первичная информация о надёжности изделия?

7.7 Цели и задачи сбора и обработки информации

Сбор информации о надёжности предусматривает проведение постоянных, периодических или разовых наблюдений за изделиями, фиксация их результатов на носителях информации, изучение справочных данных о надёжности составных частей изделий с учётом их функциональной структуры, о надёжности изделий аналогов и прототипов, проведения экспертной оценки, изучения данных о свойствах материалов, элементов изделий, нагрузках, механизмах отказов, условиях эксплуатации, производственно технической базе.

7.8 Общие требования к содержанию программы наблюдений

1. Программы наблюдений по конкретным изделиям составляют в соответствии с техническим заданием на проведение сбора и обработки информации.
2. Программа наблюдений, в общем случае, определяет:
 - цели и задачи сбора информации;
 - перечень наблюдаемых изделий;
 - число изделий;
 - продолжительность наблюдений;
 - номенклатуру показателей, по которым собирают информацию;
 - периодичность обследований;
 - сроки проведения работ;
 - периодичность и формы отчетности и др.

7.9 Основные требования к методам сбора информации

1. Сбор информации должен предусматривать проведение постоянных, периодических или разовых наблюдений за изделиями в эксплуатации.
2. Сбор информации осуществляется на основании:
 - данных учета, проводимого эксплуатационными и ремонтными предприятиями (путевой лист, ремонтный лист, требование на запасные части);
 - результатов наблюдений за изделиями в эксплуатации;

- применения опросных листов (экспертных методов);

3. В процессе сбора информации производят обследование технического состояния изделия на месте его эксплуатации:

- эксплуатационных и ремонтных документов по ГОСТ;
- акты расследования аварий;
- акты рекламаций.

4. Результаты обследования отражают в документах первичной информации о надежности и др.

7.10 Основные требования к обработке и анализу информации

Вся полученная информация в процессе наблюдения является эмпирической. Чтобы ее использовать на практике необходимо, установить теоретические закономерности. Поэтому обработка информации включает:

1. классификацию и кодирование исходных данных;
2. контроль полноты, достоверности и однородности информации;
3. внесение уточнений в исходные данные (при необходимости);
4. копирование исходной информации (при необходимости);
5. перевод содержания исходной информации, на компьютер;
6. оценку показателей свойств надежности;
7. классификацию причин отказов и предельных состояний по видам, связанных с изготовлением, ремонтом и эксплуатацией и их анализ;
8. подготовку исходных данных для разработки мероприятий, направленных на выявление недостатков и повышение надежности изделий в эксплуатации.

7.11 Общие требования к составу регистрируемой информации и формам документов

1. Первичная информация о надежности изделия включает:

- данные о месте и условиях эксплуатации;
- общие сведения об изделии;
- характеристику отказов.

2. Данные о месте и условиях эксплуатации фиксируют один раз в начале наблюдений.

Эти данные включают:

- наименование и адрес предприятий;
- характеристику внешних условий (грунт, температурные условия, влажность среды, химическую активность и др.);
- условия использования изделия (загрузку, непрерывность и цикличность работы и т.д.);
- характеристику производственно - технической базы и систему ТО и ремонт;
- условия хранения изделий.

Вопросы для самоконтроля

1. С какой целью проводятся испытания изделий на надежность?

2. Какие виды испытаний на надежность могут быть?
3. Какие требования предъявляются к программам наблюдений?
4. Что включает в себя первичная информация о надежности изделия?
5. Какие требования предъявляются к содержанию программ наблюдений?
6. Основные требования к обработке и анализу информации.
7. Какая информация регистрируется во время испытаний?
8. Какие документы используются во время испытаний?
9. Какие требования предъявляются к методам сбора информации?

Раздел.2. Основы диагностики технических средств

Тема-8. Основные понятия о диагностике и их определения - 2 часа

План:

- 8.1. Определение, цель и задачи диагностики.
- 8.2. Основные требования к диагностике.
- 8.3. Автоматизация процесса диагностики.
- 8.4. Диагностическое обеспечение технических средств на стадиях создания и эксплуатации.

8.1 Определение, цель и задачи диагностики

Для повышения эффективности ТО и ремонта технических средств требуется индивидуальная информация о их техническом состоянии до и после обслуживания или ремонта. При этом необходимо, чтобы получение указанной информации было доступным, не требовало бы разборки агрегатов и механизмов и больших затрат труда. Индивидуальная информация о скрытых и назревающих отказах позволяет предотвратить преждевременный или запоздалый ремонт и профилактику, а также проконтролировать качество выполняемых работ. Средством получения такой информации является техническая диагностика технических средств.

Термин «диагностика» происходит от греческого слова «диагнозис», что означает распознавание, определение.

Диагностика технического состояния технических средств – отрасль науки, изучающая и устанавливающая признаки неисправного состояния, причины, методы, и оборудование, при помощи которых дается заключение о техническом состоянии агрегатов и систем без разборки и прогнозирование их исправной работы.

Диагностирование является частью контроля технического состояния автомобиля. Снятие отдельных деталей для присоединения измерительных приборов не является разборкой.

Техническая диагностика изучает признаки неисправностей автомобиля, методы, средства и алгоритмы определения его технического состояния без разборки, а также технологию и организацию использования систем диагностирования в процессах ТЭА ТС.

Диагностирование дает возможность получения индивидуальной информации о скрытых и назревающих отказах и позволяет предотвращать преждевременный отказ, запоздалый ремонт или несвоевременные профилактические работы, а так же проконтролировать качество ТО и Р.

Диагностика повышает надежность и ресурс технических систем и позволяет сэкономить трудовые и материальные ресурсы.

Другими словами: основной задачей технической диагностики является распознавание состояния технической системы в условиях ограниченной информации. Теоретическим фундаментом для решения основной задачи технической диагностики следует считать общую теорию распознавания образов и теорию информации. Техническая диагностика изучает алгоритмы распознавания применительно к задачам диагностики.

При внедрении диагностики на АТП наблюдается: снижение затрат при текущем ремонте 8...12%; сокращение расхода запасных частей на 10...12% и расход топлива на 2...5%; повышение пробега шин на 5% и коэффициента технической готовности на 3...5%.

8.2 Основные требования к диагностике

Основными требованиями к диагностике являются:

1. Развитие бортовой и встроенной диагностики.
2. Расширение номенклатуры диагностических параметров.
3. Получение индивидуальной информации.
4. Применение микропроцессорной техники в СТД, при хранении и обработке информации, выдача информации в виде готовых выводов, а не параметров.
5. Согласование внешних и встроенных СТД.
6. Повышение точности и достоверности диагностирования

8.3 Автоматизация процесса диагностики

В последние годы отмечается тенденция усложнения и совершенствования диагностического оборудования за счет широкого применения микропроцессорной техники, автоматизации рабочих процессов, упрощения подключения и приведения в действие оборудования. Например, все ведущие фирмы (Германии, Венгрии, Южной Кореи, США, Японии и др.) перешли к выпуску автоматизированных мотор - тестеров. При этом все процессы замера значений параметров и постановки диагноза производятся автоматически с помощью микропроцессора, и на экран дисплея в итоге выводятся обработанные результаты диагностирования в виде указаний по проведению необходимых ремонтно-регулирующих операций и замен.

8.4 Диагностическое обеспечение технических средств на стадиях создания и эксплуатации

Основные конструктивные мероприятия, направленные на диагностическое обеспечение технических средств:

1. упрощение конструктивной схемы технических средств, уменьшение числа составляющих элементов путем ее рационализации;

2. установка различных датчиков, контрольно-измерительных и регистрирующих устройств, сигнализирующих об изменении технического состояния и о возникновении отказов основных элементов технических средств;

3. повышение уровня ремонтпригодности технических средств более рациональной компоновкой ее элементов;

4. повышение приспособленности технических средств к диагностическим процедурам.

В процессе эксплуатации технических средств техническая диагностика проводится в следующих случаях:

- перед вводом в эксплуатации технических средств;
- во время или перед ТО и ТР;
- после проведения ТО и ТР.

Требования к технической диагностике в процессе эксплуатации технических средств:

1. Соответствовать требованиям, обусловленным особенностями технической эксплуатации ТС.

2. Обеспечение своевременности проверки технического состояния и предотвращение простоев ТС по техническим причинам.

3. Обеспечение высокой точности измерений с малой трудоемкостью.

4. Экономическая целесообразность.

8.5 Основные термины диагностики

Рассматриваемые основные термины в области диагностики технического состояния транспортного средства базируются на общем представлении его как о материальном воплощении некоторой организации, т. е. структура и поведение.

Дефект - под ним следует понимать любое несоответствие свойств объекта заданным, требуемым или ожидаемым его свойствам.

Поиск дефекта - заключается в указании с определенной точностью его местоположения в объекте диагностирования.

Обнаружение дефекта - установление факта его наличия или отсутствия в объекте.

Контроль - есть процесс сбора и обработки информации с целью определения технического состояния объекта. Диагностирование является частью контроля технического состояния ТС. Для целей контроля, в отличие от диагностики, возможна разборка объекта.

Параметр - качественная мера, характеризующая свойство системы, элемента, явления, процесса.

Выходной параметр - качественная мера внешнего проявления свойств системы (ТС).

Входной параметр - качественная мера воздействия на систему (ТС) извне.

Структура разновидностей систем диагностирования

Диагностирование данного объекта (автомобиля, агрегата, механизма) осуществляется согласно алгоритму (совокупности последовательных действий), установленному технической документацией. Комплекс, включающий объект, средства и алгоритмы, образуют систему диагностирования.

Системы диагностирования классифицируются по следующим признакам:

По сбору информации;

Функциональная - когда диагностирование проводят в процессе работы объекта.

Тестовая - когда при измерении диагностических параметров работу объекта воспроизводят искусственно.

По измерению диагностического параметра;

Универсальная - предназначенная для нескольких различных диагностических процессов.

Специальная - обеспечивающая только один диагностический процесс.

По постановке диагноза;

Общая (объект в целом) - определяющая техническое состояние объекта на уровне «годен, негоден».

Локальная для диагностирования составных частей объекта (агрегатов, систем, механизмов).

По обработке информации;

Автоматизированная и ручная.

Контролепригодность

Возможности диагностирования многих агрегатов и механизмов в большой степени зависят от их контролепригодности.

Контролепригодностью называется приспособленность ТС к диагностическим работам, обеспечивающим заданную достоверность информации о техническом состоянии объекта при минимальных затратах труда, времени и средств на его диагностирование. Коэффициент контролепригодности для комплекса диагностических операций:

$$K_K = \frac{T_o}{T_o + T_d}, \quad (11.1)$$

где: T_o - основная трудоемкость диагностирования, чел.-ч.;

T_d - дополнительная трудоемкость (подключение диагностических средств, датчиков, вывод объекта на тестовый режим и т.д.), чел.-ч.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова цель технической диагностики?
2. На основании чего ставится диагноз о техническом состоянии?
3. Что называется диагностированием?

4. В процессе эксплуатации, в каких случаях производится диагностирование?
5. Зарубежный опыт по диагностированию технического состояния ТС.
6. Какие требования предъявляются к техническому диагностированию ТС?
7. Что такое дефект?
8. Что такое функциональная система диагностирования?
9. Что такое общая система диагностирования?
10. Как определяется контролепригодность?
11. Как можно повысить уровень контролепригодности ТС?

Тема-9. Диагностические симптомы, параметры и нормативы.

2-часа

План:

- 9.1. Структурные параметры.
- 9.2. Диагностические симптомы.
- 9.3. Диагностические параметры.
- 9.4. Классификация диагностических параметров.
- 9.5. Диагностические нормативы
- 9.6. Методы определения периодичности диагностирования.

9.1 Структурные параметры

Каждый объект диагностирования можно представить в виде *системы* - т.е. упорядоченной совокупности совместно действующих объектов, предназначенных для выполнения заданных функций.

Структура системы – определенная взаимосвязь, взаиморасположение элементов системы, характеризующая устройство и конструкцию системы.

Структурный параметр – качественная мера, характеризующая свойства структуры системы (например, ее техническое состояние).

Структурный параметр в большинстве случаев не поддается измерению без разборки узла. Разборка всегда связана с затратами и уменьшением остаточного ресурса (рис 12).

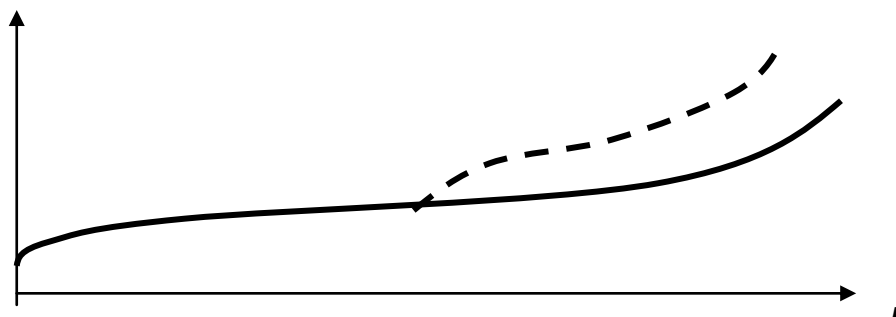


Рис. 12. Изменение интенсивности изменения структурного параметра после разборки узла.
S-структурный параметр, L-пробег.

<hr/>	изменение структурного параметра без разборки узла
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>	изменение структурного параметра при разборке узла.

Возможность непосредственного измерения в процессе эксплуатации структурных параметров (износов, зазоров) ограничена. Поэтому пользуются косвенными признаками, отражающими техническое состояние объекта.

9.2 Диагностические симптомы

Диагностический симптом является качественным проявлением изменения свойства структуры системы.

Диагностические симптомы по объему, характеру и взаимозависимости информации, которую они дают о неисправности или отказе диагностируемого объекта, группируют на три группы:

Частные диагностические симптомы, которые независимо от других указывают на вполне конкретную неисправность узла или механизма. Например, строго локализованные параметры шума или вибрации указывают на износ и увеличенный зазор конкретного подшипника диагностируемого узла.

Общие (интегральные) диагностические симптомы, характеризующие техническое состояние объекта диагностики в целом. Например, мощность двигателя на заданном скоростном режиме, суммарный люфт агрегатов трансмиссии. Интегральные симптомы не дают указаний о конкретной неисправности.

Взаимозависимые симптомы – комплексы диагностических симптомов, характеризующие неисправность только по совокупности нескольких параметров, обнаруженных и измеренных одновременно. Например, обгорание или неплотное прилегание к седлам впускных клапанов можно обнаружить при наличии одновременно двух симптомов, а именно: "хлопки" в карбюраторе при пуске двигателя и неустойчивая, с перебоями, его работа без нагрузки при большой частоте вращения коленчатого вала.

9.3 Диагностические параметры

Диагностический параметр - это качественная мера проявления технического состояния ТС, его агрегата или узла по косвенному признаку, определение количественного значения которого возможно без разборки.

Закономерности изменения диагностических параметров должны быть аналогичны закономерностям изменения структурных параметров, характеризующих техническое состояние.

Связи между структурными и диагностическими параметрами делятся на единичные (одному структурному соответствует один диагностический), множественные (одному структурному соответствует несколько диагностических), неопределенные (нескольким структурным соответствует один диагностический) и комбинированные (с любым сочетанием связей).

Для обеспечения надлежащей достоверности и экономичности диагностирования диагностические параметры должны быть чувствительны, однозначны, стабильны и информативны.

Чувствительность диагностического параметра определяется степенью его изменения при ухудшении технического состояния объекта. Характеризуется коэффициентом чувствительности (рис. 13):

$$K = \frac{dS}{dY}$$

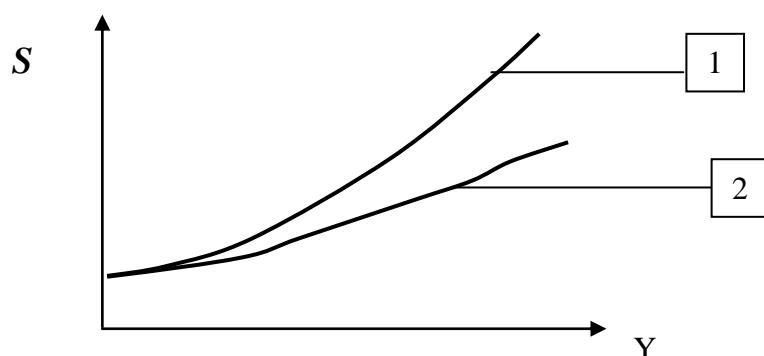


Рис. 13. Характеристика высокочувствительного (1) и малочувствительного (2) диагностических параметров, S – диагностический параметр, Y – структурный параметр.

Однозначность диагностического параметра означает отсутствие экстремума в диапазоне от начального S_n до предельного $S_{пр}$ значения параметра технического состояния (рис. 14).

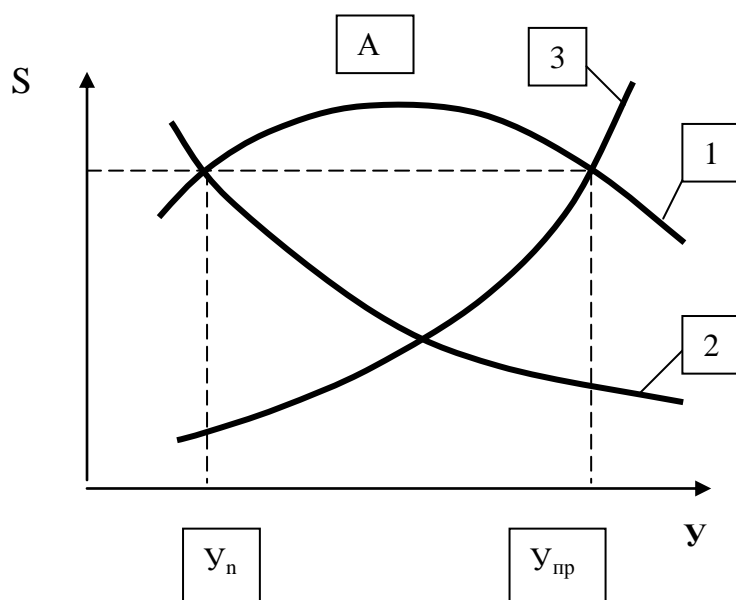


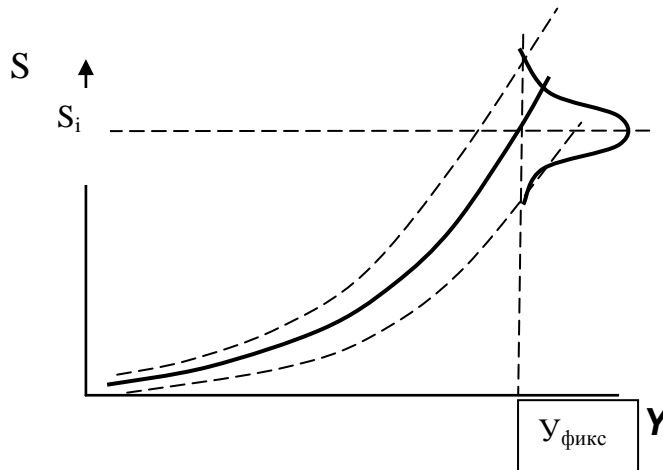
Рис. 14. Характеристика неоднозначного (1) диагностического параметра с экстремумом в точке А, однозначных параметров: убывающего-(2) и возрастающего (3). S – диагностический параметр, Y – структурный параметр.

Информативность – определяется снижением неопределенности технического состояния объекта после измерения данного диагностического параметра

$$J_i = H_n - H_i \text{ (бит)}$$

где: H_n – полная неопределенность, H_i – остаточная неопределенность после измерения i - того диагностического параметра.

Стабильность - диагностического параметра определяют наибольшим отклонением его величины от среднего значения, характеризующего рассеивание параметра при неизменных условиях измерения (рис.15)



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N_0} (S_i - S_{cp})^2}{n-1}}$$

Рис.15. Плотность распределения результатов замеров значения диагностического параметра S_i при фиксированном значении структурного параметра $Y_{\text{фикс}}$.

Нестабильность диагностического параметра снижает достоверность оценки технического состояния объекта.

9.4 Классификация диагностических параметров

Диагностические параметры классифицируются по следующим признакам:

1. По принципу образования:
 - а. параметры рабочих процессов;
 - б. параметры сопутствующих процессов;
 - в. геометрические параметры.
2. По виду информации:
 - а. комплексные;
 - б. локальные (узко информационные);
3. По функциям наработки:
 - а. изменяющиеся непрерывно;
 - б. изменяющиеся дискретно.
4. По функции изменения диагностического параметра:
 - а. линейные $S = a + bX$;
 - б. нелинейные $S = bX^n$, $S = C_1L + C_2L + C_3L \dots$;
 - в. производные $S = f'(X)$;
 - г. гармонические $S = A \sin(x + \omega t)$;

д. переходные.

9.5 Диагностические нормативы

Диагностические нормативы служат для количественной оценки технического состояния ТС. Они устанавливаются ГОСТ ами и руководящими техническими материалами.

К диагностическим нормативам относятся: начальное S_n , предельное $S_{пр}$ и предельно допустимое $S_{пд}$ значения норматива.

Начальный норматив S_n соответствует величине диагностического параметра новых, технически исправных объектов. Начальный диагностический норматив задается технической документацией.

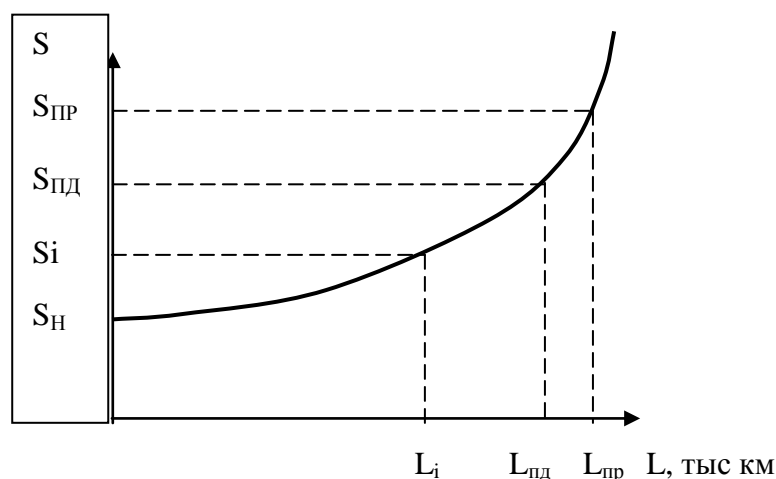


Рис. 16. Схема формирования диагностических параметров при линейной реализации параметра в зависимости от наработки L .

Предельный норматив $S_{пр}$ соответствует такому состоянию объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация становится невозможной.

Предельно допустимый норматив $S_{пд}$ является основным диагностическим нормативом при периодичном диагностировании, проводимом в рамках плано-предупредительной системы ТО автомобилей.

На основе предельно допустимого норматива ставят диагноз состояния объекта и принимают решения о необходимости профилактических ремонтов.

1. $S_n < S_i < S_{пд}$ - является условием эксплуатации;
2. $S_{пд} < S_i < S_{пр}$ - является условием ТО;
3. $S_i \geq S_{пр}$ - является условием ремонта.

9.6 Методы определения периодичности диагностирования

Зная оптимальную периодичность диагностирования каждого из механизмов, можно группировать отдельные диагностические операции, приурочивая их к соответствующим видам ТО. При этом объемы ТО претерпят корректировку, а эффективность его повысится.

В основу определения периодичности диагностирования I_d так же, как и при определении регламентной периодичности ТО I_p , лежат закономерности изменения технического состояния и экономические показатели. Необходимо учитывать, что I_d определяется с учетом затрат на диагностирование.

Методы определения периодичности диагностирования I_d :

1. Статистический - по допустимому уровню вероятности безотказной работы.
2. Индивидуальный - по частной реализации диагностического параметра.
3. Экономико - вероятностный - по совокупности реализаций диагностического параметра.
4. Экономико - вероятностный - по дискретным значениям диагностического параметра.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие показатели технического состояния относятся к структурным параметрам?
2. Дайте определение диагностических параметров?
3. Какими свойствами должны обладать диагностические параметры?
4. По каким признакам классифицируются диагностические параметры?
5. Дайте определение диагностических нормативов?

Тема-10. Прогнозирование работы машин и технической диагностики. - 2 часа

План:

- 10.1 Три типа задач определения технического состояния объекта.
- 10.2 Прогнозирование исправной работы технических средств.
- 10.3 Построение рациональных алгоритмов диагностирования.
- 10.4 Диагностическая матрица.

10.1 Три типа задач определения технического состояния объекта

Область определения технического состояния объекта, охватываемая технической диагностикой, делится на три типа задач. Задачи предсказания технического состояния, в котором окажется объект в некоторый будущий момент времени – это задачи *прогнозирования*. Задачи определения технического состояния, в котором объект находился в некоторый момент времени в прошлом – это задачи *генезиса*.

Задачи определения технического состояния, в котором находится объект в настоящий момент времени – это задачи *диагностирования*.

10.2 Прогнозирование исправной работы технических средств

При диагностировании механизмов автомобиля под прогнозированием понимают определение срока его исправной работы до возникновения предельного состояния, обусловленного технической документацией.

Диагностирование автомобилей на АТП производится главным образом периодически по плану.

Зная оптимальную периодичность диагностирования каждого из механизмов, можно технологически группировать отдельные диагностические операции, приурочивая их к соответствующим видам технического обслуживания. При этом объемы ТО претерпят корректировку, а эффективность его повысится.

В основе определения периодичности диагностирования L_d так же, как и при определении регламентной периодичности технического обслуживания L_p , лежат закономерности изменения технического состояния и экономические показатели. Однако L_d нельзя полностью отождествлять с L_p . Принципиально они различаются тем, что L_p находят из закономерностей отказов для регламентного ТО без учета затрат на диагностирование, а L_d - из закономерностей достижения механизмами предельных и упреждающих величин диагностических параметров с учетом затрат на диагностирование. Это различие между L_p и L_d определяет различие между традиционными контрольными работами, которые являются дополнением к уже запланированному ТО, и диагностированием, которое само планирует определенную часть ТО. При отсутствии данных, полученных на базе полнокомплектного диагностирования, его временно приурочивают к существующей периодичности L_p .

10.3 Построение рациональных алгоритмов диагностирования

Алгоритм- совокупность последовательных предписаний, действий или система правил, задающая последовательность операций, исполнение которых позволяет решить поставленную задачу (например: технического диагностирования).

Алгоритмы диагностирования бывают безусловными (при установленной очередности предписаний) и условными (при выборе очередного предписания по результатам предыдущего элемента проверки).

Для составления алгоритма применяют операторы действия и операторы логических условий (рис.17).

Требованием к диагностическому алгоритму является минимизация количества предписаний, повышение скорости, точности диагностирования.

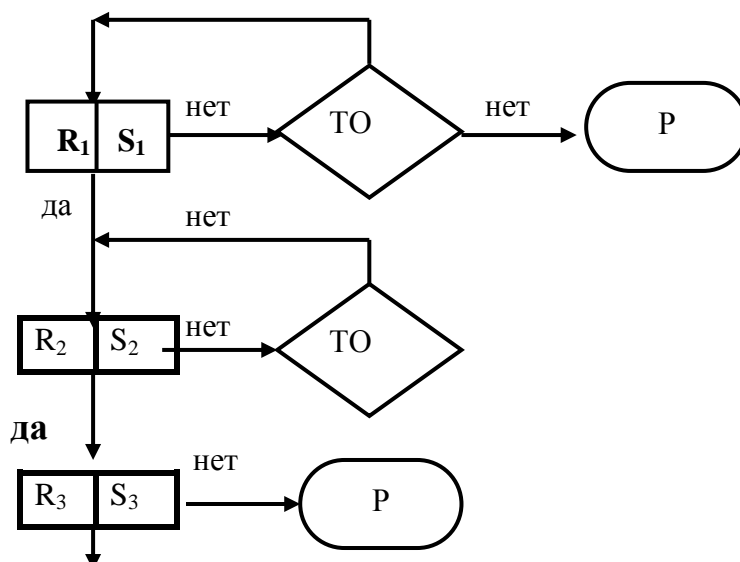


Рис 17. Схема алгоритма диагностирования агрегата ТС
(R_i режим; S_i - диагностический параметр).

Для определения в сложных случаях возможного набора диагностических параметров и выбора из них наиболее удобных для использования в алгоритме применяют **структурно-следственную схему** механизма. Она представляет собой граф-модель, увязывающая в единое целое основные элементы механизма, характеризующие их структурные параметры, перечень характерных неисправностей, подлежащих выявлению, набор возможных для использования диагностических параметров и диагностических средств их измерения.

На основании структурно-следственной схемы разрабатывают диагностическую матрицу, представляющую собой двужначную логическую модель, описывающую связи между структурными и диагностическими параметрами, достигшими допустимой величины. Диагностическая матрица является основой для автоматизированных логических устройств и алгоритмов диагностирования.

10.4 Диагностическая матрица

Диагностическая матрица представляет собой логическую модель, описывающую связи между диагностическими параметрами S и возможными неисправностями X объекта (таблица 10.1).

Таблица 10.1

Диагностические параметры	Диагностическая матрица Возможные неисправности		
	X_1	X_2	X_3
S_1	1	0	0
S_2	0	1	0
S_3	1	0	1
S_4	0	1	1

Единица в месте пересечения строки и столбца означает возможность существования неисправности, а ноль - отсутствие такой возможности.

Применяют также и более сложный вариант вероятностных матриц, в которых на пересечении столбцов и строк вместо единиц и нулей подставляются полученные экспериментальным путем статистические оценки вероятностей возникновения данной неисправности при достижении диагностическим параметром допустимого или предельного значения.

Вопросы для самоконтроля

1. Расскажите о задачах диагностирования.
2. Что включает в себя постановка диагноза?
3. Расскажите о классификации методов диагностирования.
4. Расскажите о классификации средств диагностирования.
5. Расскажите о построении алгоритмов диагностирования.

Тема- 11. Общие процессы диагностирования и требования к средствам технического диагностирования технических средств

План:

- 11.1 Общий процесс технического диагностирования.
- 11.2 Методы диагностирования технических средств.
- 11.3 Средства технического диагностирования.
- 11.4 Требования к средствам диагностирования.

11.1 Общий процесс технического диагностирования

Общий процесс технического диагностирования включает в себя: обеспечение функционирования объекта на заданных режимах или тестовое воздействие на объект; улавливание и преобразование с помощью датчиков сигналов, выражающих значения диагностических параметров, их измерение; постановку диагноза на основании логической обработки полученной информации путём сопоставления с нормативами (рис. 17).

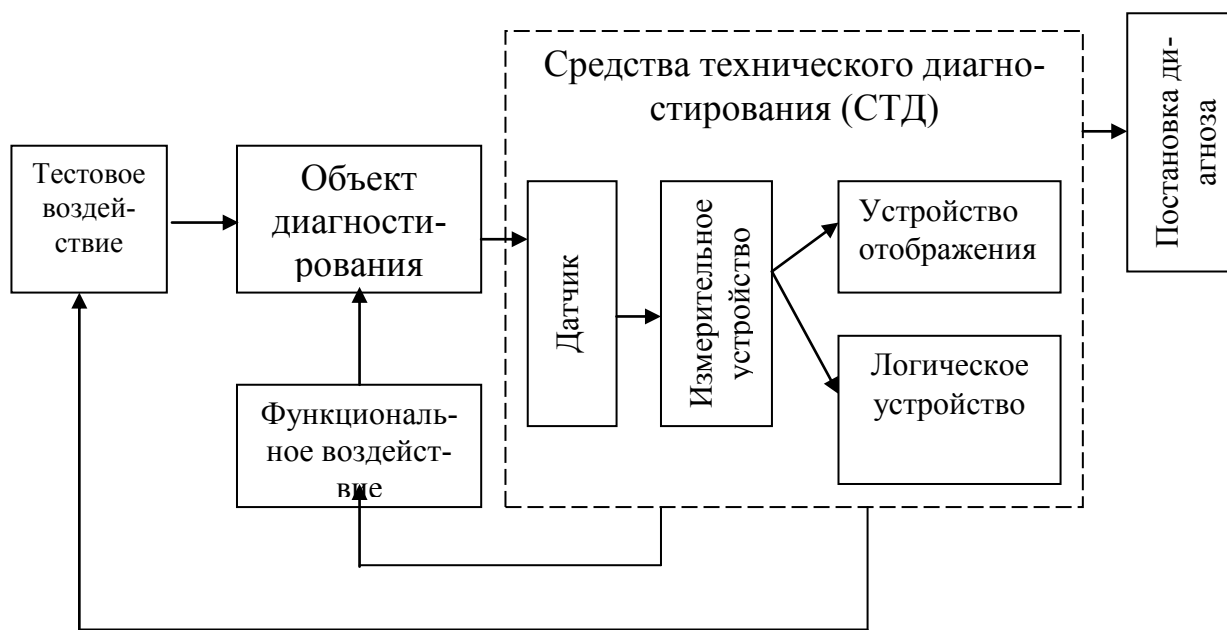


Рис. 17. Схема общего процесса технического диагностирования.

11.2 Методы диагностирования технических средств

Методы диагностирования. Характеризуются способом измерения и физической сущностью диагностических параметров.

Можно выделить 3 группы методов:

1. **По выходным параметрам эксплуатационных свойств** (тормозной путь, мощность, расход топлива и др.);
2. **По геометрическим параметрам** (зазор, ход штока, свободный ход и др.);
3. **По параметрам сопутствующих процессов** (компрессия, интенсивность тепловыделения и др.).

11.3 Средства технического диагностирования

Средства технического диагностирования (СТД) представляют собой технические устройства, предназначенные для измерения текущих значений диагностических параметров. СТД включают в себя: устройства, задающие тестовый режим, датчики, воспринимающие диагностические параметры и преобразующие их в сигнал, удобный для последующей обработки, измерительные устройства, устройства отображения информации, устройства обработки, анализа, хранения и выдачи информации.

Внешние СТД, т.е. не входящие в конструкцию автомобиля, в зависимости от их устройства и технологического назначения бывают стандартными и переносными.

Встроенные(бортовые) средства технического диагностирования (СТД) входят в конструкцию ТС. Обычно они состоят из датчиков, воспринимающих диагностические параметры и преобразующих их в сигналы, подходящие для измерения, измерительных устройств, устройств ана-

лиза и хранения информации (обычно это микропроцессорные блоки или бортовой компьютер), визуализирующих устройств, устройств для съема диагностической информации внешними СТД, а также линий связи. Часто диагностическая информация также используется в системах управления ТС. При этом системы управления получают эту информацию через специальные микропроцессорные блоки, либо от бортового компьютера, являющегося на сегодняшний день важнейшей составной частью ТС и выполняющего очень много функций.

Встроенные СТД позволяют постоянно в процессе эксплуатации контролировать состояние узлов и систем ТС, уменьшать трудоемкость последующей диагностики внешними СТД, уточнять периодичности проведения ТО.

В последнее время получили развитие встроенные СТД, которые способны прямо в процессе эксплуатации передавать диагностическую информацию на специальные диспетчерские пункты, что способствует улучшению контроля за техническим состоянием систем и узлов ТС и протеканием рабочих процессов.

Устанавливаемые СТД – выполняются в виде блока, устанавливаемого на автомобиль периодически, перед его выходом на линию.

Вышеперечисленные СТД различаются также по физической сущности используемых диагностических параметров, по степени воздействия на объект (тестовые воздействия, рабочие режимы), по форме представления информации (звуковая, цифровая, аналоговая, дискретная типа «да - нет», «годен - негоден», с накоплением информации и т.д.), по степени автоматизации и т.д. Информация этого блока в последующем может быть обработана и проанализирована. Примером УСТД является блок, записывающий информацию об объемах и количестве заправок при работе технических средств.

Современные СТД должны обеспечивать достоверность и точность измерений, проведение анализа получаемой информации, ее накопление, хранение и выдачу пользователю, возможность обмена информацией между различными видами СТД, возможность формирования единого диагностического комплекса из различных СТД. Важным требованием является соответствие стоимости СТД решаемым задачам.

Информационно - советующие системы. В последнее время на базе встроенных систем контроля получают распространение информационно - советующие системы. Они позволяют водителю выбирать наиболее экономичный режим движения автомобиля, наиболее рациональный маршрут, планировать сервисное обслуживание, а также вносить в вышеперечисленные коррективы, отображающие изменения различных технико-экономических факторов – от расположения СТД и наличия в них требуемых запасных частей до колебаний курса валют и стоимости топлива на различных заправках.

При этом используется большое количество информации, получаемой, в том числе посредством электронного обмена данными, Интернета.

11.4 Требования к средствам диагностирования

1. Универсальность, пригодность для проверки различных технических средств.
2. Механизация и автоматизация отдельных процессов контроля с целью ускорения проверок, сокращения трудоёмкости работ и снижения квалификации рабочих.
3. Достоверность и стабильность показаний, точность и чувствительность приборов, простота и доступность приборов для обслуживающего персонала средней квалификации.
4. Минимальное время на подключение приборов и выполнение контрольных операций.
5. Удобство и безопасность проведения диагностических работ.
6. Обеспечение контроля технического состояния агрегатов при работающем и неработающем транспортном средстве или в режимах, отличающихся от рабочих.

Вопросы для самоконтроля

1. Классификация методов диагностирования?
2. Классификация средств диагностирования?
3. Какие требования предъявляются к средствам диагностики?
4. Расскажите о встроенных средствах диагностики.
5. Последовательность процесса технического диагностирования.

Тема- 12. Технические средства диагностирования узлов и систем, обеспечивающих безопасность движения технических средств.4-часа.

План:

- 12.1 Диагностика тормозной системы.
- 12.2 Диагностика рулевого управления.
- 12.3 Диагностика внешних световых приборов, состояния лобовых стекол, стеклоочистителей, стеклоомывателей.
- 12.4 Диагностика шин, колес, ходовой части и подвески.

12.1 Диагностика тормозной системы

Процесс торможения обладает свойствами эффективности, которые характеризуют способность тормозной системы создать сопротивление движению и устойчивость, а также характеризует способность АТС сохранять при торможении заданное направление скорости и заданную ориентацию осей. Показатели тормозных свойств определяются при дорожных и стендовых испытаниях (рис. 17).

Диагностические параметры тормозов делятся на две группы, обеспечивающие общее и поэлементное диагностирование.

К первой группе относятся:

- тормозной путь;
- замедление транспортного средства;
- тормозные силы и их разность на колесах каждой оси.

Ко второй группе относятся:

- сила нажатия на педаль;
- скорость нарастания и спада тормозных сил;
- время срабатывания тормозных механизмов;
- свободный ход педали;
- производительность компрессора и некоторые другие.

Проверка эффективности тормозов осуществляется методами ходовых и стендовых испытаний.

Ходовые испытания применяют главным образом как инспекторскую проверку для грубой оценки тормозных качеств технических средств. Испытания могут проводиться визуально по тормозному пути и синхронности начала торможения колес при резком однократном нажатии на педаль (сцепление выключено), а также с использованием переносных приборов - деселерометров (или деселерографов).

Диагностирование по тормозному пути должно проводиться на ровном, сухом, горизонтальном участке дороги, свободном от движущегося транспорта.

Тормозной путь, т. е. путь, пройденный за время непосредственного торможения (при выключенном сцеплении), определяется выражением:

$$S_T = \frac{K_{\Sigma} \times V_a^2}{26\varphi \times g}, \quad (15.1)$$

где v_a - скорость движения транспортного средства в момент начала торможения, км/ч; K_{Σ} - коэффициент эксплуатационных условий, учитывающий совместное влияние нагрузки транспортного средства и технического состояния тормозов (для легковых автомобилей 1,44, для грузовых - 2,0...2,44); g - ускорение свободного падения м/с²; φ - коэффициент сцепления шин с дорогой.

Для легковых автомобилей (при $v_a=30$ км/ч) он составляет 7,2 м, а для грузовых технических средств и автобусов в зависимости от грузоподъемности 9,5...11,0 м.

Диагностирование тормозов по замедлению транспортного средства с использованием деселерометров осуществляется также на ровном горизонтальном участке дороги. Транспортные средства разгоняют до скорости 10...20 км/ч, резко тормозят однократным нажатием на педаль при выключенном сцеплении и замеряют максимальное отрицательное ускорение:

$$J_{\max} = \frac{V_a^2}{26S_m}. \quad (15.2)$$

Для легковых автомобилей оно составляет не менее 5,8 м/с², а для грузовых в зависимости от грузоподъемности от 5,0 до 4,2 м/с². Для ручных тормозов замедление транспортного средства должно быть в пределах 1,5-2, м/с².



Рис. 18. Классификация методов проверки тормозов транспортных средств.

Так, для контроля эффективности торможения при дорожных испытаниях измеряется тормозной путь и установившееся замедление, а при стендовых – общая удельная тормозная сила и время срабатывания тормозной системы. Для контроля устойчивости при дорожных испытаниях измеряют линейные отклонения звена ТС, а при стендовых испытаниях – коэффициент неравномерности тормозных сил колес оси K_H , коэффициент совместимости звеньев автопоезда K_C и асинхронность времени срабатывания тормозного привода $\Delta\tau$.

$$K_H = \left| \frac{P_{т.пр} - P_{т.лев}}{P_{т.пр} + P_{т.лев}} \right| \quad (15.3)$$

где: $P_{т.лев}$ и $P_{т.пр}$ – тормозные силы правого и левого колеса оси.

$$K_C = \frac{\gamma_{mn}}{\gamma_{mm}} \quad (15.4)$$

где: γ_{mn} и γ_{mm} – удельные тормозные силы тягача и прицепа.

$$\Delta\tau = \left| \tau_{сртт} - \tau_{сртп} \right| \quad (15.5)$$

где: $\tau_{сртт}$ и $\tau_{сртп}$ – время срабатывания тормозных систем тягача и прицепа.

Для стендового контроля тормозных свойств используются стенды силового и инерционного типа, площадочные и барабанные.

Площадочный тормозной стенд инерционного типа. Транспортное средство разгоняется до скорости 6-12 км/ч и при наезде колесами 4 на площадки 1 стенда резко тормозится (рис. 18). Если тормоза неэффективны, то колеса транспортного средства прокатываются по площадкам стенда (площадки не перемещаются). Если же тормоза эффективны, колеса за-

тормаживаются и блокируются, а под влиянием сил инерции и сил трения между колесами и поверхностью площадок транспортное средство перемещается вперед и захватывает с собой площадки.

Основными преимуществами площадочных стенов является их быстроедействие, малая метало – и энергоемкость. Наиболее удобны стенды для проведения инспекторского контроля с выдачей заключения «годен - не годен».

К недостаткам можно отнести низкую стабильность показаний из-за изменения коэффициента сцепления колес транспортного средства с площадками (колеса мокрые, грязные и т. д.) и заезда автомобиля с перекосом.

Роликовый тормозной стенд инерционного типа. Привод осуществляется от электродвигателя мощностью 55-90 кВт через редуктор и электромагнитные муфты, при отключении которых блоки роликов становятся самостоятельными динамическими системами. Беговые ролики соединены с маховыми массами (рис. 19).

Для обеспечения имитации реальных условий маховые массы подбираются таким образом, чтобы момент инерции их и беговых роликов при заданной скорости вращения обеспечивал кинетическую энергию, соответствующую кинетической энергии поступательно движущейся массы транспортного средства, приходящейся на одну ось.

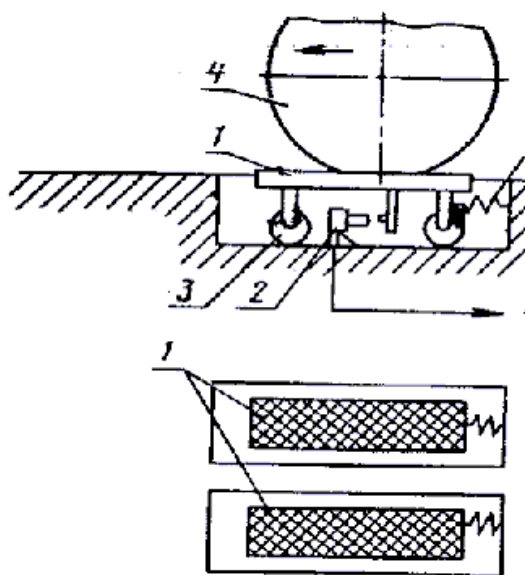


Рис. 19. Схема площадочного тормозного стенда: 1—площадки стенда; 2—датчик; 3— ролики; 4—колеса транспортного средства. 5—возвратная пружина.

После установки транспортного средства на инерционный стенд окружную скорость колес доводят до 50...70 км/ч и резко тормозят, одновременно разобщая все каретки стенда путём выключения электромагнитных муфт. При этом в местах контакта колес с роликами стенда возникают силы инерции, противодействующие тормозным силам. Через некоторое

время вращения роликов стенда и колес транспортного средства прекращается. Пути, пройденные каждым колесом транспортного средства за это время, или угловое замедление роликов будут эквивалентны их тормозным путям и тормозным силам.

Тормозной путь определяют по числу оборотов роликов стенда, фиксируемому счетчиком, или по продолжительности их вращения, измеряемой секундомером, а замедление - угловым деселерометром.

Преимуществами тормозных стендов инерционного типа являются высокая степень точности и достоверности определения показателей, возможность испытаний тормозов в режимах, приближающихся к реальным условиям.

Недостатки: стенды инерционного типа металлоемки (с инерционными массами до 5 т) и энергоемки. Наиболее целесообразно применение стендов данного типа при проведении приемочного контроля автомобилей с целью комплексной оценки их тормозных свойств.

Тормозной стенд силового типа. Так же, как и инерционные, они выполнены в виде двух пар роликов, соединенных цепными передачами. Каждая пара роликов имеет автономный привод от соединенного с ним жестким валом электродвигателя мощностью 4...13 кВт с встроенным редуктором (мотор-редуктором). Вследствие использования редукторов планетарного типа, имеющих высокие передаточные отношения (32...34), обеспечивается невысокая скорость вращения роликов при испытаниях тормозов, соответствующая 2...4 км/ч скорости автомобиля. На роликах стенда нанесена насечка или специальное асфальтобетонное покрытие, обеспечивающее стабильность сцепления колес с роликами (рис.21).

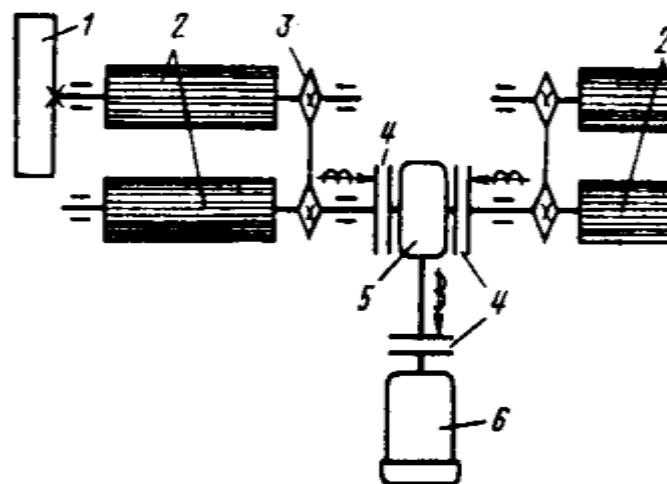


Рис. 20. Схема тормозного стенда инерционного типа с беговыми роликами: 1—маховик; 2—ролики стенда; 3—цепная передача; 4—электромагнитная муфта; 5—редуктор; 6—электродвигатель.

Транспортное средство устанавливают колесами одной из осей на ролики стенда, включают приводные двигатели, вращаются колеса ТС ро-

ликами стенда, постепенно нажимают на тормозную педаль. Возникающие при этом тормозные силы P_T измеряют по величине реактивных моментов на статорах электродвигателей. Одновременно измеряют ряд других диагностических параметров: зависимость изменения тормозной силы от силы давления на педаль (для гидротормозов); силу и постоянство сопротивления незаторможенного колеса; время срабатывания тормозных механизмов и др.

Преимуществами тормозных стендов силового типа являются их достаточно высокая точность, а низкая скорость вращения роликов при испытании тормозов определяет их высокую технологичность. К недостаткам стендов относится их металло - и энергоемкость. Наиболее удобны эти стенды при проведении операционного контроля, когда с их использованием определяется эффективность тормозов, проводятся при необходимости регулировочные работы и повторной проверкой оценивается качество выполненных регулировок.

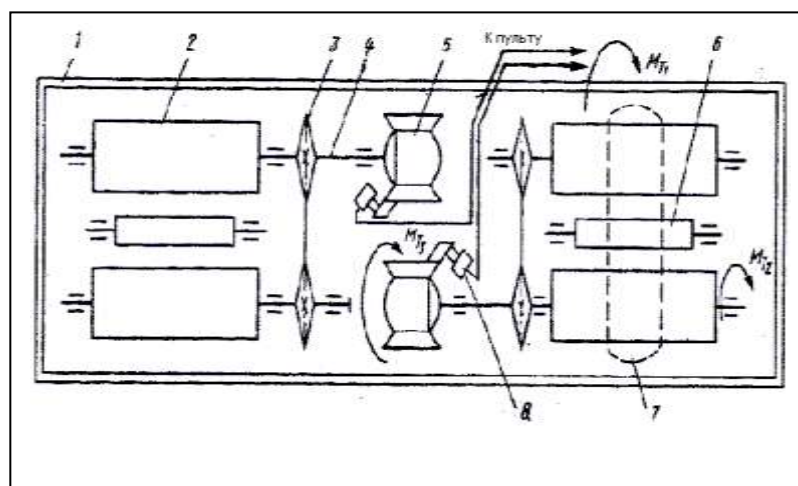


Рис. 21. Схема роликового тормозного стенда силового типа:

1—рама; 2—ролик; 3—цепная передача; 4—вал; 5—мотор-редуктор; 6—блокировочный ролик; 7—колесо транспортного средства; 8—датчик давления.

12.2 Диагностика рулевого управления

Для рулевого управления нормируется величина люфта рулевого колеса (10° для легковых, 20° для автобусов и 25° - для грузовых автомобилей).

Вращение рулевой колонки должно проходить плавно, без рывков, заеданий, самопроизвольных движений. Не допускаются не предусмотренные конструкцией относительные перемещения деталей и узлов рулевого управления. Для контроля рулевого управления применяют люфтомеры, стенды с поворотными площадками.

12.3 Диагностика внешних световых приборов, состояния лобовых стекол, стеклоочистителей, стеклоомывателей

Для внешних световых приборов проверяется соответствие их количества, расположения и углов видимости ГОСТ 8709.

Для проверки и регулировки направления распространения света фар применяют специальные экраны с разметкой или приборы для проверки света фар, позволяющие так измерять силу света. Сила света парных фонарей одного назначения не должна отличаться более чем в 2 раза. Работа боковых указателей поворота, проверяется универсальным измерителем времени.

АТС также должно быть снабжено стеклоочистителями и стеклоомывателями, обеспечивающими вытирание очищаемой поверхности не более чем за 10 двойных ходов в минуту для автобусов и за 5 – для остальных АТС.

Лобовые стекла не должны иметь трещин, дополнительных предметов, уменьшающих обзорность.

Для измерения их светопропускания используют приборы – люксметры.

12.4 Диагностика шин, колес, ходовой части и подвески

Большое влияние на безопасность движения (БД) оказывают шины и колеса. Остаточная высота протекторов должна быть не менее:

для легковых автомобилей – 1,6 мм,

для грузовых автомобилей – 1,0 мм,

для автобусов – 2,0 мм.

Не допускаются местные повреждения шин, обнажающие корд и местные отслоения протектора. Нельзя устанавливать на одну ось шины разных моделей.

Имеются ограничения в использовании восстановленных шин на некоторых категориях АТС.

Отрицательно сказываются на управляемости и курсовую устойчивость износ деталей подвески. Изменение упругих, деформирующих и несущих характеристик подвески приводит также к ухудшению комфортабельности и плавности хода. Для диагностики работы подвески используют стенды площадочного типа, которые создают тестовое воздействие на объект диагностирования и по отклику на это тестовое воздействие определяют техническое состояние подвески.

Износ деталей подвески также приводит к нарушению геометрии установки мостов автомобиля. Геометрия установки мостов также проверяется стендовым контролем.

Для проверки и регулировки углов установки управляемых колес используется широкий спектр стендов, которые подразделяются на статические и динамические. Статистические классифицируются на оптические,

электрические, механические, а динамические – на роликовые и площадные.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите узлы и детали, влияющие на безопасность движения.
2. Расскажите о нормативной базе для контроля узлов и деталей, обеспечивающих безопасность движения.
3. Перечислите критерии для оценки устойчивости торможения.
4. Расскажите о влиянии подвески на свойства автомобиля.
5. Каковы нормативы остаточной глубины протектора шин автомобилей.

Тема-13. Технические средства диагностирования тяговых качеств технических средств - 2 часа

План:

- 13.1 Методы диагностики тяговых качеств.
- 13.2 Диагностические параметры тяговых качеств.
- 13.3 Конструкция стендов для проверки тяговых качеств.
- 13.4 Диагностика трансмиссии.

13.1 Методы диагностики тяговых качеств

Применяют ходовые испытания, стендовый контроль и диагностику при помощи переносных приборов.

Интенсивность разгона (приемистость) определяют путём оценки ускорения при резком открытии дроссельной заслонки на автомобиле, движущемся с определённой начальной скоростью. Аналогичным путём определяют выбег (путь автомобиля по инерции) от максимальной скорости до нулевой, по цвету отработавших газов судят о составе рабочей смеси и угаре масла. На ходу автомобиля оценивают работу трансмиссии (сцепления, коробки передач, карданной передачи и главной передачи). Объективная оценка технического состояния автомобиля может быть получена по результатам диагностирования с применением специальных технических средств – стационарных стендов и переносного оборудования.

13.2 Диагностические параметры тяговых качеств

Измеряемые параметры при различных видах диагностики:

При стендовом контроле:

- 1) Тяговая сила на ведущих колесах;
- 2) Мощность на колесах, мощность двигателя;
- 3) Максимальная скорость;
- 4) Приемистость;
- 5) Время разгона;
- 6) Путь разгона;
- 7) Путь и время наката (выбега);
- 8) Расход топлива и др.

При ходовых испытаниях.

- 1) Максимальный подъем, преодолеваемый на различных передачах;
- 2) Максимальный подъем, преодолеваемый на низшей передаче;
- 3) Максимальное усилие на крюке (буксирование).

При ходовых испытаниях могут также применяться и диагностические параметры, перечисленные в предыдущем пункте.

Переносными приборами определяется:

- 1) Токсичность отработавших газов;
- 2) Уровень шума, виброакустические параметры;
- 3) Расход масла;
- 4) Состав картерного масла (спектральный анализ, твердые частицы);
- 5) Герметичность рабочих объемов.

13.3 Конструкция стендов для проверки тяговых качеств

Стенд для проверки тягово-экономических качеств состоит из опорного и нагрузочного устройств, пульта управления и индикации, устройства отвода газов, страховочных и дополнительных устройств (рис. 22).

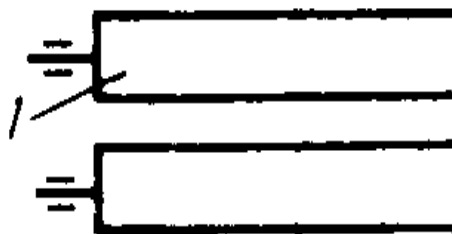


Рис.22. Схема стенда тяговых качеств силового типа: 1- поддерживающий

барабан; 2- нагрузочный барабан; 3-нагрузочное устройства (тормоз)

Опорное устройство состоит из блоков роликов, устройства въезда – выезда, инерционных масс и нагрузочного устройства.

Нагрузочные устройства бывают:

- а) Механические.
- б) Гидравлические.
- в) Электрические (постоянного и переменного тока).
- г) Электромагнитные (индукционные).

Страховочные устройства повышают безопасность проведения испытаний – боковые упоры (отбойные ролики), упорные башмаки или упоры с механическим приводом, дополнительные устройства, например, осуществляют обдув с целью охлаждения двигателя (рис. 23).

ветственно диагностики инжектора, которая, как правило, осуществляется в процессе компьютерной диагностики двигателя. При данном подходе оценивается состояние различных узлов и агрегатов по прямым и косвенным признакам. Компьютерная диагностика позволяет оценивать не только состояние двигателя внутреннего сгорания и автоматической коробки передач, но и под контролем компьютерной системы измеряется геометрия кузова а также на специальных стендах с помощью компьютерной диагностики проходит оценка состояния сочленений подвески и соответственно резины – технических изделий, тормозной системы, амортизаторов, рулевого управления.

Обычно под компьютерной диагностикой понимают использование компьютеризованного оборудования. Причем такая диагностика может быть выполнена мотор тестером или сканером. Мотор тестер — это прибор, позволяющий измерять значение различных величин и характеристик работы мотора. Также для современных систем обязательно существует возможность проведения электронной диагностики или сканирования. При этом внешний компьютер-сканер подключается к специальному диагностическому разъему и позволяет читать коды ошибок, управлять исполнительными механизмами, читать значения сигналов с датчиков и величины коэффициентов с процессора управления.

14.2 Экологические нормативы

Нормативы по содержанию вредных веществ в отработавших газах автомобильных двигателей содержатся в ГОСТ 17.22.03–87 и ГОСТ 21393–75.

Имеются международные стандарты, нормирующие содержание вредных веществ в отработавших газах – правила «ЕВРО».

Измерение величин вредных выбросов проводят при помощи газоанализаторов и дымометов.

Газоанализаторы основывают свое действие на анализе поглощения выхлопными газами определенного спектра инфракрасного излучения. Дымометры анализируют оптическую плотность выхлопа.

14.3 Эффективность технической диагностики

При ТО и ремонте ТС используют два вида информации: статистическую (надёжностную) и индивидуальную (диагностическую). Статистическую информацию получают путем обработки данных об отказах представительной совокупности технических средств, а диагностическую - путем непосредственного измерения параметров технического состояния данного транспортного средства. На основе статистической информации с определенной вероятностью устанавливают регламентные объемы ТО и ремонта, а на основе диагностической - уточняют эти объемы применительно к данному транспортному средству. Использование диагностической информации исключает затраты на преждевременную профилактику и текущий ремонт транспортного средства, обусловленный пропуском отказов.

Уровень снижения затрат при планово-предупредительном ТО за счет диагностирования в большой степени зависит от коэффициента вариации ресурса транспортного средства L , стоимости аварийного ремонта (C), стоимости профилактических (d) и диагностических (C_d) работ.

Решение о целесообразности приобретения и внедрения средств диагностирования принимается на основе величины годового экономического эффекта, определяемого на годовой объем автотранспортного производства в расчетном году.

За расчетный год принимают второй календарный год использования средств диагностирования.

Годовой экономический эффект от внедрения комплекса средств диагностирования представляет собой суммарную экономию всех производственных ресурсов (живого труда, материалов, капитальных вложений), которую получит АТП в результате применения средств диагностирования.

При определении годового экономического эффекта диагностирования должна быть обеспечена сопоставимость сравниваемых вариантов (без диагностирования и с диагностированием, формула 16.1) по:

- объему производимой работы с помощью новых средств диагностирования;
- фактору времени;
- социальным факторам производства, связанным с использованием средств диагностирования, включая обеспечение, улучшение условий и безопасность труда ремонтных рабочих, снижение токсичности выбрасываемых в атмосферу отработавших газов и др.

$$C_{ТО-ТР}^d < C_{ТО-ТР}, \quad (17.1)$$

где: $C_{ТО-ТР}^d$ - затраты на ТО и текущий ремонт с применением диагностики, сум;

$C_{ТО-ТР}$ - затраты на ТО и текущий ремонт без диагностирования, сум.

Для всестороннего отражения экономической эффективности применения диагностирования следует при расчетах определить: годовой экономический эффект, снижение себестоимости, прирост прибыли, экономию материалов, энергоносителей, срок окупаемости капитальных вложений, численность условно высвобождаемых ремонтных рабочих.

Численность условно высвобождаемых ремонтных рабочих определяется отношением планируемого уменьшения трудозатрат к фонду рабочего времени за тот период, на который планируется данное уменьшение.

14.4 Перспективы развития технической диагностики

Система встроенных контрольно-диагностических средств может развиваться в двух основных направлениях. Первое направление связано с созданием средств, сигнализирующих теми или иными способами об уровне работоспособности изделия. Это может быть достигнуто, например, при отборе информации о техническом состоянии с заданной периодичностью,

например при ТО, при сигнализации о достижении заданных (предельных, допустимых значений и т.д.) параметров технического состояния и т.д. Эта информация может анализироваться на месте, где и принимается решение, или централизованно. Вторым направлением является использование таких встроенных контрольно-диагностических средств, которые позволяют не только определять, но и прогнозировать уровень работоспособности.

Для ТС в целом как, совокупности агрегатов, узлов и систем могут применяться все рассмотренные варианты стратегий, которые не меняют существа планово-предупредительной системы ТО и Р, заключающиеся в получении теми или иными способами упреждающей информации о состоянии изделия, планировании и проведении работ по поддержанию его работоспособности.

При этом необходимо учитывать, что работоспособность самих внешних или встроенных контрольно-диагностических средств, включающих десятки элементов, должна также обеспечиваться планово-предупредительной системой, включая метрологический контроль.

Вопросы для самоконтроля

1. Расскажите о преимуществах встроенных систем диагностирования
2. Приведите пример устанавливаемых средств диагностики
3. Как определяется экономическая эффективность диагностики?
4. Расскажите о роли бортового компьютера в диагностировании автомобилей.

Список основной и дополнительной используемой литературы

Основная

1. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для вузов. 4-е изд., перераб. дополн./ Е.С.Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. – М.: Наука, 2004. 535 с.
2. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для вузов /Под ред., Е.С. Кузнецова -3е изд. пере раб. и доп., 1991. -413с.
3. Основы теории надёжности и диагностика. /Н.Я. Яхьяев, А.В. Кораблин.-М.: Издательский центр «Академия», 2009.-256 с.
4. Проников А.С.. Параметрическая надёжность машин. -М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002.-560с.
5. Автомобиллар техник эксплуатацияси. Қайта ишланган ва тўлдирилган русча 4-нашридан (проф. Кузнецов Е.С. тахрири остида. М.:Наука 2004й. 535 б.) таржима проф. Сидикназаров Қ.М. умумий тахрири остида, Тошкент “VORIS-NASHRIYOT”, 2006. – 670 б.
6. Автомобиллар техник эксплуатацияси. Дарслик. Проф. Сидикназаров Қ.М. умумий тахрири остида, Тошкент “VORIS-NASHRIYOT”, 2008. – 560 б.
7. Асатов Э., Тожибоев А. “Ишончлилиқ назарияси ва диагностика асослари” Ўқув қўлланма, Т.: 2006й., 160 б.
8. Ш.У. Йулдошев. Машиналар ишончлилиги ва уларни таъмирлаш асослари. Т: "Ўзбекистон" 1994.-479 бет.

Дополнительная

1. Мирошников Л.В. и др. Диагностирования технического состояния автомобиля на автотехнических предприятиях. М.: Транспорт, 1977.-263с.
2. Борц А.Д., Закинъ Я.Х., Иванов Ю.В.. Диагностика технического состояния автомобиля. М.: Транспорт, 1979. -158с.
3. Шейнин А.М. «Эксплуатация дорожных машин» учебник для вузов. М. Транспорт . 1992. 328 с.
4. Авдонкин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. М. Транспорт, 1985.
5. Диагностическое обеспечение технического обслуживания и ремонта автомобилей. Справочное пособие М. :Высшая школа,1990 г.
6. Колчин А.В.. Датчики средств диагностирования машин. М.: Транспорт, 1980 г.
7. ГОСТ 27.002-83. Надёжность в технике. Термины и определения, М.:1983г.
8. Харазов А.М., Гернер В.С., Зарецкий З.А.. Современные средства диагностирования тягово-экономических показателей автомобилей. М.: Высшая школа, 1990 г.
9. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта Республики Узбекистан. — Ташкент. Корпорация "Узавтотранс" — 1996, 195 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Тема	Наименование	Стр.
	Введение	3
	Раздел 1. Основы теории надежности технических средств	4
1.	Предмет, задачи и источники дисциплины	4
2.	Техническое состояние и работоспособность технических средств.....	7
3.	Изменение технического состояния деталей и узлов технических средств в процессе эксплуатации.....	10
4.	Свойства надёжности и их показатели.....	15
5.	Законы распределения отказов	20
6.	Факторы, влияющие на надежность	25
7.	Испытание изделий на надежность, сбор и обработка информации в процессе эксплуатации.....	27
	Раздел.2. Основы диагностики технических средств	33
8.	Основные понятия и определения диагностики.....	33
9.	Диагностические симптомы, параметры и нормативы.....	37
10.	Прогнозирование работы машин и технической диагностики	42
11.	Общие процессы диагностирования и требования к средствам технического диагностирования технических средств	45
12.	Технические средства диагностирования узлов и систем, обеспечивающих безопасность движения технических средств	48
13.	Технические средства диагностирования тяговых качеств технических средств	55
14.	Эффективность и перспективы развития технической диагностики.....	57
	Литература.....	61