

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Пензенский государственный  
университет архитектуры и строительства»  
(ПГУАС)

В.В. Лянденбургский

## **ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

Курс лекций

Рекомендовано Редсоветом университета  
в качестве учебного пособия по направлению подготовки  
23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин  
и комплексов»

Пенза 2016

УДК 629.113.004.05  
ББК 39.33-08  
Л97

Рецензент – кандидат технических наук, доцент  
И.Е. Ильина (ПГУАС)

**Лянденбургский В.В.**

Л97      Техническая эксплуатация автомобилей: курс лекций по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов». – Пенза: ПГУАС, 2016. – 156 с.

Представлены требования и рекомендации по подготовке к экзамену по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей», критерии оценки ответа студента на экзамене, дан приблизительный перечень вопросов для подготовки к экзамену и список рекомендуемой литературы.

Курс лекций подготовлен на кафедре «Эксплуатация автомобильного транспорта» и предназначен для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

© Пензенский государственный университет  
архитектуры и строительства, 2016

© Лянденбургский В.В., 2016

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Лекции по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей» осуществляется в соответствии с рабочим учебным планом образовательной программы.

Курс лекций является основным этапом изучения всей дисциплины и преследуют цель проверить полученные студентом теоретические знания.

Курс лекций читается преподавателем, ведущим лекционные занятия по данной дисциплине, а в его отсутствие – преподавателем, назначенным письменным распоряжением заведующего кафедрой. Курс лекций читается преподавателем в устной форме или в виде презентации с применением технических средств. Курс лекций утверждаются заведующим кафедрой.

Важным моментом является выработка и соблюдение единого подхода в организации чтения курса лекций преподавателем.

Курс лекций по дисциплине «Техническая эксплуатация автомобилей», для обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» позволяет освоить образовательную программу в рамках овладения следующими компетенциями:

- способностью к освоению особенностей обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования и транспортных коммуникаций;

- владением знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности;

- способностью использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен:

**знать:**

- закономерности изменения технического состояния автомобилей;
- методы определения нормативов технической эксплуатации;
- содержание системы технического обслуживания и ремонта подвижного состава автотранспорта;

- методы расчета запасов материалов и запасных частей;

- технологии технического обслуживания, диагностирования и текущего ремонта агрегатов и узлов автомобилей;

- показатели эффективности технической эксплуатации автомобилей;

- методы управления качеством ТО и ремонта на АТП;

- особенности технической эксплуатации в экстремальных природных условиях;

**уметь:**

- обосновывать нормативы технической эксплуатации;

- выполнять операции по ТО и диагностированию основных узлов и систем автомобиля;
  - организовывать работу в зонах ТО и ремонта АТП;
  - принимать решения при технической эксплуатации автомобилей;
  - выполнять календарное и оперативное планирование технической эксплуатации автомобилей;
  - вести документооборот при ТЭА;
  - рассчитывать потребность в топливе и запасных частях;
- владеть:
- методологией технической эксплуатации автомобильного транспорта;
  - методикой расчета организации технической эксплуатации автомобильного транспорта;
  - методикой определения потребности предприятий автомобильного транспорта в эксплуатационных ресурсах.

# 1. ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

## Лекция 1

### Закономерности технического состояния автомобилей

#### Вопрос 1. Задачи технической эксплуатации

*Особенности и преимущества автомобильного транспорта, предопределяющие его опережающее развитие, связаны (с оперативностью):*

- с мобильностью;
- с гибкостью доставки грузов и пассажиров "от двери до двери";
- с соблюдением при необходимости расписания "точно в срок".

*Эти свойства автомобильного транспорта во многом определяются:*

- уровнем работоспособности;
- техническим состоянием автомобилей и парков, зависящими:
  - во-первых, от надежности конструкции автомобилей;
  - во-вторых, от мер по обеспечению их работоспособности в процессе эксплуатации и от условий последней.

Работоспособность автомобилей и парков обеспечивается подсистемой автомобильного транспорта – технической эксплуатации автомобилей.

Таким образом, техническая эксплуатация автомобилей является одной из подсистем автомобильного транспорта, который включает также подсистему коммерческой эксплуатации (КЭ), или службу перевозок, и подсистему управления (У).

Как *область практической деятельности ТЭА* – это комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий, обеспечивающих:

1) *своевременную передачу службе перевозок или внешней клиентуре работоспособных автомобилей необходимой номенклатуры и количества и в нужное для клиентуры время;*

2) *поддержание автомобильного парка в работоспособном состоянии при:*

- рациональных затратах трудовых и материальных ресурсах;
- нормативных уровнях дорожной и экологической безопасности;
- нормативных условиях труда персонала.

Как *отрасль науки ТЭА* определяет пути и методы управления техническим состоянием автомобилей и парков для обеспечения:

- *регулярности и безопасности перевозок при наиболее полной реализации технико-эксплуатационных свойств автомобилей;*
- *заданных уровней работоспособности и технического состояния;*
- *оптимизации материальных и трудовых затрат;*
- *минимума отрицательного влияния автомобильного транспорта на население, персонал и окружающую среду.*

Эффективность ТЭА обеспечивается инженерно-технической службой (ИТС), которая реализует цели и задачи ТЭА.

В зависимости от вида предприятий и рода их деятельности ТЭА организационно и экономически может выступать в качестве:

1) производственной структуры (подсистемы) конкретного предприятия или их объединений (транспортная компания, холдинг, коммерческое автотранспортное предприятие), осуществляющей наряду с перевозками поддержание парка в работоспособном состоянии;

2) независимого хозяйственного субъекта, оказывающего платные услуги владельцам разнообразных автотранспортных средств всех форм собственности.

В *первом* случае главный вклад ТЭА состоит в том, что она обеспечивает подсистему коммерческой эксплуатации предприятия работоспособными и технически исправными транспортными средствами, т.е. обеспечивает саму возможность реализации транспортного процесса.

А задачи подсистем коммерческой эксплуатации и управления – наиболее эффективно использовать исправные автомобили, получить доход и рассчитаться с системой ТЭА в соответствии с ее фактическим вкладом в транспортный процесс и полученной прибылью.

Между подсистемами предприятия (или группы предприятий) устанавливаются организационно-управленческие и производственно-хозяйственные отношения и связи.

Во *втором* случае, широко распространенном в рыночных условиях, система технической эксплуатации трансформируется в сервисную систему (автосервис).

Сервисная система – совокупность средств, способов и методов предоставления платных услуг по приобретению, эффективному использованию, обеспечению работоспособности, экономичности, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств в течение всего срока их службы.

В автосервисе исполнитель осуществляет в соответствии с существующими правилами предоставление услуг юридическим и физическим лицам – владельцам автотранспортных средств (потребителям). Потребитель использует, приобретает, заказывает услуги по техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств либо имеет намерение воспользоваться ими.

Исполнителем и потребителем могут быть предприятие, организация, учреждение или гражданин.

Техническая эксплуатация и сервис обычно включают для разных предприятий в различных комбинациях следующие основные виды работ и услуг:

- подбор и доставку необходимых для предприятия или клиента автотранспортных средств, оборудования, запасных частей и материалов;

- куплю и продажу новых и подержанных автотранспортных средств и агрегатов, их оценку;
- предпродажное обслуживание и гарантийный ремонт;
- заправку, мойку, уборку и хранение;
- техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств в течение их эксплуатации;
- инструментальный технический осмотр и подготовку к нему;
- продажу запасных частей, материалов, комплектующих изделий и принадлежностей;
- предоставление автотранспортных средств в прокат и лизинг;
- техническую помощь на линии, эвакуацию;
- модернизацию, переоборудование и дооснащение автотранспортных средств, тюнинг;
- сбор и утилизацию отходов, образующихся при эксплуатации автотранспортных средств, включая прием и направление на переработку списанных изделий;
- информационное обеспечение владельцев автотранспортных средств;
- обучение и консультацию персонала автотранспортных предприятий, предпринимателей, физических лиц – владельцев автотранспортных средств.

Главная задача дисциплины "Техническая эксплуатация автомобилей" заключается в профессиональной подготовке конкурентоспособных инженеров для ТЭА на основе:

- раскрытия закономерностей изменения технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации,
- изучения методов и средств, направленных на поддержание автомобилей в исправном состоянии
- при экономном расходовании всех видов ресурсов,
- обеспечении дорожной и экологической безопасности.

## Вопрос 2. Основные тенденции развития автомобильного транспорта и его технической эксплуатации

Техническая эксплуатация автомобилей, выполняя свои задачи, способствует повышению эффективности работы автомобильного транспорта, влияет на:

- объем транспортной работы;
- прибыль;
- производительность труда персонала;
- безопасность транспортного и сопутствующих процессов.

Это влияние обеспечивается ТЭА в целом и ее подсистемами, которые называются целереализующими.

Наиболее важными из них являются подсистемы:

С1 – анализ и формирование потребности в услугах и воздействиях по техническому обслуживанию (ТО), ремонту (Р) и подготовке автомобилей к эксплуатации (внешние потребности – рынок и внутренние потребности предприятия, диверсификация, корректирование производственной программы);

С2 – нормативно-технологическое обеспечение и организация поддержания и восстановления работоспособности автомобилей и парков (система и виды ТО и ремонта, соответствующие нормативы, технологические процессы технического обслуживания, ремонта, хранения, заправки подвижного состава и др.);

С3 – производственно-техническая база, характеризуемая видами предприятий (АТП, гаражи, станции технического обслуживания (СТО), мастерские, склады и т.д.), зданиями, сооружениями, технологическим оборудованием, используемыми при хранении, заправке, техническом обслуживании и ремонте;

С4 – персонал, состоящий из ремонтных и вспомогательных рабочих, инженерно-технических работников и частично водителей (при их участии в ТО и ремонте), выполняющий работы по техническому обслуживанию, ремонту, хранению и подготовке автомобилей к эксплуатации;

С5 – снабжение и резервирование, характеризуемые каналами получения, хранения и методами доставки потребителям запасных частей и материалов, включая топливо, структурой дистрибьюторской сети, порядком расчетов за расходующие запасные части и материалы и др.;  
Материально-техническое снабжение

С6 – эксплуатационные материалы и подвижной состав, качество, конструктивное совершенствование, уровень надежности, возрастная структура которого фактически определяют объемы и содержание работ по поддержанию и восстановлению работоспособности парков и отдельных автомобилей;

С7 – условия эксплуатации подвижного состава (дорожные, природно-климатические, транспортные и другие условия), которые влияют на объем и содержание работ по поддержанию и восстановлению работоспособности парков и отдельных автомобилей.

Являясь подсистемой автомобильного транспорта, ТЭА зависит от состояния и тенденций развития автомобильного транспорта, его роли в транспортной системе страны.

*Состояние и главные тенденции развития автомобильного транспорта, проявившиеся за последние годы и оказывающие непосредственное влияние на ТЭА*

1. Сохранение за автомобильным транспортом ведущего положения в транспортном обслуживании отраслей экономики и населения, объясняемое, прежде всего, гибкостью и оперативностью автомобильного транспорта, возможностью доставки грузов и пассажиров "от двери до двери" и

"точно в срок". В 1998 г. вклад автомобильного транспорта в перевозки грузов в России составил 77%, пассажиров (без индивидуального легкового) – 53%. Эта тенденция свойственна развитым странам. Так, в 15 странах Европейской конференции министров транспорта (СЕМТ) вклад автомобильного транспорта в объемы перевозок в 1997 г. составил: по пассажиро-километрам (пасс.-км) – 93%, тонно-километрам (т-км) – 77%.

2. Продолжающийся рост автомобильного парка, увеличивающий нагрузку на ТЭА. С 1970 г. автомобильный парк вырос в 6 раз, составив в 1998 г. 21,7 млн автомобилей и 1,6 млн прицепов и полуприцепов. Только с 1990 по 2000 г. автомобильный парк увеличился в 1,8 раза, в том числе: легковой – на 50%, грузовой – на 10, автобусный – на 14%.

3. Изменения в структуре автомобильного парка страны. Легковые автомобили в 1970 г. составили 28,9% парка, в 1980 г. – 54,1, в 1990 г. – 73,7, в 1995 г. – 79,8 и в 1998 г. – 83,3%. Удельный вес грузовых автомобилей в парке соответственно сокращался: 49,3%, 28,6, 22,6, 17,3 и 14,3%. Подобные пропорции свойственны процессу автомобилизации большинства регионов и стран. Парк легковых автомобилей в мире составляет 77%, в Северной Америке – 75, в Европе – 84, в Азии – 62%.

4. Совершенствование конструкции автомобилей (системы впрыска и компьютерного управления рабочими процессами двигателя, турбонаддув, автоматические коробки передач, антиблокировочные устройства, системы кондиционирования и вентиляции и др.), что способствует повышению технико-эксплуатационных свойств, *но одновременно серьезно повышает требования к методам, оборудованию и технологиям обеспечения работоспособности автомобилей при их технической эксплуатации.*

А появление на автомобильном транспорте десятков тысяч малых предприятий и предпринимателей обострило проблему обеспечения необходимого технического состояния принадлежащих им автомобилей.

Вновь организованные, предприятия не имеют, а по экономическим соображениям и не могли иметь, собственной полноценной производственной базы, квалифицированного персонала, а часто традиций и опыта обеспечения работоспособности автомобилей на основе планово-предупредительной системы.

7. Автомобильный транспорт продолжает оставаться из наземных видов транспорта наиболее ресурсоемким и опасным для населения и окружающей среды.

Автомобильный транспорт расходует:

- 60% топлива нефтяного происхождения;
- 70% трудовых ресурсов;
- вызывает более 96% дорожно-транспортных происшествий.

На автомобильный транспорт приходится 40-50% загрязнения окружающей среды:

- в том числе в крупных городах – 60-70%;

- а в мегаполисах – более 85%.

При этом не менее 25% загрязнений объясняется техническим состоянием автомобилей и производственной деятельностью предприятий автомобильного транспорта.

8. Существенно повысились государственные требования к техническому состоянию, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств при производстве и эксплуатации, которые приближаются к международным.

Обеспечение этих требований в течение всего периода эксплуатации, возможно при качественной работе инженерно-технической службы, определяемой квалифицированным персоналом и использованием при ТЭА методов, оборудования и технологий, адекватных уровню конструкции автомобилей.

9. Развитие конкуренции на транспортном рынке требует детального и оперативного учета и оценки всех статей расходов и доходов, включая ТЭА, на нижних уровнях управления (цехи, участки, бригады, исполнители), возможных только при использовании новых информационных технологий – автоматизированных рабочих мест специалистов (АРМ), компьютерной и сетевой техники и др.

Весьма негативное влияние на развитие автотранспорта оказала фактическая ликвидация вертикали управления и регулирования деятельности автотранспортных предприятий федеральным центром.

В результате:

- пока не сформулирована четкая техническая политика отрасли в сфере ТЭА, которая ранее для всех предприятий, независимо от их ведомственной принадлежности, определялась Министерством автомобильного транспорта (сейчас Министерство транспорта);

- практически прекратились разработки и обеспечение предприятий современной авторитетной нормативно-технологической документацией.

- без практики продолжительных приемочных эксплуатационных испытаний новой техники и материалов и замены их кратковременными стендовыми и лабораторными автомобильный транспорт как отрасль оказался лишенным собственной информационной базы по реальным показателям качества и надежности автомобилей в эксплуатации, позволявшей ранее федеральному органу, представлявшему интересы многочисленных владельцев автотранспортных средств, предъявлять обоснованные требования к производителям и контролировать их реализацию.

Таким образом, специалистам автомобильного транспорта и ТЭА предстоит, используя полученные знания, накопленный отраслью опыт и традиции, возможности рыночных отношений, сформулировать и реализовать в новых условиях техническую политику обеспечения работоспособности растущего автомобильного парка страны.

### Вопрос 3. Понятие о техническом состоянии автомобилей

Автомобиль может участвовать в транспортном процессе и приносить определенный доход, если он технически исправен и находится в работоспособном состоянии.

Техническое состояние автомобиля (агрегата, механизма, соединения) определяется совокупностью изменяющихся свойств его элементов, характеризуемых текущим значением конструктивных параметров.

Обычно текущие значения конструктивных параметров связывают с наработкой.

Наработка – продолжительность работы изделия, измеряемая единицами пробега (километры), времени (часы), числом циклов. На автомобильном транспорте, как правило, наработка автомобилей исчисляется в километрах пробега, реже (специальные автомобили, внедорожные карьерные самосвалы) – в часах.

Различают наработку с начала эксплуатации изделия, наработку до определенного состояния (например, предельного) и др.

По мере увеличения наработки  $l, t$  параметры технического состояния изменяются от номинальных  $Y_n$  свойственных новому изделию, до предельных  $Y_{п.д.}$  при которых дальнейшая эксплуатация изделия по техническим, конструктивным, экономическим, экологическим или другим причинам недопустима.

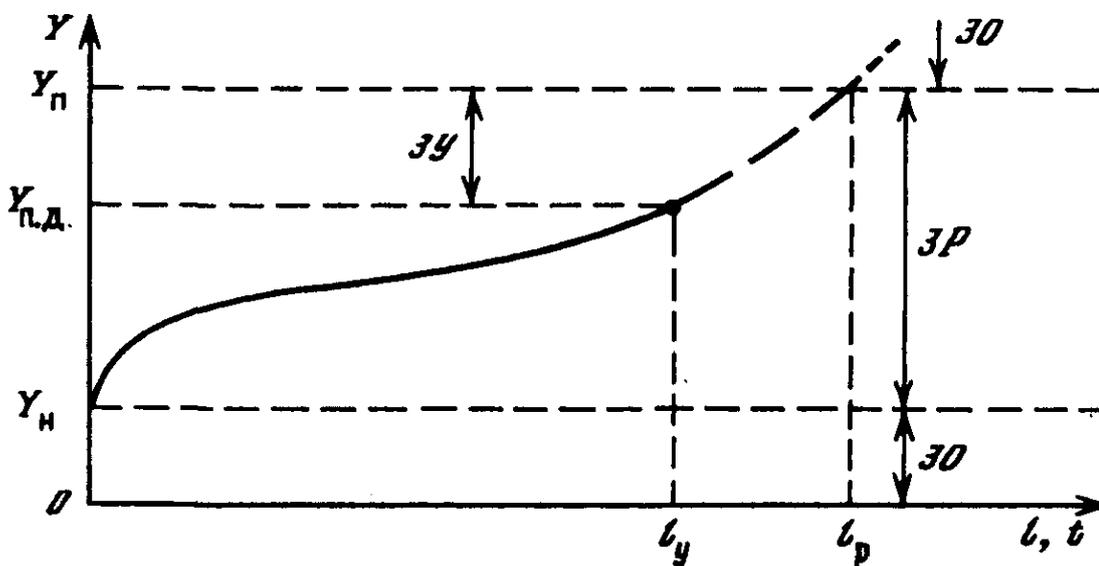


Рис. 1.1. Схема изменения параметров технического состояния:

$ЗР$  – зона работоспособности;  $ЗО$  – зона отказов;  $ЗУ$  – зона упреждения отказов;

$Y_{п.д.}$  – предельно допустимое значение параметра;  $T_p$  – ресурс изделия;

$T_y$  – ресурс упреждения

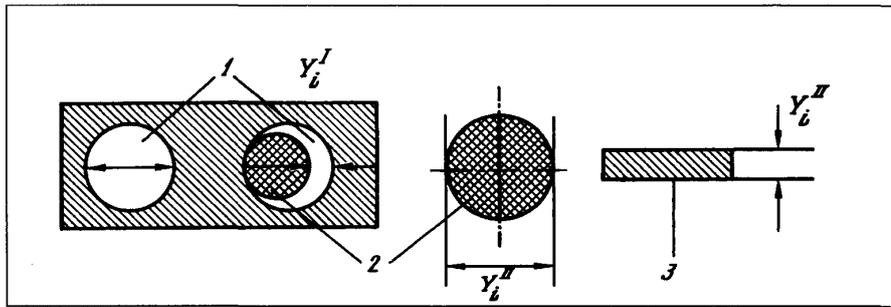


Рис. 1.2. Варианты изменения геометрических параметров деталей:

1 – шейка (втулка), 2 – вал, 3 – диск;  $Y_i^I$  – увеличиваются.

$Y_i^{II}$  – сокращаются в процессе работы автомобиля

Существуют два характерных варианта изменения параметров технического состояния по наработке: увеличение; сокращение.

Величины номинальных предельных и предельно допустимых  $Y_{\text{пд}}$  значений параметров технического состояния устанавливаются законами, государственными стандартами, постановлениями правительства, нормативно-техническими и проектно-конструкторскими документами, систематизируются в справочных изданиях, в том числе и международных.

Основные причины изменения конструктивных параметров и технического состояния:

- нагружение элементов;
- взаимное перемещение элементов;
- воздействие тепловой и электрической энергии;
- воздействие химически активных компонентов;
- воздействие внешней среды (влаги, ветра, 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.

Работоспособность – состояние изделия, при котором оно может выполнять заданные функции с параметрами, значения которых соответствуют технической документации, т.е. в интервале  $Y_{\text{п}} - Y_{\text{н}}$ .

Наработка изделия до предельного состояния  $Y_{\text{п}}$  называется ресурсом –  $L_{\text{р}}$ . В интервале наработки от  $L = L_0$  до  $L = L_{\text{р}}$  изделие технически исправно и может выполнять свои функции.

Если продолжать эксплуатировать изделие за пределами его ресурса, т.е. при наработке  $L > L_{\text{р}}$ , наступает отказ, т.е. событие, заключающееся в нарушении или потере работоспособности.

Распределение причин отказов автомобилей приведено в табл. 1.2.

По практическим соображениям внутри зоны работоспособности выделяют так называемую предотказную зону ЗУ (см. рис. 1.1), в начале которой (при  $L = L_y$ ) параметр технического состояния достигает своего предельно допустимого  $Y_{\text{п.д}}$  значения.

Значение этого параметра называют также упреждающим. Попадание изделия в эту зону свидетельствует о приближении отказа и необходимости принять профилактические меры по его предупреждению, т.е. по поддержанию работоспособности.

Общая динамика изменения технического состояния определяется следующим образом:

$$Y_i = [Y_n \rightarrow Y_1 \rightarrow Y_2 \rightarrow \dots \rightarrow Y_{п.д} \rightarrow Y_n].$$

Различают отказы автомобиля и его элементов (агрегатов, систем, деталей).

В отечественной и международной документации применяется также понятие исправность, которое шире понятия работоспособность и соответствует такому состоянию изделия, при котором оно удовлетворяет всем требованиям документации.

Отказ автомобиля – это такое изменение его технического состояния, которое приводит к невозможности начать транспортный процесс или к прекращению уже начатого транспортного процесса.

Отказ автомобиля фиксируется в следующих случаях, связанных с техническим состоянием:

- опоздание с выходом на линию;
- прекращение уже начатого транспортного процесса (линейный отказ);
- досрочный возврат с линии (неполное выполнение задания);
- принудительное обоснованное недопущение к работе или прекращение работы автомобиля на линии контрольными органами (ГИБДД, транспортная инспекция, экологическая милиция).

Все остальные отклонения технического состояния от нормы классифицируются как неисправности автомобиля.

Следовательно, из всей совокупности параметров технического состояния (конструктивных  $У$  и диагностических  $S$ ) особое значение для эксплуатации имеют четыре:

$Y_0 = Y_n$ ,  $S_0 = S_n$  – номинальное или начальное значение, которое определяется проектно-конструкторской документацией и качеством изготовления изделия;

$Y_n$ ,  $S_n$  – предельное значение, превышение которого приводит к отказу изделия и недопустимо;

$Y_{п.д}$ ,  $S_{п.д}$  – предельно допустимое значение, которое предшествует предельному и сигнализирует пользователю о необходимости принятия мер по восстановлению технического состояния;

$Y_i$ ,  $S_i$  – текущее значение параметра, величина которого, определяемая в эксплуатации, свидетельствует о фактическом техническом состоянии изделия.

Перечень неисправностей, при которых запрещается эксплуатация транспортных средств, устанавливается на федеральном уровне постановлением правительства.

Методы проверки приведенных параметров регламентированы ГОСТ 25478-91 "Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки".

## 1. Тормозные системы

1.1 При дорожных испытаниях не обеспечиваются следующие нормы эффективной рабочей тормозной системы: значения тормозного пути и установившегося замедления, приведенные в скобках, (см. таблица) распространяются на транспортные средства, производство которых было начато до 1 января 1981 г.

Испытания проводятся на горизонтальном участке дороги с ровным, сухим, чистым цементно- или асфальтобетонным покрытием при скорости в начале торможения 40 км/ч – для автомобилей, автобусов и автопоездов. Транспортные средства испытывают в снаряженном состоянии с водителем путем однократного воздействия на орган управления рабочей тормозной системой.

1.2. Нарушена герметичность тормозного привода.

1.3. Не действует манометр пневматического или пневмогидравлического тормозного привода.

1.4. Стояночная тормозная система не обеспечивает неподвижное состояние:

- транспортных средств с полной нагрузкой на уклоне до 16% включительно;
- легковых автомобилей и автобусов в снаряженном состоянии на уклоне до 23% включительно;
- автопоездов в снаряженном состоянии на уклоне до 31% включительно.

## 2. Рулевое управление

2.1. Суммарный люфт в рулевом управлении превышает

- 10° для легковых автомобилей и созданных на их базе автобусов;
- 20° для прочих автобусов;
- 25° для грузовых автомобилей.

2.2. Неисправен или отсутствует предусмотренный конструкцией усилитель рулевого управления.

## 3. Внешние световые приборы

3.1. Количество, тип, цвет, расположение и режим работы внешних световых приборов не соответствуют требованиям конструкции транспортного средства.

3.2. Регулировка фар не соответствует требованиям ГОСТ 25478-91.

3.3. Не работают в установленном режиме или загрязнены внешние световые приборы и световозвращатели.

3.4. На световых приборах отсутствуют рассеиватели либо используются рассеиватели и лампы, не соответствующие типу данного светового прибора.

#### 4. Стеклоочистители и стеклоомыватели ветрового стекла

4.1. Не работают в установленном режиме стеклоочистители.

4.2. Не работают предусмотренные конструкцией транспортного средства стеклоомыватели.

#### 5. Колеса и шины

5.1. Шины легковых автомобилей имеют остаточную высоту рисунка протектора менее 1,6 мм, грузовых автомобилей – 1 мм, автобусов – 2 мм.

5.2. Шины имеют местные повреждения (пробои, прорезы, разрывы), обнажающие корд, а также расслоение каркаса, отслоение протектора и боковины.

5.3. Отсутствует болт (гайка) крепления или имеются трещины диска и ободьев колес.

5.4. Шины по размеру или допустимой нагрузке не соответствуют модели транспортного средства.

5.5. На одну ось автобуса или прицепа к нему установлены диагональные шины совместно с радиальными или шины с различным типом рисунка протектора.

#### 6. Двигатель

6.1. Содержание вредных веществ в отработавших газах и их дымность превышают величины, установленные ГОСТ 17.2.2.03-87 и ГОСТ 21393-75.

6.2. Нарушена герметичность системы питания.

6.3. Неисправна система выпуска отработавших газов.

#### 7. Прочие элементы конструкции

Не работает звуковой сигнал. Не работают замки дверей кузова или кабины, запоры бортов грузовой платформы, запоры горловин цистерн и пробки топливных баков, механизм регулировки положения сидения водителя, аварийные выходы и устройства приведения их в действие, привод управления дверьми, спидометр, тахограф, противоугонные устройства, устройства обогрева и обдува стекол.

7.3. Неисправны тягово-сцепное и опорно-сцепное устройства тягача и прицепного звена, а также отсутствуют или неисправны предусмотренные их конструкцией страховочные тросы (цепи).

### Вопрос 4. Влияние отказов на транспортный процесс

Специфика транспортного процесса (потребность и время работы клиентуры, законодательные ограничения и др.) предусматривает использование конкретных автомобилей циклически – т.е. время непосредственной работы (перевозки грузов и пассажиров) чередуется с организационными или техническими простоями.

Поэтому применительно к автомобилю классификация отказов связана не только с техническим событием (превышение параметрами технического состояния предельных значений), но и с моментом возникновения этого события и продолжительностью восстановления работоспособности.

Различают следующие фазы, или циклы, работы автотранспортных предприятий и конкретных автомобилей (рис).

- $T_{рвп}$  – рабочее время предприятия, или конкретная часть суток, в течение которой автомобильный парк предприятия обслуживает клиентов, пользующихся транспортом, т.е. работает на линии. Обычно  $T_{рвп}$  определяется договором (контрактом) на обслуживание и режимом работы клиента (завода, стройки, склада, магазина, населения).

В течение  $T_{рвп}$  транспортное предприятие должно направить клиенту оговоренное число автомобилей нужной грузоподъемности, вместимости и т.п. Рабочее время грузового автотранспортного предприятия может составлять 12-15 ч, пассажирского – до 20-22 ч.

- $T_{рва} = T_n$  – рабочее время автомобиля, или время в наряде, время, в течение которого автомобиль должен находиться на линии, участвуя в транспортном процессе.

Продолжительность  $T_{рва}$  определяется трудовым законодательством и правилами внутреннего распорядка (односменная, полуторасменная, двухсменная работа).

Для конкретного автомобиля устанавливается график работы, в котором фиксируется:

- начало рабочего времени, т.е. выход автомобиля на линию;
- окончание рабочего времени – возврат автомобиля на АТП;
- необходимые организационные и технические перерывы, т.е.

$$T_{рва} = T_n = t_k - t_n.$$

Как правило  $T_{рвп} > T_n$ .

$T_{нва}$  – нерабочее время автомобиля – время, в течение которого автомобиль не должен работать на линии и находится на АТП.

$T_{нва} = T_c - T_n$  – включает часть суток до и после наряда:  $T_{нва} = T_{нва1} + T_{нва2}$  где  $T_c = 24$  ч (сутки);

$T_n$  – время в наряде – работа автомобиля на линии;

$T_{рва}$  – рабочее время;

$T_{мсва}$  – межсменное время автомобиля – промежуток времени между двумя последовательными циклами работы автомобиля на линии.  $T_{нва}$  включает нерабочее время автомобиля после очередного наряда ( $T_{нва1}$ ) и до последующего наряда ( $T_{нва2}$ ).

В зависимости от момента и места возникновения различают:

ЛО – линейные отказы, которые возникают на линии в течение рабочего времени автомобиля и нарушают транспортный процесс,

НЛО – нелинейные отказы, которые выявлены или возникли в межсменное время автомобиля.

Линейные отказы подразделяются на

- ЛОУ – устраняемые на линии с потерей рабочего времени (водителем, персоналом технической помощи)

- ЛОН – не устраняемые на линии, требующие транспортировки автомобиля для устранения отказа на АТП, станции технического обслуживания или в мастерской.

В зависимости от продолжительности устранения ( $T_{ус}$ ) нелинейные отказы подразделяются на

- НЛОМ – устраняемые в межсменное время и не влияющие на транспортный процесс:

- НЛОР – не устраняемые в межсменное время, вызывающие простой автомобиля за счет рабочего времени и влияющие на транспортный процесс.

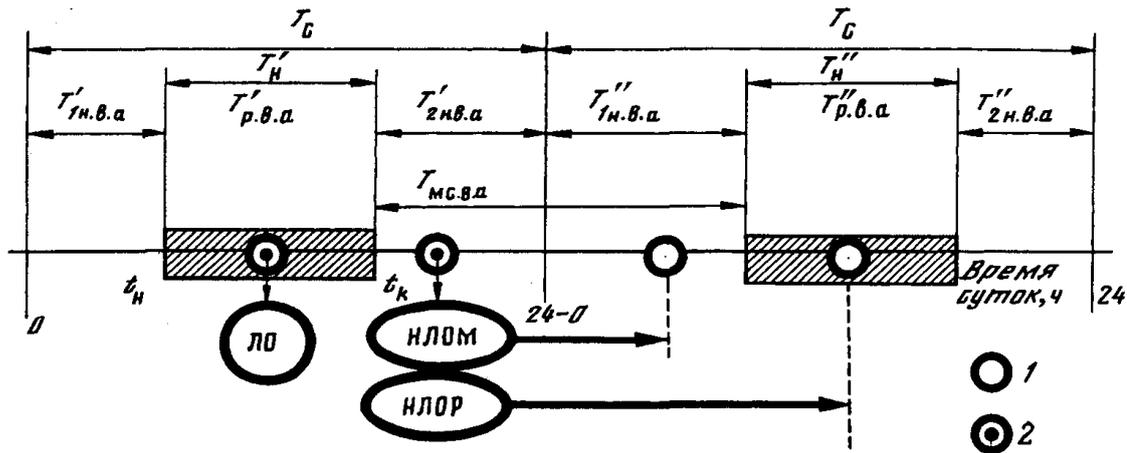


Рис.1.2. Влияние технического состояния автомобиля на транспортный процесс:

1 – момент завершения работ по устранению отказа;

2 – момент возникновения, выявления или фиксации отказа

### Вопрос 5. Закономерности изменения технического состояния

Для предупреждения отказов и неисправностей,

Для определения их источников,

Для предъявления рекламационных претензий изготовителю или продавцу изделия мало констатировать сам факт возникновения отказа или неисправности.

Необходимо знать причины, механизмы их возникновения и проявления, а также влияние различных отказов элементов на работоспособность автомобиля в целом, т.е. на способность выполнять "транспортную работу".

Иными словами, необходимо знать закономерности изменения технического состояния.

Процессы, происходящие при эксплуатации автомобилей могут быть подразделены на две большие группы:

- процессы, описываемые функциональными зависимостями;
- 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 процессы происходят под влиянием многих переменных факторов, значение которых часто неизвестно. Поэтому результаты вероятностного процесса могут принимать различные количественные значения, т.е. обнаружить рассеивание или, как говорят, вариацию, и называются случайными величинами.

Таким образом, случайный процесс характеризуется некоторой функцией, значение которой при каждом значении аргумента (например, наработки изделия  $t$ ) является случайной величиной.

В результате наблюдения за случайным процессом, например, изменением конкретного показателя технического состояния группы из  $n$  автомобилей в момент  $t$  («сечение» этого процесса), получают конкретное значение случайной функции, называемой реализацией случайного процесса. Так, при  $t_1$  (рис. 1/3) реализацией случайного процесса является ряд из  $n$  случайных величин  $y_1(t_1); y_2(t_1); y_3(t_1), \dots y_n(t_1)$

Например, наработка на отказ автомобиля или агрегата является случайной величиной и зависит от ряда факторов: первоначального качества материала деталей; точности обработки деталей; качества сборки; качества ТО и ремонта; квалификации персонала; условий эксплуатации; качества применяемых эксплуатационных материалов и т.п.

Случайной величиной является трудоемкость устранения конкретной неисправности, расход материалов, значение параметра технического состояния в определенные моменты времени и т.д.

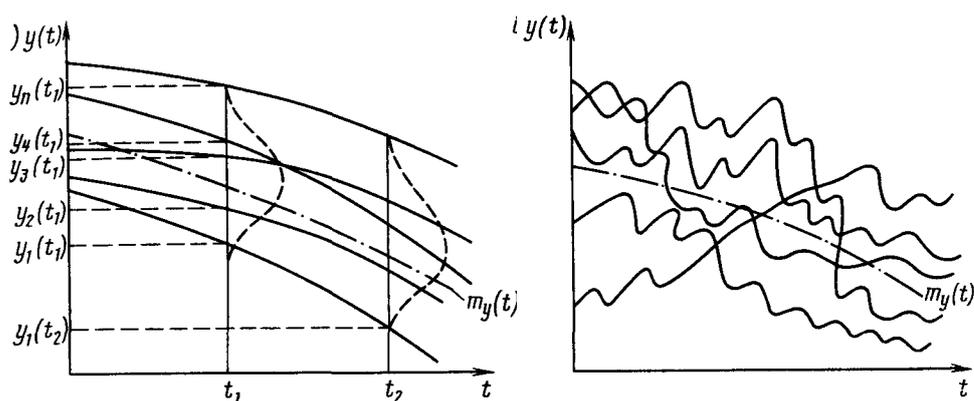


Рис.1.3. Случайные процессы различной внутренней структуры

Для каждого сечения можно определить неслучайную функцию – математическое ожидание случайного процесса  $m_y(t)$ . Например, для  $t_1$   $m_y(t_1) = y_i(t_1)/n$ .

Математическое ожидание случайного процесса может быть постоянным или меняться по  $t$ .

Для практики важно также поведение конкретных реализаций относительно математического ожидания случайного процесса:

- Для случайного процесса, изображенного на рис., характерны плавность, монотонность изменения реализации, т.е. определенная зависимость между различными сечениями.

Если при  $t_1$   $y_1(t_1) < m_y(t_1)$ , то можно предположить, что и при  $t_2$   $y_1(t_2) < m_y(t_2)$ .

- Для случайного процесса, изображенного на рис. 1.3 такой закономерности не проявляется, хотя характер изменения математического ожидания у этих двух случайных процессов одинаков.

Для разработки рекомендаций по рациональной технической эксплуатации, совершенствованию конструкции автомобилей необходима информация о закономерностях изменения их технического состояния.

К важнейшим закономерностям технической эксплуатации относятся:

- изменение технического состояния автомобиля, агрегата, детали по времени работы или пробегу (наработке) автомобиля;

- рассеивание параметров технического состояния и других случайных величин, с которыми оперирует техническая эксплуатация, например продолжительность выполнения ремонтных и профилактических работ; формирование суммарного потока отказов за весь срок службы автомобиля или группы автомобилей (процесс восстановления).

**Вопрос 6. Закономерности изменения технического состояния по наработке автомобилей (закономерности первого вида)**

Случайные процессы различной внутренней структуры

У значительной части узлов и деталей процесс изменения технического состояния в зависимости от времени или пробега автомобиля носит плавный, монотонный характер (рис. 1.4), приводящий в пределе к возникновению постепенных отказов. При этом характер зависимости может быть различным (см. рис. 1.4).

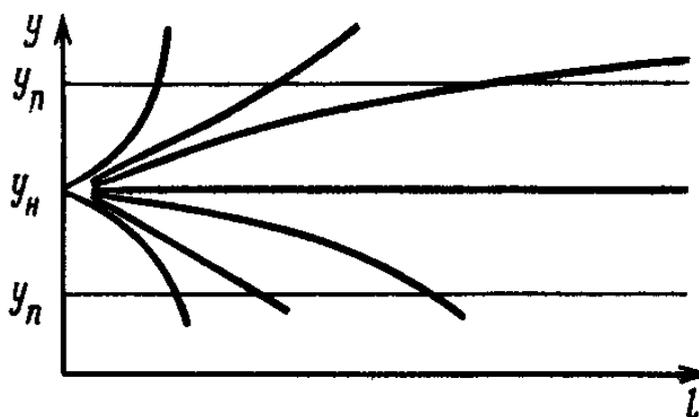


Рис. 1.4. Возможные формы зависимости показателя технического состояния  $y$  от пробега  $l$ :  $y_n$   $y_n$  – начальное и предельное значения.

Проведенные исследования и накопленный опыт показывают, что в случае постепенных отказов изменение параметра технического состояния конкретного изделия или среднего значения для группы изделий аналитически достаточно хорошо может быть описано двумя видами функций:

целой рациональной функцией  $n$ -го порядка

$$y = a_0 + a_1 \cdot L + a_2 \cdot L^2 + a_3 \cdot L^3 + \dots + a_n \cdot L^n,$$

где  $a_0$  – начальное значение параметра технического состояния;  $l$  – наработка;  $a_1, a_2, \dots, a_n$  – коэффициенты, определяющие характер и степень зависимости  $y$  от  $l$ ,

или степенной функцией

$$y = a_0 + a_1 \cdot L^b,$$

где  $a_1$  и  $b$  – коэффициенты, определяющие интенсивность и характер изменения параметра технического состояния

В практических вычислениях по первой формуле, как правило, достаточно использовать члены до четвертого порядка. Таким образом, зная функцию  $y = \varphi(l)$  и предельное значение  $Y_n$  параметра технического состояния, можно определить из уравнения  $L = f(y)$ , т.е. ресурс изделия.

Достаточно часто закономерности изменения параметров (например, зазора между накладками и тормозными барабанами, свободного хода педали сцепления и др.) описываются линейными уравнениями вида

$$y = a_0 + a_1 \cdot L,$$

где  $a_1$  – интенсивность изменения параметра технического состояния, зависящая от конструкций, и условия эксплуатации изделий.

Ниже приведены характерные значения интенсивностей изменения параметров технического состояния ряда механизмов грузовых автомобилей:

Свободный ход педали, мм/1000 км:

сцепления ..... 0,4-0,6,

тормоза ..... 0,6-0,9.

Зазор между тормозными накладками и барабанами колес, мм/1000 км:

передних – 0,04-0,06,

задних – 0,1-0,3.

Прогиб ремня привода водяного насоса, мм/1000 км ..... 0,3-0,6

Суммарный угловой люфт, град/1000 км:

карданной передачи – 0,01-0,03,

главной передачи – 0,2-0,3.

Закономерности первого вида характеризуют тенденцию изменения параметров технического состояния (математическое ожидание случайного процесса), а также позволяют определить средние наработки до момента достижения предельного или заданного состояния.

## Вопрос 7. Закономерности случайных процессов изменения технического состояния автомобилей (закономерности второго вида)

При работе группы автомобилей используется не с одна зависимостью  $Y(l)$ , которая была бы пригодна для всей группы, а – индивидуальные зависимости, свойственные каждому  $i$ -му объекту (рис. 1.5).

Причинами вариации являются:

- даже незначительные изменения от изделия к изделию качества материалов, обработки деталей, сборки;
- текущие изменения условий эксплуатации (скорость, нагрузка, температура и т.д.);
- качество ТО и ремонта, вождения автомобилей и др.

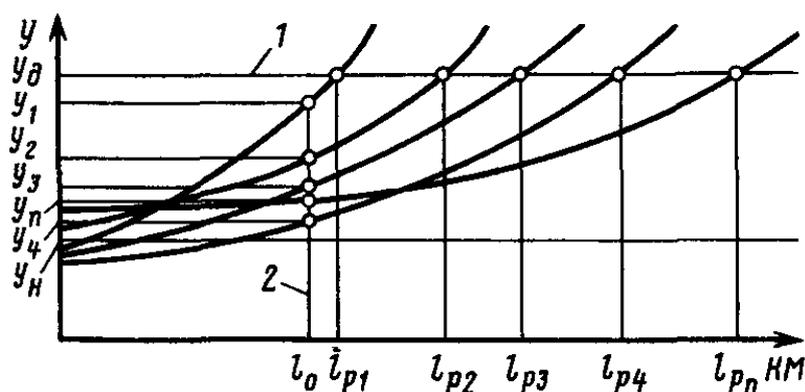


Рис. 1.5. Вариация ресурса и технического состояния:

1 – сечение случайного процесса по параметру  $y$ ; 2 – то же, по наработке  $l$

В результате при фиксации для группы изделий определенного параметра технического состояния, например  $Y_d$ , каждое изделие будет иметь свою наработку до отказа, т.е. будет наблюдаться вариация наработки.

*В связи с этим возникает вопрос, как установить момент контроля и обслуживания объектов?*

Если зафиксировать определенную наработку к моменту контроля и обслуживания автомобиля  $L_0$ , то неминуемы вариация показателя его технического состояния и, как следствие, вариация трудоемкости и продолжительности выполнения работ по восстановлению технического состояния.

Поэтому важно знать, какую трудоемкость и продолжительность учитывать и нормировать при организации технического обслуживания и ремонта.

Совершенно очевидно, что решение этого вопроса во многом зависит от вариаций случайной величины. Характеристиками случайной величины  $x$  при  $n$  реализациях служат:

среднее значение  $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$ ;

среднеквадратическое отклонение  $\sigma = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$ ;

дисперсия  $D = \sigma^2$ ; коэффициент вариации  $\vartheta_x = \sigma / \bar{x}$ .

В технической эксплуатации автомобилей различают случайные величины с малой ( $\nu < 0,1$ ), средней ( $0,1 < \nu < 0,33$ ) и большой вариацией ( $\nu > 0,33$ ).

Фактически полученный в результате обработки экспериментальных данных, а также из литературных источников коэффициент  $\nu$  служит для предварительного определения закона распределения данной случайной величины.

Точечные оценки позволяют предварительно судить о качестве изделий и технологических процессов. Чем ниже средний ресурс и выше вариация, тем ниже качество конструкции и изготовления (или ремонта) изделия.

Чем выше коэффициент вариации показателей технологических процессов ТЭА (трудоемкость, простои в ТО или ремонте, загрузка постов и исполнителей и др.), тем менее совершенны применяемые организация и технология ТО и ремонта.

Помимо приведенных, важнейшей характеристикой случайной величины служит вероятность – численная мера степени объективно существующей возможности появления изучаемого события.

Статистически вероятность события А представляет собой отношение числа случаев, благоприятствующих этому событию, к общему числу случаев п.

Вероятность может принимать значения в интервале  $0 \leq P \leq 1$ . События, для которых  $P=1$ , называются достоверными, а события, для которых  $P \leq 0,05$  – маловероятными.

Вероятность безотказной работы  $R(x)$  определяется отношением числа случаев безотказной работы изделия за наработку  $x$  к общему числу случаев, т.е.

$$R(x) = \frac{n - m(x)}{n},$$

где  $m(x)$  – число отказавших изделий к моменту наработки  $x$ .

Вероятность отказа  $F(x)$  является событием, противоположным вероятности безотказной работы, поэтому

$$F(X) = 1 - R(x) = m(x) / n.$$

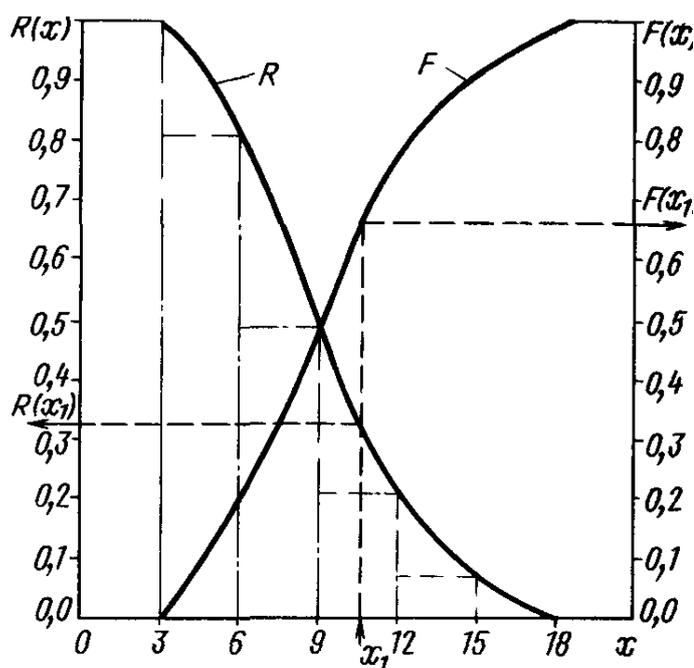


Рис. 1.6. Вероятность отказа и безотказной работы

Эти графики справедливы для невосстанавливаемых изделий, т.е. подлежащих замене после первого отказа, и для восстанавливаемых изделий, но для отдельных циклов работы: до первого отказа, между первым и вторым отказом и т.д.

Имея значения  $F(x)$  или  $R(x)$ , можно решать следующие практические задачи.

Если  $X_\gamma$  – это заданная наработка агрегата или детали, а  $x$ , – наработка до отказа, то вероятность события  $P(x) > X_\gamma = R(x) = \gamma$  означает, что с вероятностью  $P = \gamma$  изделие проработает без отказа больше заданной наработки  $X_\gamma$ . Эта наработка называется гамма-процентной наработкой (ресурсом) до отказа. Обычно  $\gamma$  принимается равной 0,8; 0,85; 0,9; 0,95. Выражение  $P(x_i) \leq X_\gamma = F(x)$  означает, что с вероятностью  $F(x)$  изделие откажет при наработке, меньшей или равной  $X_\gamma$ .

Если случайной величиной является продолжительность выполнения какой-либо операции ТО или ремонта, то выражение  $P(x) \leq X_\gamma = F(x) = 1 - \gamma$  означает, что в  $(1 - \gamma)$  случаях потребуется время, меньшее чем  $X$ .

Следующей характеристикой случайной величины является плотность ее вероятности (например, вероятности отказа)  $f(x)$  – функция, характеризующая вероятность отказа за малую единицу времени при работе узла, агрегата, детали без замены. Если вероятность отказа за наработку  $x$  равна  $F(x) = m(x)/n$ , то, дифференцируя при  $n = \text{const}$ , получим плотность вероятности отказа

$$f(x) = \frac{1}{n} \cdot \frac{dm}{dx},$$

где  $dm/dx$  – элементарная «скорость», с которой в любой момент времени происходит приращение числа отказов при работе детали, агрегата без замены

Так как  $f(x) = F'(x)$ , то  $F(x) = \int_{-\infty}^x f(x)dx$ .

Поэтому  $F(x)$  называют интегральной функцией распределения, а  $f(x)$  – дифференциальной функцией распределения (рис. 2.13).

Так как  $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1$ , а  $R(x) = 1 - F(x)$ , то  $R(x) = \int_x^{\infty} f(x)dx$ .

Имея значения  $F(x)$  или  $f(x)$ , можно произвести оценку надежности и определить среднюю наработку до отказа  $\bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx$ .

• На практике, зная  $f(x)$ , оценивают возможное число отказов  $m(x)$ , которое может возникнуть за сравнительно небольшой интервал наработки  $\Delta x = x_1 - x_2$ . Для этого значение  $f(x_1)$  умножают на число изделий  $n$  и величину интервала  $\Delta x$ .

Графически эта величина определяется площадью под кривой дифференциальной функции распределения с основанием  $\Delta x = x_2 - x_1$  (рис. 1.7, б).

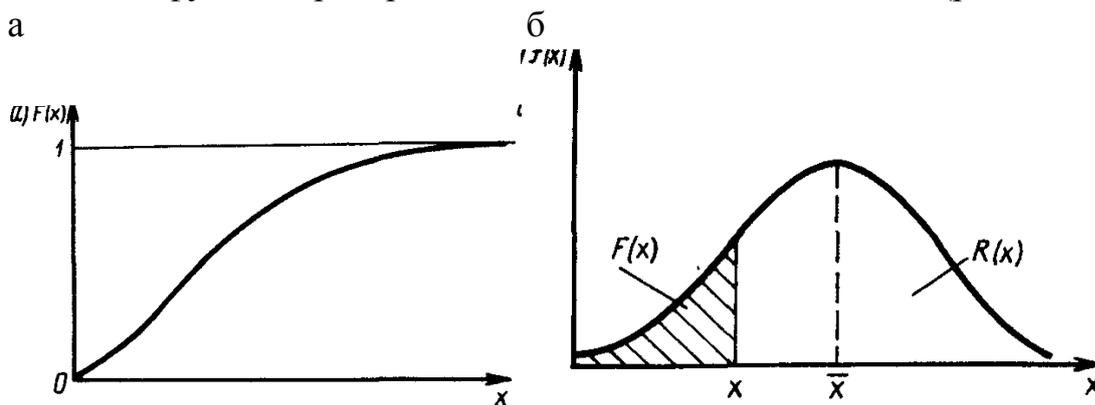


Рис. 1.7. Интегральная (а) и дифференциальная (б) функции распределения:  $F(x)$  – вероятность отказа;  $f(x)$  – плотность вероятности отказа

В общем случае  $f(x)$ ,  $R(x)$ ,  $F(x)$  получают при сечении случайного процесса в моменты  $t_1$ ,  $t_2$  и т.д.

Дифференциальная функция распределения  $f(x)$  называется также законом распределения случайной величины. Знание законов распределения случайных величин позволяет более точно планировать моменты проведения и трудоемкость работ ТО и ремонта, определять необходимое количество запасных частей и решать другие технологические и организационные вопросы.

Для процесса технической эксплуатации наиболее характерны следующие законы распределения: ЗНР, ЗРВ, ЭЗР, ЗРП, БЗР.

Важным показателем надежности является интенсивность отказов  $\lambda(x)$  – условная плотность вероятности возникновения отказа невосстанавливаемого изделия, определяемая для данного момента времени при условии, что отказа до этого момента не было.

Аналитически для получения  $\lambda(x)$  необходимо элементарную вероятность  $dm/(dx)$  отнести к числу элементов, не отказавших к моменту  $x$ , т.е.

$$\lambda(x) = \frac{dm}{dx} : [n - m(x)].$$

Так как вероятность безотказной работы

$$R(x) = \frac{n - m(x)}{n},$$

то  $\lambda(x) = \frac{dm}{dx} \cdot \frac{1}{n \cdot R(x)}$ . Учитывая, что  $f(x) = \frac{1}{n} \cdot \frac{dm}{dx}$   $\lambda(x) = \frac{f(x)}{R(x)}$ .

Таким образом, интенсивность отказов равна плотности вероятности отказа, деленной на вероятность безотказной работы для данного момента времени или пробега.

Так как  $R(x) = 1 - \frac{m \cdot x}{n}$ , то после дифференцирования  $\frac{dR}{dx} = -\frac{1}{n} \cdot \frac{dm}{dx}$

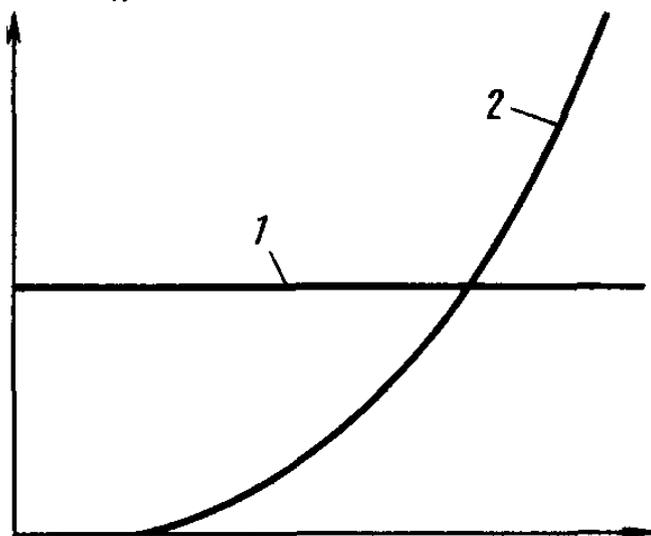


Рис. 1.8 Изменение интенсивности отказов для внезапных (1) и постепенных (2) отказов случаев: при внезапных и постепенных отказах

Так как  $\lambda(x) = \frac{dm}{dx} \cdot \frac{1}{n \cdot R}$ , то, заменяя в последнем выражении  $\lambda(x) = -\frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dx}$ , получим  $\lambda(x) = -\frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dx}$  откуда после интегрирования

$R = e^{-\int_0^x \lambda(x) dx}$ . Зная интенсивность отказов, можно для любого момента времени или пробега определить вероятность безотказной работы.

Последние описывают безотказность так называемых «стареющих» элементов.

Таким образом, умение оценивать случайные величины позволяет в реальной эксплуатации:

- во-первых, перейти от ожидания стихийного появления событий (отказы изделия, требования на услуги ТО и ремонт, заправку и др.) к инструментальному описанию и объективному предвидению их реализации с определенной вероятностью, что позволяет подготовить и приспособить производство к эффективному освоению соответствующих требований;

- во-вторых, принять риск в качестве объективной реальности, свойственной любой деятельности, особенно эксплуатационной. Поэтому для успешной производственной деятельности *важно не стремиться полностью исключить риск (что нереально для случайных процессов), а уметь его оценить и выбрать с учетом возможных отрицательных и положительных последствий.*

Нормальный закон распределения. Такой закон формируется тогда, когда на протекание исследуемого процесса и его результат влияет сравнительно большое число независимых (или слабозависимых) элементарных факторов (слагаемых), каждое из которых в отдельности оказывает лишь незначительное действие по сравнению с суммарным влиянием всех остальных. Например, наработка до проведения ТО складывается из нескольких (десяти и более) сменных пробегов, отличающихся один от другого. Однако они сопоставимы, т.е. влияние одного сменного пробега на суммарную наработку незначительно, поэтому периодичность ТО подчиняется двухпараметрическому нормальному закону, для которого имеем:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}}$$

$$R(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \int_x^{\infty} e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx,$$

$$F(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dx.$$

Для нормального закона при расчетах часто пользуются понятием нормированной функции  $\Phi(z)$ , для которой принимается новая случайная величина  $z=(x-\bar{x})/\sigma$ , так называемое нормированное отклонение. Тогда

$$\Phi(z) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\Pi}} \int_{-\infty}^{\bar{x}+z\sigma} e^{-z^2/2} d(\bar{x}+z\sigma) = \int_{-\infty}^z e^{-z^2/2} dz$$

Для нормального закона  $\nu \leq 0,33$ .

Закон распределения Вейбулла – Гнеденко. Данный 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 (или пробега) достижения предельного состояния системы как распределение соответствующих минимальных значений  $x$ , отдельных элементов:  $x_c = \min(x_1; x_2, \dots, x_3)$ . Функция распределения этой величины может быть выражена следующей зависимостью:

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

где  $a$  и  $b$  – параметры распределения.

Примером использования распределения Вейбулла-Гнеденко является распределение ресурса подшипника качения, который ограничивается одним из элементов: шарик или ролик, конкретный участок сепаратора и т.д. По аналогичной схеме наступает предельное состояние тепловых зазоров клапанного механизма. Некоторые изделия при анализе модели отказа могут быть рассмотрены как состоящие из нескольких элементов (участков). Это прокладки, уплотнения, шланги, трубопроводы, приводные ремни и т.д. Разрушение указанных изделий происходит в разных местах и при разной наработке, однако ресурс изделия в целом определяется наиболее слабым его участком. *Для этого закона в практических задачах ТЭА коэффициент вариации  $\nu = 0,4-0,6$ . Расчет параметров приведен в прил. 2.*

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. Эта так называемая модель пропорционального эффекта рассматривает некоторую случайную величину, имеющую начальное состояние  $x_0$  и конечное предельное состояние  $x_n$ . Изменение случайной величины происходит таким образом, что

$$x_i = x_{i-1} \pm \varepsilon_i h(x_{i-1}),$$

где  $\varepsilon_i$  – интенсивность изменения случайных величин;  $h(x_{i-1})$  – функция реакции, показывающая характер изменения случайной величины.

При  $h(x_{i-1}) = h x_{i-1}$

имеем  $x_i = x_{i-1}(1 \pm \varepsilon_i) = (1 \pm \varepsilon_i) \cdot (1 \pm \varepsilon_{i-1}) \dots (1 \pm \varepsilon_1)x_0 = x_0 \prod_{i=1}^n (1 \pm \varepsilon_i)$ .

Таким образом, предельное состояние  $x_n = x_0 \prod_{i=1}^n (1 \pm \varepsilon_i)$ , а его логарифм

$$\ln x_n = \ln x_0 + \sum \ln(1 \pm \varepsilon_i).$$

Согласно центральной предельной теореме  $\ln x_n$ , имеет асимптотически нормальное распределение, как сумма ряда случайных равновеликих и взаимонезависимых величин, а сама величина  $x_n$  распределена по логарифмически нормальному закону (см. прил. 2).

В технической эксплуатации этот закон (при  $\nu = 0,3 \dots 0,5$ ) встречается при описании процессов усталостных разрушений, коррозии, наработки до ослабления крепежных соединений и в ряде других случаев.

Экспоненциальный закон распределения. Предположим, что в начальный момент  $x = 0$  элементы численностью  $N_0$  были исправны. При работе происходят отказы этих элементов таким образом, что независимо от проработанного времени  $x$  число отказов ( $\Delta N$ ) в небольшом интервале времени  $\Delta x$  пропорционально числу оставшихся исправных элементов  $Nx$ , а непосредственно перед отказом элемент находится в исправном состоянии, т.е.

$$\Delta N / \Delta x = \lambda Nx,$$

где  $\lambda$  – положительная постоянная, а знак минус свидетельствует о сокращении  $Nx$  при работе.

При  $\Delta x \rightarrow 0$  имеем  $dN/dx = dN/Nx = -\lambda dx - \ln C$ . После интегрирования  $\ln Nx = \lambda x \ln C$ , откуда  $Nx = C \exp[-\lambda x]$ .

При  $x=0$   $C = N_0$ , откуда  $N = N_0 \exp[-\lambda x]$ . Но  $N_x = N_0 = R(x)$ , тогда вероятность безотказной работы (см. прил. 3)  $R(x) = \exp[-\lambda x]$ .

Данное уравнение характеризует вероятность безотказной работы при экспоненциальном законе распределения, а  $\lambda$  – параметр потока отказов (называемый также для экспоненциального распределения интенсивностью отказов), равный обратной величине средней наработки на отказ, т.е.  $\lambda = 1/x$ . Плотность распределения для экспоненциального закона описывается уравнением  $f(x) = \lambda \cdot \exp[-\lambda \cdot x]$

При этом законе распределения коэффициент вариации  $\nu = 1$ .

Экспоненциальный закон распределения является однопараметрическим, что облегчает расчеты и объясняет широкое его применение на практике. В соответствии с теоремой умножения вероятностей вероятность безотказной работы к моменту  $x + \Delta x$  равна вероятности безотказной работы в течение времени  $x$ , умноженной на вероятность безотказной работы за время  $\Delta x$ , т.е.

$$R(x + \Delta x) = R(x) \cdot R(\Delta x) = \exp[-\lambda \cdot (x + \Delta x)],$$

отсюда  $R(\Delta x) = \exp[-\lambda \Delta x]$ .

Следовательно, при экспоненциальном законе распределения вероятность безотказной работы не зависит от того, сколько проработало изделие с начала эксплуатации, а определяется конкретной продолжительностью рассматриваемого периода или пробега  $Ax$ , называемого временем выполнения задания. Таким образом, рассмотренная модель не учитывает постепенного изменения параметров технического состояния, например, в результате изнашивания, старения и так далее, а рассматривает так называемые нестареющие элементы и их отказы. Экспоненциальный закон используется чаще всего при описании внезапных отказов, продолжительности разнообразных ремонтных воздействий и в ряде других случаев.

## Лекция 2

# МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

### Вопрос 1. Понятие о нормативах и их назначении

Любое государственное, муниципальное или частное предприятие может эффективно работать, имея соответствующие **планы и программы производства** и его развития.

Для составления и реализации этих планов и программ предприятие должно располагать **обоснованными нормативами**.

**Под нормативом** понимается *количественный или качественный показатель, используемый для упорядочения процесса принятия и реализации решений*.

**По назначению** различают нормативы, **регламентирующие**

- **свойства изделий** (надежность, безопасность, производительность, грузоподъемность, масса, габаритные размеры и др.);
- **состояние изделий** (номинальные, допустимые и предельные значения параметров технического состояния) и материалов (плотность, вязкость, содержание компонентов, примесей и т.д.);
- **ресурсное обеспечение** (капиталовложения, расход материалов, запасных частей, трудовые затраты);
- **технологические требования**, определяющие содержание и порядок проведения определенных операций и работ ТО, ремонта и др.

**По уровню нормативы** подразделяются на

- **федеральные** (законы, стандарты, требования по дорожной, экологической и пожарной безопасности и др.);
- **региональные, межотраслевые**, например положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, правила технической эксплуатации);
- **отраслевые и групповые**, нормативы для группы предприятий, объединения, холдинга);
- **внутриотраслевые и хозяйственные**, применяемые на предприятии или группе предприятий нормативы, стандарты качества и др.

**Нормативы используются при:**

- *определении уровня работоспособности автомобилей и парка;*
- *планировании объемов работ;*
- *определении необходимого числа исполнителей;*
- *потребности в производственной базе;*
- *в технологических расчетах.*

**К важнейшим нормативам** технической эксплуатации относятся:

- *периодичность ТО – это нормативная наработка (в километрах пробега или часах работы) между двумя последовательно проводимыми однородными работами или видами ТО;*

- трудоемкость ТО и ремонта – это затраты труда на выполнение в заданных условиях операции или группы операций ТО или ремонта;
- ресурс изделия до ремонта;
- расход запасных частей;
- расход эксплуатационных материалов.

Определение нормативов производится **на основе теоретических предпосылок**, аналитических расчетов и данных о надежности изделий, расходе материалов, продолжительности и стоимости проведения работ ТО и ремонта.

## Вопрос 2. Метод определения периодичности по допустимому уровню безотказности

Этот метод основан на выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа  $P_d$  элемента не превышает заранее заданной величины (рис. 2.1), называемой риском.

Вероятность безотказной работы

$$P_d \{x_i \geq l_o\} \geq R_d = \gamma,$$

т.е.  $l_o = x_\gamma$ ,

где  $x$  – наработка на отказ;

$R_d$  – допустимая вероятность безотказной работы;  $\gamma = 1 - F$ ;

$L_o$  – периодичность ТО,

$F$  – вероятность возникновения отказа (риск)

$x_\gamma$  – гамма-процентный ресурс.

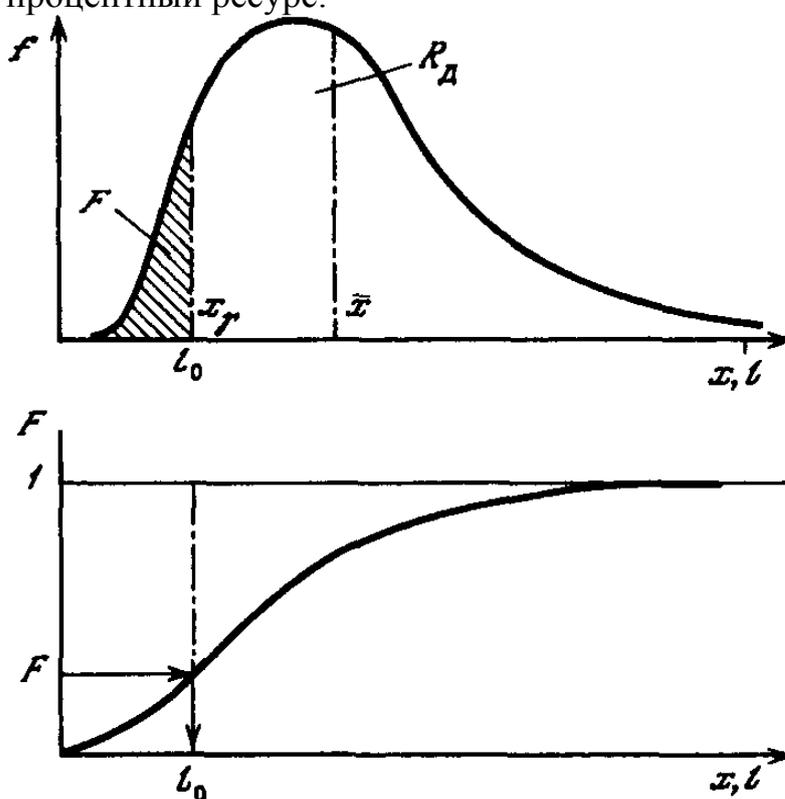


Рис. 2.1. Распределения наработки на отказ и плотности вероятности

Для агрегатов и механизмов, обеспечивающих безопасность движения,  $R_d=0,9-0,98$ ; для прочих узлов и агрегатов  $R_d=0,85-0,90$ . Риск соответственно 2–10% и 10–15%.

Определенная таким образом периодичность **значительно меньше средней наработки на отказ** (см. рис. 2.1) и **связана с ней следующим образом**:

$$l_o = \beta_n \bar{x},$$

где  $\beta_n$  – коэффициент рациональный периодичности, учитывающий величину и характер вариации наработки на отказ или ресурса, а также принятую допустимую вероятность безотказной работы.

На рис. 2.2 приведены распределения наработки на отказы двух элементов (1 и 2), имеющих одинаковые средние наработки ( $x_1 = x_2$ ), на разные вариации, причем  $V_1 < V_2$ . При назначении для этих элементов периодичностей ТО, соответствующих равным рискам ( $F_1 = F_2$ ),  $l_{o1} > l_{o2}$ .

Таким образом, **чем меньше вариация случайной величины, тем большая периодичность ТО** при прочих равных условиях может быть назначена.

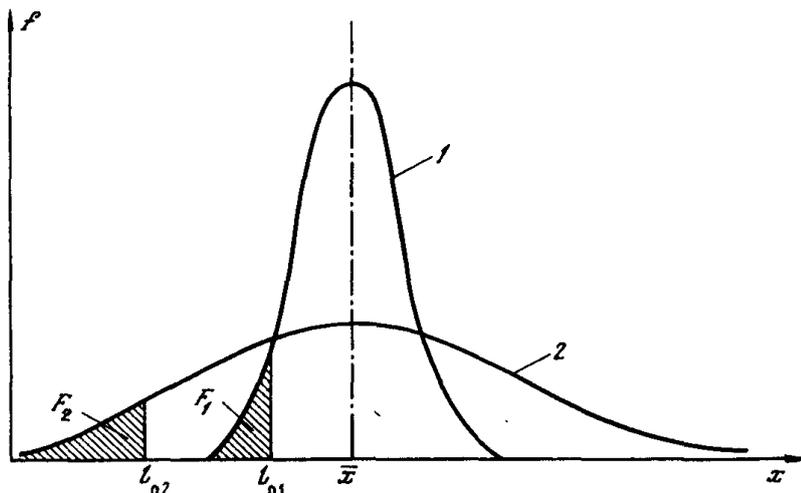


Рис. 2.2. Распределения наработки на отказы двух элементов

Поэтому одной из **главных задач технической эксплуатации** является принятие технологических и организационных мер по **сокращению вариации наработки на отказ** профилактируемых элементов:

- *повышение качества ТО и ремонта;*
- *регулярность проведения ТО;*
- *группировка автомобилей при конкретном обслуживании по возрасту и условиям эксплуатации, обеспечивающая относительную однородность технического состояния.*

Коэффициент рациональной периодичности  
при различных значениях допустимой вероятности безотказной работы  
и коэффициента вариации ресурса

$R_d$	Коэффициент вариации ресурса			
	0,2	0,4	0,6	0,8
0,85	0,80	0,55	0,40	0,25
0,95	0,67	0,37	0,20	0,10

$$\beta_n = 0.143 \cdot R^{-2.78} \cdot V^{-0.83} .$$

**Преимущества метода:** простота и учет риска.

**Недостатки метода:**

- неполное использование ресурса изделия, так как изделий имеет наработку на отказ значительно превышающую периодичность;
- отсутствие прямых экономических оценок последствий отказа (только косвенный учет – при назначении риска).

**Сферы применения:**

- при незначительных экономических и других последствиях отказа;
- для массовых объектов, когда влияние каждого из них на надежность изделия в целом невелико (не силовые крепежные детали);
- при практической невозможности или большой стоимости последовательной фиксации изменения параметров технического состояния (электропроводка, транзисторы, гидро- и пневмомагистрали);
- при необходимости минимизировать риски, затраты на которые перекрываются экономией по другим статьям (доставка опасных и скоропортящихся грузов, доставка точно в срок, специальные операции).

**Вопрос 3. Определение периодичности по закономерности изменения параметра технического состояния и его допустимому значению**

Для группы автомобилей (или элементов) изменение параметров технического состояния по наработке является случайным процессом и графически изображается пучком функций (рис 2.3).

1. Выделим условно из этого пучка три изделия с разной интенсивностью  $a$  изменения параметра технического состояния: максимальной (1), средней (2) – выделяем или вычисляем и минимальной (3).

2. Определим средний ресурс (кривая № 2)  $X_p$  при  $Y_{п.д.}$

3. Построим при фиксированной наработке всех изделий  $x$  график плотности распределения параметра технического состояния для всей совокупности изделий.

4. Если принять периодичность ТО  $L_{то'}$  равной  $X_{pд.}$ , то значительная часть изделий откажет при наработке  $x < L_{то'}$ . Риск возникновения отказа составит около 50%, что неприемлемо.

5. Назначим допустимое значение риска  $P_d$  2–10 или 10–15%.

6. Для обеспечения заданного риска следует уменьшить периодичность ТО до величины  $L_{TO}''$  таким образом (сдвинем значение периодичности по стрелке 4).

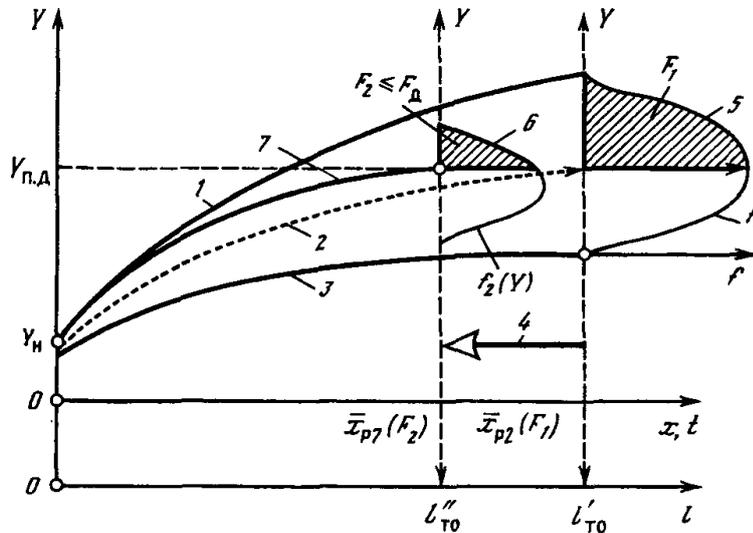


Рис 2.3. Изменение параметров технического состояния по наработке

7. Данной периодичности будет соответствовать предельно допустимое значение интенсивности изменения параметра технического состояния  $a_{пд}$ .

8. По кривой изменения ПТС, с предельно допустимой интенсивностью  $a_{пд}$ , рис. 2.3 или аналитически по закономерности 1-го вида  $Y = Y_n + L a_i$  (линейной) определим

$$l_{TO} \cong \frac{Y_{п.д} - Y_n}{a_{п.д}}; \quad a_{п.д} = \mu a,$$

где  $a$  – средняя интенсивность изменения параметра технического состояния (кривая 2 на рис. 2.3);

$\mu$  – коэффициент **максимально допустимой интенсивности** изменения параметра технического состояния.

Коэффициент  $\mu$  зависит от вариации наработки до отказа, заданного значения вероятности безотказной работы при межосмотровой наработке (рис. 4) и вида закона распределения.

Для нормального закона распределения

$$\mu = 1 + t_d \nu,$$

где  $t_d = (a_{пд} - a) / \sigma$  – нормированное отклонение, соответствующее доверительному уровню вероятности.

**Чем больше  $\nu$  или  $R_d$ , тем больше  $\mu$  и меньше периодичность ТО.**

Оценив значение  $\mu$  и определяя в процессе эксплуатации интенсивность изменения параметра технического состояния конкретного изделия  $a$  (конструктивный параметр), можно прогнозировать его безотказность в

межосмотровом периоде: при  $a > a_{пд} = \mu a$  – изделие откажет до технического обслуживания с вероятностью  $F_2$

$$P\{a_i > a_{пд}\} = F_2 = F_{п.д};$$

при  $a > a_{пд} = \mu a$  изделие не откажет до очередного ТО с вероятностью  $R = 1 - F_2$

$$P\{a_i \leq a_{пд}\} = 1 - F_2 = R_{п.д}$$

**Преимущества метода:**

- учет фактического технического состояния изделия (диагностика),
- возможность гарантировать заданный уровень безотказности;
- учет изменения технического состояния.

**Недостатки метода:**

- отсутствие прямого учета экономических факторов и последствий;
- необходимость получать (или иметь) информацию о закономерностях изменения параметров технического состояния.

**Сферы применения:**

- объекты с явно фиксируемым и монотонным изменением параметра технического состояния (постепенные отказы) – регулируемые механизмы (тормоза, сцепление, установка передних колес, клапанный механизм);
- при реализации стратегии профилактики по состоянию.

**Вопрос 4. Технико-экономический метод определения периодичности ТО**

*Этот метод сводится к определению и минимизации суммарных удельных затрат на ТО и ремонт с помощью выбора оптимальной периодичности ТО.*

Удельные затраты на ТО можно определить по формуле

$$C1 = d/L,$$

где  $L$  – периодичность ТО;  $d$  – стоимость выполнения операции ТО.

При увеличении периодичности разовые затраты на ТО ( $C1$ ) или остаются постоянными, или незначительно возрастают (рис. 2.4, а), а удельные затраты значительно сокращаются (рис. 2.4, б).

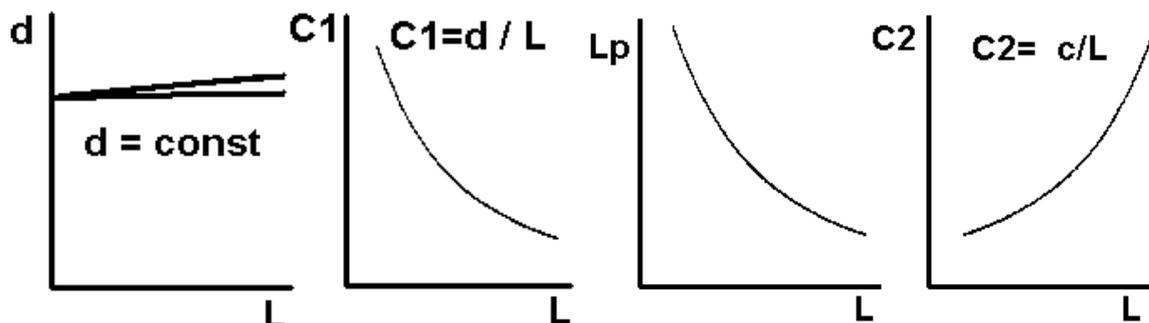


Рис.2.4. Изменение  $d$  и  $C1$   $Lp$   $b$   $C2$  в зависимости от периодичности ТО

Увеличение периодичности ТО, как правило, приводит к сокращению ресурса детали или агрегата (рис. 2.4, а) и росту удельных затрат на ремонт:  $C_2=c/L_p$  (рис. 2.4, б), где  $c$  – разовые затраты на ремонт;  $L_p$  – ресурс до ремонта. Выражение  $C=C_1+C_2$  является целевой функцией, экстремальное значение которой соответствует оптимальному решению.

В данном случае оптимальное решение соответствует минимуму удельных затрат. Определение минимума целевой функции и оптимального значения периодичности ТО проводится графически (рис. 2.5) или аналитически.

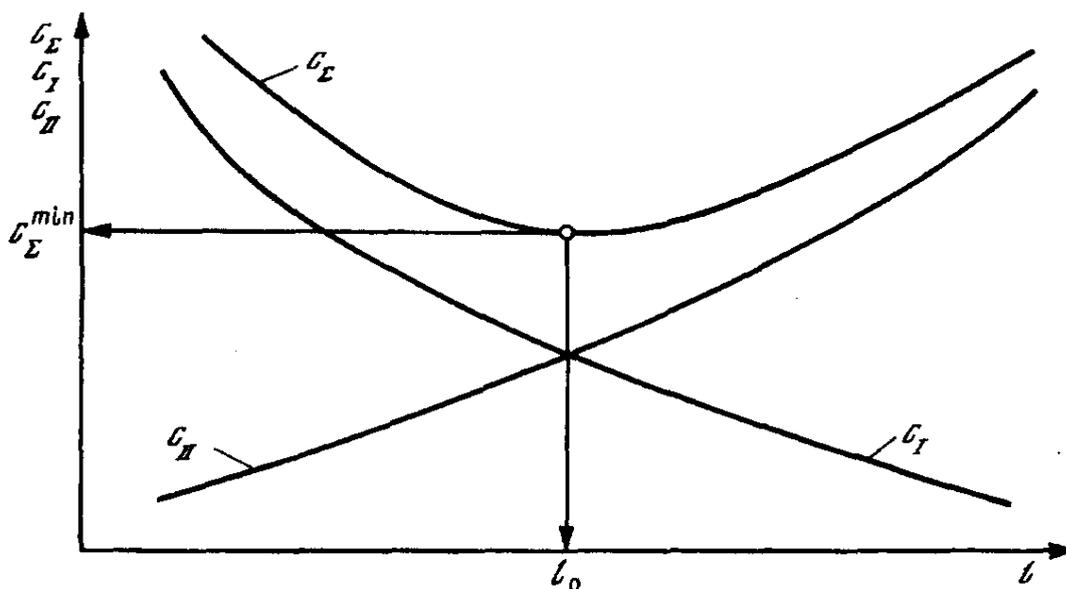


Рис. 2.5. Изменение удельных затрат  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C$  в зависимости от периодичности ТО

Если при назначении уровня риска учитывать потери, связанные с дорожными происшествиями, то **технико-экономический метод** применим для определения оптимальной периодичности операций, влияющих на безопасность движения.

**Преимущества метода:**

- учет экономических последствий принимаемых решений;
- простота, ясность, универсальность.

**Недостатки метода:**

- необходимость в достоверной информации о стоимости операций ТО и ремонта, влияния периодичности ТО на ресурс элемента;
- отсутствие учета вариации (случайности) всех показателей ( $L, X, d, c$ );
- отсутствие гарантии определенного уровня безотказности.

**Сферы применения:**

- для сложных и дорогих систем (элементов, агрегатов), не оказывающих прямого влияния на безопасность (смена масел и смазок, фильтров, регулировочные работы – сцепление, клапанный механизм, антикоррозионная защита кузова и др.);

- для определения периодичности ТО по группе автомобилей, работающих в одинаковых условиях.

### Вопрос 5. Экономико-вероятностный метод

Этот метод обобщает предыдущие и учитывает экономические и вероятностные факторы, а также позволяет сравнивать различные стратегии и тактики поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

Как уже отмечалось, одна из стратегий (С2) сводится к устранению неисправностей изделия по мере их возникновения, т.е. по потребности. Удельные затраты при этом

$$U_{II} = C_{II} = \frac{c}{x} = \frac{c}{\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} xf(x) dx},$$

где  $x$ ,  $x_{\min}$ ,  $x_{\max}$  – средняя, минимальная и максимальная наработка на отказ;  
 $c$  – разовые затраты на ремонт, т.е. на устранение отказа.

**Преимуществом этой стратегии является простота** – ожидание отказа и его устранение.

**Основным недостатком** – неопределенность состояния изделия, которое может отказать в любое время. Кроме того, затрудняются планирование и организация ТО и ремонта.

**Альтернативная стратегия (С1)** предусматривает предупреждение отказов и неисправностей, восстановление исходного или близкого к нему состояния изделия до того, как будет достигнуто предельное состояние. Эта стратегия реализуется при предупредительном ТО, предупредительных заменах деталей, узлов, механизмов и т.д.

Причем возможны две тактики реализации этой стратегии: по наработке (1-1) и по техническому состоянию (1-2).

Рассмотрим последовательно определение периодичности ТО экономико-вероятностным методом **при тактике (1-1) – профилактика по наработке**.

**Постановка задачи:** требуется определить с учетом вариации наработки на отказ оптимальную периодичность  $L$ , при которой суммарные удельные затраты на предупреждение (ТО) и устранение (Р) отказов будут минимальны, а риск отказа известен.

1. Исходными данными являются:

- наработка на отказы  $X_1$  (в виде плотности вероятности)) при эксплуатации изделия без профилактики (рис. 2.8);
- разовая стоимость выполнения профилактических (d) и ремонтных (с) работ.

2. Определяем базу для сравнения, удельные затраты на устранение отказов без профилактики, т.е. при стратегии II

3. Выбираем целевую функцию – суммарные удельные затраты на предупреждение (ТО) и устранение (Р) отказов  $C = C1.1 + C2$ .

Параметр	Вид стратегии	
	II – ремонт	I – профилактика
Наработка на отказ	$x_i < l_p$	$x_i \geq l_p$
Событие	Отказ	Предупреждение отказа, сохранение работоспособности
Вероятность события	$F$	$R$
Наработка, периодичность выполнения	$l'_p$	$l_p$
Разовая стоимость	$c$	$d$

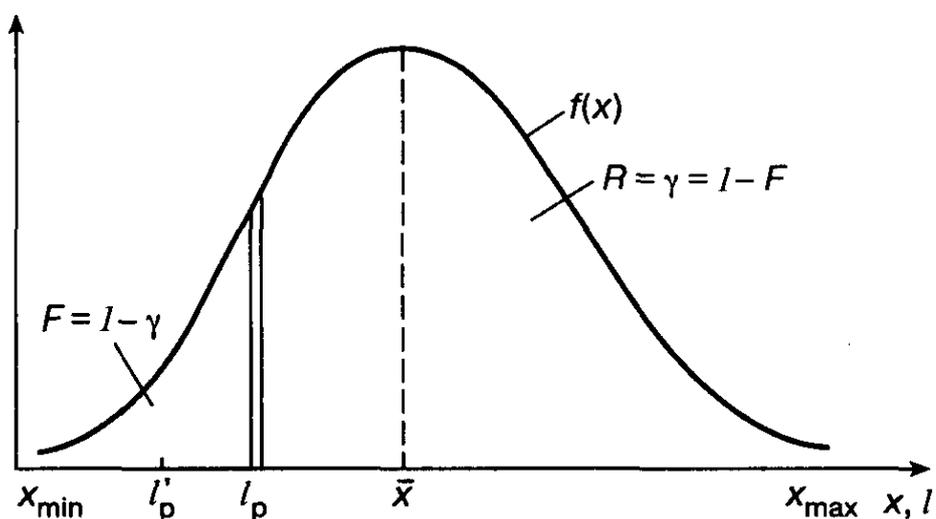


Рис. 2.6. Схема определения периодичности ТО экономико-вероятностным методом

Оптимальная периодичность ТО  $L_o$  соответствует минимуму целевой функции.

4. Назначаем исходную периодичность ТО  $L_p = x$  (см. рис. 2.7), которая делит все поле возможных отказов на две группы:

- случаи  $x < L_p$  соответствуют отказам изделий с вероятностью  $F$ , так как изделие откажет до момента его направления на ТО. Средняя наработка на устранение этих отказов

$$l'_p = \frac{\int_{x_{\min}}^{l_p} x f(x) dx}{\int_{x_{\min}}^{l_p} f(x) dx};$$

• случаи  $x \gg L_p$  соответствуют предупреждению отказов с вероятностью  $R = 1 - F$ , так как изделие будет направлено на ТО раньше, чем оно может отказаться.

5. Рассмотрим варианты реализации стратегии профилактики и ремонта, показатели которых приведены под графиком рис. 2.8.

6. Определим удельные затраты на предупреждение и устранение отказов как отношение взвешенной стоимости ТО и Р к взвешенной наработке выполнения операций ТО и Р.

$$U = C_{1-1} = \frac{cF + dR}{l'_p F + l_p R},$$

где  $cF + dR$  – средневзвешенная стоимость выполнения операции ТО и Р;  $R$  – вероятность выполнения операции ТО;  $a$  – разовая стоимость операции ТО;  $F$  – вероятность отказа при выполнении ТО с периодичностью  $L_p$  и вероятность выполнения ремонтной операции (устранение отказа);  $c$  – стоимость устранения отказа;  $l'_p F + l_p R$  средневзвешенная наработка выполнения операции ТО и Р;  $l_p$  – периодичность ТО при выполнении по наработке;  $l'_p$  – средняя наработка отказавших с вероятностью  $P$  элементов ( $x < L_p$ ).

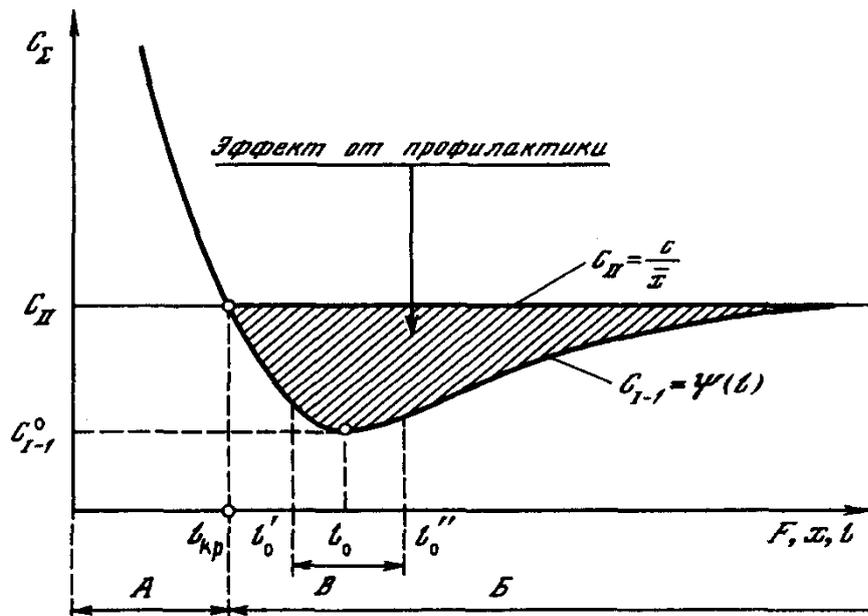


Рис. 2.8. Карта профилактической операции

7. Аналитически из условия  $dC_{1-1}/dL$  или графически определим оптимальную периодичность  $L_0$ , соответствующий ей риск  $F_0$  и вероятность безотказной работы  $R_0$ .

8. Определим величину целевой функции при оптимальной периодичности ТО:

$$C_{1-1} = \frac{cF_0 + dR_0}{l'_p F_0 + l_{o1} R_0} = U_{1-1}^0 = \min .$$

9. Сравним полученные удельные затраты с удельными затратами при выполнении только ремонтных работ, т.е. устранении отказов без ТО ( $C_2$ )  $C_ц = c/x$ .

- Если  $C_2 > C_{11}$ , то для данного элемента рационально проводить ТО по наработке с оптимальной периодичностью  $L_0$ ;

- Если  $C_{11} > C_2$ , то для данного элемента нерационально предупреждать отказы (ТО), а достаточно их устранять, т.е. реализовать стратегию 2 – ремонт по потребности со средней наработкой до отказа  $x$ .

10. Построим карту профилактической операции (рис. 2.9), которая показывает зависимость суммарных удельных затрат на ТО и ремонт при тактике профилактики 1-1.

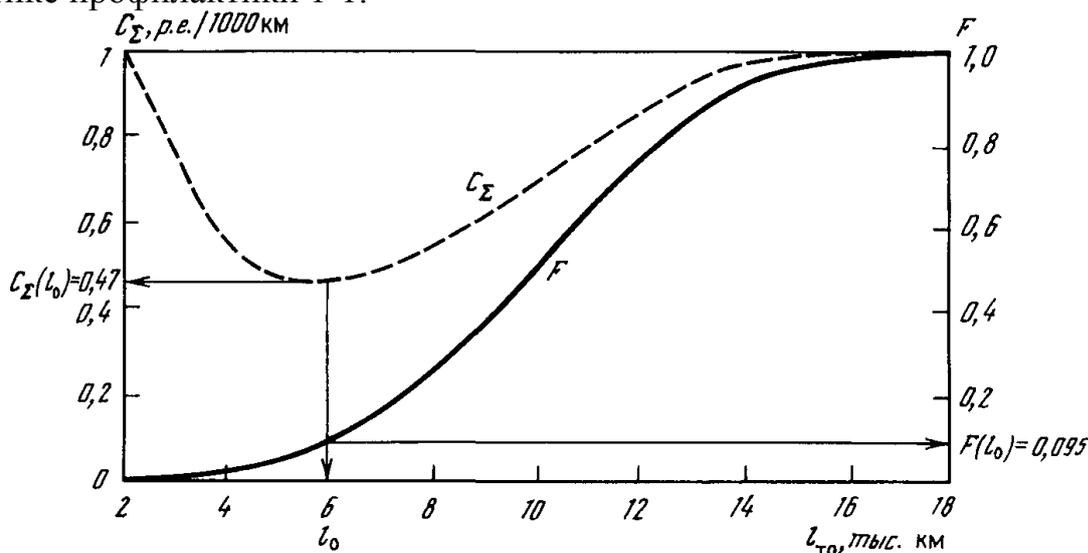


Рис. 2.9. Изменение суммарных удельных затрат  $C^$  и вероятности отказа в межосмотровый период  $P$  в зависимости от периодичности ТО

На карте профилактической операции можно выделить три характерные зоны.

**Зона А** – зона экономической нецелесообразности профилактической стратегии, так как  $C_{11} > C_2$ . Это также **внеэкономическая зона, используемая при определении  $L_0$** , когда необходимо гарантировать высокую безотказность, несмотря на затраты (например, специальные операции, доставка особо опасных грузов, военные операции и т.д.).

**Зона Б** – зона предпочтительности по экономическим показателям профилактической стратегии (1-1) над ремонтной (II), так как  $C_{11} < C_2$ . Внутри этой зоны по организационным причинам (например, одновременное выполнение группы операций ТО, имеющих разную оптимальную периодичность) можно изменять фактическую периодичность, сохраняя условие  $C_{11} \leq C_2$ .

**Зона В** – зона относительной стабильности профилактической стратегии, внутри которой колебания фактической периодичности (от  $L'_0$  до  $L''_0$ ) приводят к незначительному изменению  $C_{11}$ . Это допуск при планировании ТО, который обычно составляет  $\pm 10\%$  от  $L_0$ .

Таким образом, при профилактике наблюдается смешанная (I и II) стратегия обеспечения работоспособности.

В экономико-вероятностном методе, так же как и при определении оптимальной периодичности по безотказности, используют понятие коэффициента рациональной периодичности

$$\beta_o = \frac{l_o}{\bar{x}} = \left[ \frac{2k_{II}v_x}{(1+v_x^2)(1-v_x)} \right]^{v_x} \text{ при } v_x < 1,$$

где  $k_{II} = d/c$ ,

$v_x$  – коэффициент вариации наработки на отказ при стратегии II.

Т а б л и ц а 2.2

Определение оптимальной периодичности ТО экономико-вероятностным методом при стратегии ТО по наработке 1-1

$l_{TO}$ , тыс. км	$F(l)$	$C_{1-1}$	
		р.е./1000 км	%
2	0,004	1,0	100
4	0,023	0,55	55
<b>6 = <math>l_o</math></b>	<b>0,095</b>	<b>0,47</b>	<b>47</b>
8	0,25	0,54	54
10 = $\bar{x}$	0,5	0,70	70
12	0,74	0,86	86
14	0,92	0,97	97
16	0,98	0,99	99
18	0,996	~1,0	~100

**Экономико-вероятностный метод** позволяет рассчитать рациональную периодичность ТО, исходя из заданного сокращения потока отказов в межосмотровые периоды, т.е. между двумя последовательными ТО. При наличии ограничений по безотказности

$$\beta_o \leq \left[ \frac{k_\omega}{0,5(v_x^2 + 1)} \right]^{1-v_x} \text{ при } v_x < 1,$$

где  $k_\omega = \omega_1/\omega_2$  – коэффициент заданного сокращения параметра потока отказов;  $\omega_1$  – параметр потока отказов при использовании предупредительной стратегии;  $\omega_2$  – то же, при устранении отказов по потребности.

**Преимущества метода тактики 1-1:**

- учет вероятностных и стоимостных факторов;

- гарантия при проведении ТО с оптимальной периодичностью определенных уровней безотказности  $R_d$ , риска  $F_d$  при известных затратах на реализацию этой стратегии;

- возможность реализовать предупредительный ремонт (замена важных для экологической и дорожной безопасности и экономичности деталей).

**Основной недостаток** – неиспользование ресурса элементов, которые имеют потенциальную наработку до отказа  $x > 2L_p$  (см. рис. 2.8).

Эти элементы при  $L_p$  достаточно только контролировать (диагностировать), а исполнительскую часть операции производить при последующем ТО, т.е. при  $x = 2L_p$ .

**Таким образом, реализуется стратегия 1-2, т.е. определение периодичности ТО экономико-вероятностным методом с учетом технического состояния.**

Действительно, для части изделий, имеющих потенциальную наработку до отказа  $x > 2L_p$  (рис. 2.10), можно было бы не проводить исполнительскую часть операции с периодичностью  $L_p$  и не доводить при этом параметр технического состояния до номинального или близкого к нему значения. Но для этого необходимо при периодичности  $L_p$  провести контроль технического состояния всех изделий (за исключением уже отказавших с вероятностью  $F$ , для которых реализуется стратегия II), т.е. применить тактику проведения профилактики по состоянию (1-2).

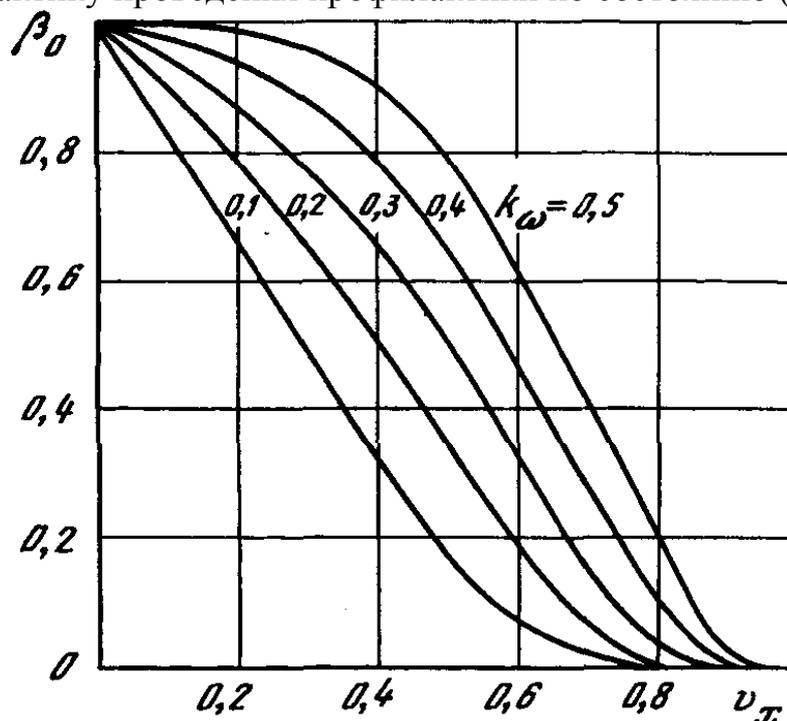


Рис. 2.10. Выбор оптимальной периодичности ТО экономико-вероятностным методом при заданном уровне безотказности в межосмотровом периоде

Стратегии и тактики обеспечения работоспособности

Соотношение затрат	Стратегия	Тактика	Содержание работ
$C_{I-1} > C_{I-2} > C_{II}$	II	–	Устранение отказа при его возникновении
$C_{I-2} > C_{I-1} > C_{II}$	I	1	Проведение ТО по наработке с оптимальной периодичностью $l_{o1}$
$C_{II} > C_{I-2} > C_{I-1}$			
$C_{I-2} > C_{I-1}$	I	2	Проведение ТО по состоянию с оптимальной периодичностью $l_{o2}$
$C_{II} > C_{I-1} > C_{I-2}$			
$C_{I-1} > C_{I-2}$			

При данной тактике все изделия можно разделить на три группы:

- изделия, отказавшие с вероятностью  $F$  при наработке  $x < L_p$  (стратегия 2);
- изделия, имеющие с вероятностью потенциальную наработку на отказ  $2L_p \gg x > L_p$ . Если им не проводить ТО при  $L_p$ , то они с вероятностью  $R$  откажут в интервале  $L_p - 2L_p$ . Следовательно, этим изделиям при  $L_p$  необходимо выполнить контроль стоимостью  $d_k$  и исполнительскую часть операции стоимостью  $d_u$ , а разовая стоимость профилактической операции составит  $d_{II} = d_k + d_u$

- изделия, имеющие с вероятностью  $R_2 = 1 - F - R_1$  потенциальную наработку на отказ  $x, > 2L_p$ , для которых при  $L_p$  достаточно ограничиться контролем ( $d_k$ ), а исполнительскую часть операции "отложить", по крайней мере, до наработки  $2L_p$ . Для них стоимость профилактической операции  $d_{II} = d_k$ .

Удельные затраты при реализации тактики ТО по наработке (1-2).



$$U_{I-2} = C_{I-2} = \frac{cF + R_1(d_k + d_u) + R_2d_k}{Fl_p + l_p R_1 + 2l_p R_2}$$

Далее графически или аналитически определяют оптимальную периодичность  $L_o$  и минимальные удельные затраты при реализации тактики ТО по состоянию.

Величина  $C_{I2}$  сравнивается с  $C_2 = c/x$  (только ремонт) и  $C_{I1}$  (ТО по наработке) и выбирается тактика, обеспечивающая работоспособность изделия.

**Дополнительные преимущества определения периодичности ТО экономико-вероятностным методом по состоянию изделия:**

- более полное использование потенциального ресурса изделия;

- возможность увеличения периодичности ТО по сравнению с профилактикой по наработке ( $L_{o2} > L_{o1}$ );
- возможность сокращения средней трудоемкости профилактической операции, так как ее исполнительская часть выполняется по потребности в зависимости от технического состояния.

**Основной недостаток**, вернее условие применения этой тактики, связан с ростом стоимости профилактической операции из-за более сложного и дорогостоящего контрольно-диагностического оборудования и необходимости иметь персонал высокой квалификации.

**Сферы применения:**

- определение периодичности ТО дорогостоящих операций, оказывающих существенное влияние на безотказность, дорожную и экологическую безопасность автомобилей;
- разграничение сфер рационального использования профилактических тактик по наработке (1-1) и состоянию (1-2);
- оценка стоимости сокращения риска  $F$  возникновения отказа;
- определение эффективности использования и сравнения диагностического оборудования;
- оценка возможности применения предупредительного ремонта (замены) деталей, агрегатов, систем автомобиля;
- использование данного методического подхода при решении других задач ТЭА: определение размера запасов, численности персонала, пропускной способности средств обслуживания, резервирования и т.д.

**Вопрос 5. Метод статистических испытаний при обосновании периодичности ТО**

Сложные производственные ситуации, особенно для больших систем, как правило, трудно описать аналитически.

Поэтому и последствия принимаемых решений остаются труднопредсказуемыми.

Проведение натуральных экспериментов требует больших затрат времени, материальных средств, небезопасно для самого изделия и тем более действующего производства, которое в рыночных условиях взаимодействует с клиентурой – потребителями продукции или услуг. Кроме того, для реального производства трудно обеспечить сопоставимость при проведении натурального эксперимента, так как абсолютно сопоставимые аналоги (другие АТП, СТО и т.д.) отсутствуют.

Последовательное сравнение нескольких решений на одном производстве также затруднено из-за неминуемого изменения во времени других факторов, влияющих на показатели эффективности, например спрос на услуги, цены, условия эксплуатации.

В этих условиях при принятии решений можно применять методы исследования и оценки систем на моделях.

**Модель** – это упрощенная форма представления реальных процессов и взаимосвязей в системе, позволяющая изучить, оценить и прогнозировать влияние составляющих элементов (факторов, подсистем) на поведение системы в целом, т.е. на изменение целевых показателей. Модели могут быть физическими, математическими, логическими, имитационными и др.

При решении технических, технологических и организационных задач, когда действует много факторов, в том числе и случайных, а информация неполная, получил распространение метод имитационного моделирования.

**Имитационное моделирование** – это процесс конструирования модели реальной системы и постановка экспериментов на этой модели с целью выяснения поведения системы, а также оценки различных стратегий, обеспечивающих ее функционирование без физических экспериментов на реальном объекте.

Процесс имитационного моделирования включает следующие **основ-ные этапы**.

1. Описание системы, т.е. установление внутренних взаимосвязей, границ, ограничений и показателей эффективности системы, подлежащей изучению.

2. Конструирование модели – переход от реальной системы к определенной логической схеме, отображающей процессы, происходящие в системе.

3. Подготовка и отбор данных, необходимых для построения модели.

4. Трансляция модели, включающая описание модели на языке, используемом ЭВМ.

5. Оценка адекватности, позволяющая судить о корректности выводов, полученных на модели, для реальной системы.

6. Планирование экспериментов: объемов, последовательности.

7. Экспериментирование, заключающееся в имитации процессов реальной системы на модели и получении необходимых данных.

8. Интерпретация – получение выводов по результатам моделирования.

9. Реализация – практическое использование модели и результатов моделирования при принятии решения для реальной системы.

Рассмотрим процесс имитационного моделирования при определении периодичности ТО по безотказности при условии, что случайной является не только наработка на отказ  $x_i$  но и фактическая периодичность ТО  $l_j$ , которая также имеет некоторую вариацию относительно плановой.

В данном случае моделируется процесс предупреждения отказа элемента автомобиля при условии, что он подвергается профилактическим воздействиям с нормативной периодичностью  $l_1$ , которая фактически имеет некоторую вариацию, характеризуемую законом распределения  $f(l)$ ,  $l$  и  $\sigma_1$ .

**Модель процесса в данном примере** – это формула риска, т.е. вероятность, что в условиях вариации наработки на отказ  $x$ , и фактической периодичности риск отказа будет не больше допустимого (заданного).

**Конструирование модели в примере** – это создание двух массивов исходных данных. Массивы данных могут формироваться на основе информации по соответствующим законам распределения случайных величин или включать фактические данные наблюдений, т.е. наборы.

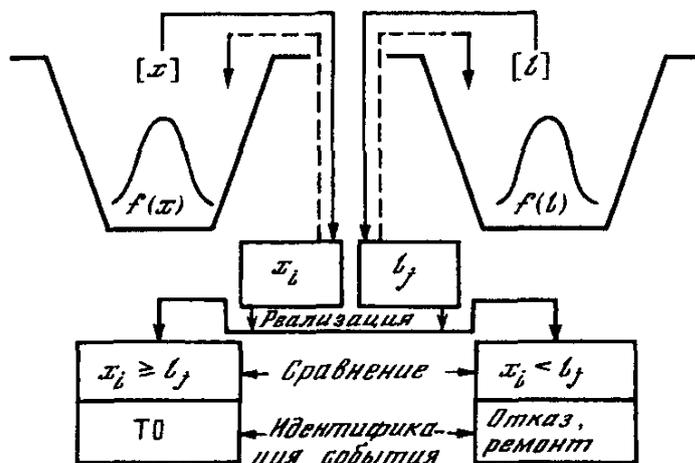


Рис. 2.11. Схема процесса имитационного моделирования

**Реализация** – это извлечение из массивов данных в случайном порядке и сравнение двух случайных величин.

Идентификация события происходит при каждой реализации и сравнении пары случайных величин: при  $x < l$  фиксируется отказ, а при  $l < x$  – предупреждение отказа путем выполнения профилактической операции.

При многократном повторении определяется число отказов и профилактики и оцениваются с определенной точностью вероятности соответствующих событий: отказа (риска) и безотказной работы при выбранной периодичности.

Если фактический риск оказался больше допустимого, то необходимо выбрать новую периодичность и повторить процесс имитационного моделирования до выполнения условий.

## Вопрос 6. Определение трудозатрат при технической эксплуатации

### *Понятие о трудозатратах и трудоемкости*

При выполнении операций технического обслуживания или ремонта мало знать, когда (периодичность ТО, ресурс) и что (операция смазки, регулирования, замены и др.) необходимо сделать. Важно также знать потребность в трудозатратах и ее вариацию, чтобы правильно определить численность и квалификацию персонала, вклад трудозатрат в себестоимость операций и услуг, который на автомобильном транспорте достигает 30-45%.

Трудоемкость ( $t$ ) – это затраты труда на выполнение в заданных условиях операции или группы операций ТО или ремонта.

Трудоемкость измеряется в нормо-единицах (человеко-часах, человеко-минутах). Трудоемкость 25 чел.-мин означает, что соответствующую операцию в оговоренных условиях (оборудование, оснастка, освещение и др.) исполнитель необходимой квалификации в среднем должен выполнить за 25 мин. Если одновременно эту работу могут выполнять несколько исполнителей ( $P$ ), то средняя продолжительность выполнения сокращается и составляет  $C$  – коэффициент, определяющий возможность совместной работы исполнителей,  $0 < c < 1$ .

Различают **нормативную и фактическую трудоемкость**.

**Нормативная трудоемкость** является официальной юридической нормой, принятой на данном предприятии, фирме и т.д., используется для определения численности исполнителей; оплаты труда исполнителей (тарифная ставка, руб./ч); расчетов с клиентурой.

**Фактическая трудоемкость** – затраты труда на выполнение конкретной операции конкретным исполнителем. Она является случайной величиной и может отличаться от нормативной.

На автомобильном транспорте действуют следующие виды норм:

- **дифференцированные** (пооперационные), устанавливаемые на отдельные операции или их части – переходы (смена масла; регулирование клапанного механизма; замена свечи и т.д.);

- **укрупненные** – на группу операций, вид ТО и ремонта (мойка, крепежные работы при ТО-1 или ТО-2, замена ведомого диска сцепления и т.д.);

- **удельные**, относимые к пробегу автомобиля, чел. ч/1000 км (нормирование текущего ремонта).

**Норма трудоемкости** складывается из следующих составляющих:

$$t_n = (t_{оп} + t_{п.з} + t_{обс} + t_{отд})K,$$

- **оперативное время**  $t_{оп}$ , необходимое для выполнения производственной операции,

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{всп},$$

**основное**  $t_{осн}$ , течение которого осуществляется собственно операция, например регулирование тормозов, замена масла в агрегате, снятие агрегата с автомобиля и т.д.

- **вспомогательное**  $t_{всп}$ , необходимое для обеспечения возможности выполнения операции, например время установки автомобиля на пост ТО или ремонта, обеспечение доступа к объекту обслуживания или ремонта и т.д.

- **подготовительно-заключительное время**  $t_{п.з}$  необходимо для ознакомления исполнителя с порученной работой, подготовки рабочего места и инструмента, материалов, сдачи наряда и др.

- **время обслуживания рабочего места**  $t_{обс}$  необходимо для ухода за рабочим местом и применяемым инструментом или оборудованием (уборка, смена инструмента, размещение оборудования и приспособлений и т.д.).

В норму трудоемкости учитывается также необходимость перерыва на отдых и личные надобности  $t_{отд}$ .

• время на обслуживание рабочего места, перерывы на отдых и личные надобности называется **дополнительным**.

$$t_d = t_{обс} + t_{отд}.$$

**Коэффициент повторяемости К** учитывает вероятность выполнения, помимо контрольной, и исполнительской части операции.

*Методы нормирования трудоемкости*

**Фактическое время** (или трудоемкость) выполнения операций ТО и ремонта является **случайной величиной, имеющей значительную вариацию**, зависящую от:

- технического состояния;
- срока службы автомобиля;
- условий выполнения работы;
- применяемого оборудования;
- квалификации персонала;
- других факторов.

Например, условная продолжительность выполнения однотипных операций ТО и ремонта у рабочих 1-, 2-, 3-, 4- и 5-го разрядов изменяется соответственно следующим образом: 1; 0,79; 0,71; 0,64; 0,61.

Поэтому норма относится к определенным оговоренным условиям, например

- типовым (типовая норма),
- конкретным условиям группы предприятий (внутриведомственная норма) или
- данного предприятия (внутрихозяйственная или местная норма).

Типовые пооперационные нормы приводятся в соответствующих справочниках.

Нормативы трудоемкости ограничивают трудоемкость сверху, т.е. фактическая трудоемкость должна быть не больше нормативной при условии качественного выполнения работ.

При определении или изменении норм используют так называемую фотографию рабочего времени, хронометражные наблюдения, метод микроэлементных нормативов времени.

При хронометражных и других наблюдениях обычно определяется (по наблюдениям, расчетам) оперативное время  $t_{оп}$ , а остальные элементы нормы ( $t_{п.з}$ ,  $t_{обс}$ ,  $t_{отд}$ ) назначаются (в зависимости от особенностей операции, тяжести и условий труда) в процентах от оперативного:

$$t_n = K t_{оп} \left( 1 + \frac{a_{п.з} + a_{обс} + a_{отд}}{100} \right).$$

Например, для слесаря-ремонтника по отношению к оперативному времени доля других элементов нормы ( $a_i$ ) составляет

- подготовительно-заключительное  $a_{п.з} = 3,5\%$ ;
- обслуживание рабочего места  $a_{обс} = 2,5\%$ ;
- перерыв на отдых и естественные нужды  $a_{отд} = 6\%$ .

Итого 12%.

#### Вопрос 7. Анализ методов группировки операций и определения периодичности технического обслуживания автомобилей

Основой системы технического обслуживания автомобилей являются ее структура и нормативы. Структура системы определяется видами (ступенями) соответствующих воздействий и их числом. Нормативы включают конкретные значения периодичности воздействий, трудоемкости, перечни операций и др. Перечень выполняемых операций, их периодичность и трудоемкость составляют режимы технического обслуживания.

На структуру системы технического обслуживания (ТО) и ремонта влияют уровни надежности и качества автомобилей; цели, которые поставлены перед автомобильным транспортом и технической эксплуатацией автомобилей; условия эксплуатации; имеющиеся ресурсы; организационно-технические ограничения.

Главными факторами, определяющими эффективность системы ТО и ремонта, являются правильно определенные перечни (что делать) и периодичность (когда делать) профилактических операций, а также количество видов ТО и их кратность (как организовать выполнение совокупности профилактических операций).

Сложность при определении структуры системы ТО состоит в том, что ТО включает в себя 8-10 видов работ (смазочные, крепежные, регулировочные, диагностические и др.) и более 200-300 конкретных объектов обслуживания, т.е. агрегатов, механизмов, соединений, деталей, требующих предупредительных воздействий. Каждый узел, механизм, соединение, как отмечалось ранее, может иметь свою оптимальную периодичность ТО. Если следовать этим периодичностям, то автомобиль в целом практически ежедневно необходимо направлять на техническое обслуживание различных соединений, механизмов, агрегатов, что вызовет большие сложности с организацией работ и значительные потери рабочего времени, особенно на подготовительно-заключительных операциях.

Поэтому после выделения из всей совокупности воздействий тех, которые должны выполняться при ТО, и определения оптимальной периодичности каждой операции производят группировку операций по видам ТО. Это дает возможность уменьшить число заездов автомобиля на ТО и время простоя на ТО и в ремонте. Однако надо иметь в виду, что группировка операций неизбежно связана с отклонением периодичности ТО данного вида от оптимальных периодичностей ТО отдельных операций.

Полученные оптимальные периодичности по каждому элементу конструкции автомобиля имеют различные значения, поэтому для упрощения организации ТО они группируются в отдельные ступени. Существует пять методов группировки операций:

- по стержневым операциям;
- естественный;
- технико-экономический;
- экономико-вероятностный;
- динамичный.

Анализ методов группировки операций ТО показывает, что при объединении методов (табл.2.4) и последовательном взаимодействии на объект обслуживания происходит увеличение вероятности проведения операций с более близкими периодичностями к оптимальным.

**1-1. Метод группировки по стержневым операциям** основан на объединении их вокруг стержневой операции.

Признаки стержневых операций:

- влияние на безопасность движения автомобиля, невыполнение их снижает безотказность, экономичность и снижает работоспособность автомобиля;
- большая трудоемкость, необходимость в специальном оборудовании и обустройстве поста;
- регулярное повторение;
- смазка деталей и узлов, регулировка тормозной системы, замена моторного масла и т.п.

Примерами стержневых операций являются регулировка тормозной системы, смена масла в двигателе и т.п.

Периодичность вида ТО принимается равной периодичности стержневой операции.

В данный вид ТО входят операции, которые имеют периодичность, большую периодичности стержневой операции, но меньшую периодичности следующего вида ТО.

Операции, оптимальная периодичность которых больше периодичности стержневой операции, выполняются с коэффициентом повторяемости

$$K_i = \frac{l_{ст}}{l_{oi}} \quad (0 \leq k \leq 1),$$

где  $k$  – коэффициент повторяемости операций;

$l_{ст}$ ,  $l_{oi}$  – периодичности стержневой и  $i$ -й операций.

Эти операции состоят из двух частей – контрольной и исполнительской, контрольная часть производится каждый раз, исполнительская – по потребности. Таким образом выполняется более 65-70% всех операций.

**2-2. Естественная группировка** применяется тогда, когда объекты обслуживания имеют близкие оптимальные периодичности, например потребность в крепежных работах возникает через 3-5 тыс. км и 10-15 тыс. км, регулировка тормозов – через 10-15 тыс. км и т.п.

Таблица 2.4

## Методы группировки операций ТО автомобилей

Методы	1. По стержневым операциям	2. Естественный	3. Техничко-экономический	4. Экономико-вероятностный	5. Статистических испытаний	6. Динамичный
1. По стержневым операциям	По стержневым операциям	Естественный по стержневым операциям	Минимизация по стержневым операциям	Стержневой экономико-вероятностный	Моделирование по стержневым операциям	Динамичный по стержневым операциям
2. Естественный	Естественный по стержневым операциям	Естественный	Естественно-экономический	Естественный экономико-вероятностный	Естественно-статистический	Естественно-динамичный
3. Техничко-экономический	Минимизация по стержневым операциям	Естественно-экономический	Техничко-экономический	Экономико-вероятностный	Экономико-статистический	Экономико-динамичный
4. Экономико-вероятностный	Стержневой экономико-вероятностный	Естественный экономико-вероятностный	Экономико-вероятностный	Экономико-вероятностный	Статистико-вероятностный	Вероятностно-динамичный
5. Статистических испытаний	Моделирование по стержневым операциям	Естественно-статистический	Экономико-статистический	Статистико-вероятностный	Статистических испытаний	Статистическо-динамичный
6. Динамичный	Динамичный по стержневым операциям	Естественно-динамичный	Экономико-динамичный	Вероятностно-динамичный	Статистическо-динамичный	Динамичный

### 3-3. Техничко-экономический метод

Данный метод предусматривает, что групповая периодичность соответствует минимальным затратам на ТО и ремонт автомобиля.

Если в группу входит операция, периодичность которой ограничена условиями безопасности движения, то групповая периодичность должна быть меньше или равна периодичности этой операции.

$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^S C_{\text{то},i} + \sum_{i=1}^S C_{p,i},$$

где  $s$  – число операций в группе;

$C_{\text{то},i}$  и  $C_{p,i}$  – удельные затраты на ТО и ремонт  $i$ -й операции.

Периодичность группы операций принимается равной оптимальной периодичности стержневой операции.

4-4. **Экономико-вероятностный метод** учитывает экономические и вероятностные факторы, а также позволяет сравнивать различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности.

Если затраты на выполнение ТО по предупредительной стратегии ниже затрат на устранение отказов по нулевой стратегии, то применение такой периодичности возможно.

5-5. **Метод статистических испытаний** основан на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко снизить стоимость экспериментов и ускорить испытания.

Моделирование можно проводить вручную или на ЭВМ. Исходными данными для моделирования служат как фактические данные наблюдений, так и законы распределения случайных величин.

6-6. **В динамичном методе** группировка производится автоматически с использованием элементов бортового диагностирования в блоке управления автомобилем или компьютеризированной системы, снимающей информацию с выходного разъема автомобиля.

1-2, 2-1. **Естественный по стержневым операциям.** Новый метод будет основываться на выполнении операций ТО, приуроченного к оптимальной периодичности стержневых операций, и естественной группировке объектов обслуживания близких по рациональной периодичности обслуживания. Используя опытно-статистические данные выполнения стержневых операций, выявляем необходимые операции технического обслуживания, периодичность которых совпадает с периодичностью проведения стержневых операций, группируем их методом естественной группировки и закрепляем каждую группу операций за одной из стержневых операций. Таким образом, можно выявить периодичность наиболее близких по обслуживанию операций, затем оценить, к какой из стержневых операций близка по времени и объединить их в один вид ТО.

1-3, 3-1. **Минимизация по стержневым операциям.** При данном методе группируются операции таким образом, чтобы групповая периодичность стержневой операции соответствовала минимальным суммарным затратам на ТО и ремонт автомобиля по всем рассматриваемым объектам. Таким образом, каждая операция должна проходить с такой периодичностью, с которой затраты на проведение ТО минимальны.

1-4, 4-1. **Стержневой экономико-вероятностный.** Данный метод основывается на карте профилактических операций, по ней выявляем зону наработок, в которой удельные затраты предупредительной стратегии остаются ниже, чем при устранении возникшего отказа. Таким образом, выявив те операции, которые проще предупредить, чем устранить, группируем их со стержневыми и проводим их с периодичностью стержневых операций. Если операция из группы предупредительной стратегии попадает не на каждую стержневую операцию, то допустим пропуск выполнения операции либо проведение её со следующей стержневой операцией. Метод позволяет определить целесообразность выполнения рассматриваемой операции не с оптимальной, а с заданной периодичностью стержневой операции.

1-5, 5-1. **Моделирование по стержневым операциям.** Метод основывается на статистических оценках случайных величин и решении прикладных задач. На ЭВМ с использованием теоретико-числовых алгоритмов получают «псевдослучайные» числа и проверяют их статистическими тестами. В нашем случае из искомых операций выбираются «псевдослучайные» и закрепляются за стержневыми операциями.

1-6, 6-1. **Динамичный по стержневым операциям.** При данном методе группировка производится автоматически вокруг стержневой операции с использованием данных бортового диагностирования автомобилей.

2-3, 3-2. **Естественно-экономический.** Метод предполагает естественную группировку таким образом, чтобы она соответствовала минимальным суммарным затратам. Применим тогда, когда у объектов обслуживания близкие оптимальные периодичности и соответствуют минимальным затратам на ТО и ремонт автомобиля.

2-4, 4-2. **Естественный экономико-вероятностный.** В данном методе выделяются операции, в которых удельные затраты при предупредительной стратегии остаются ниже, чем при устранении возникшего отказа, а затем группируются близкие по периодичности операции. Создается одна общая группа с операциями близкими по периодичности и соответствующим минимальным затратам.

2-5, 5-2. **Естественно-статистический.** Из искомых операций на ЭВМ выбираем случайные и группируем их случайным образом. Метод основан на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко сократить стоимость экспериментов и ускорить испытания.

2-6, 6-2. **Естественно-динамичный.** Метод применяется, когда объекты обслуживания близки к оптимальным периодичностям определяемые бортовым диагностированием автомобилей.

3-4, 4-3. **Экономико-вероятностный.** Метод предусматривает, что групповая периодичность соответствует минимальным затратам на ТО и ремонт автомобиля с заданной периодичностью наиболее вероятной операции. Используем стратегию устранения неисправностей изделия по мере наиболее вероятного возникновения и сводим периодичность технического обслуживания к минимальным затратам.

3-5, 5-3. **Экономико-статистический.** Метод испытаний основан на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко сократить стоимость экспериментов, ускорить испытания и уменьшить затраты на ТО и ремонт автомобиля. Из искомых операций на ЭВМ выбираем случайные и группируем их в соответствии с минимальными затратами.

3-6, 6-3. **Экономико-динамичный.** Группировка производится автоматически с использованием элементов бортового диагностирования в блоке управления автомобилем или компьютеризированной системы, снимающей информацию с выходного разъема автомобиля, и групповая периодичность соответствует минимальным затратам на ТО и ремонт автомобиля.

4-5, 5-4. **Статистическо-вероятностный.** В данном методе из искомых операций на ЭВМ выбираем случайные и устраняем неисправности по мере их возникновения. Метод основан на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО с заданной периодичностью стержневой операции.

4-6, 6-4. **Вероятностно-динамичный.** Метод позволяет определить целесообразность выполнения рассматриваемой операции с вероятностной оптимальной периодичностью, с использованием элементов бортового диагностирования в блоке управления автомобилем или компьютеризированной системы, снимающей информацию с выходного разъема автомобиля.

5-6, 6-5. **Статистическо-динамичный.** Метод основан на использовании элементов бортового диагностирования в блоке управления автомобилем или компьютеризированной системы, основанной на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО.

Исходя из анализа методов группировки операций ТО установлено, что предупреждение отказов более выгодно, чем ожидание отказа и последующий ремонт. Для современного автомобиля целесообразна система с двумя-тремя видами ТО, так как при такой структуре системы удельные затраты на ТО и ремонт с учетом организационных затрат минимальны. Для предприятий с недостаточно организованным ТО (невыполнение перечня, несоблюдение периодичностей) в качестве первого этапа исправления ситуации может быть рекомендована одноступенчатая система ТО (единое ТО) с последующим переходом к многоступенчатой системе. Основой та-

кого индивидуального варианта системы будут служить: повышение надежности автомобилей и соответствующее увеличение периодичностей ТО; контроль за возрастной структурой парка; совершенствование системы учета и анализа надежности, затрат, доходов и расходов автомобилей; бортовая система учета работы и диагностирования технического состояния автомобиля.

Применение ПЭВМ при учете и планировании, подготовке производства позволяет по экономическим критериям увеличить число видов ТО автомобиля и приблизиться к оптимальному количеству отдельных операций в группе. В перспективе возможна реализация индивидуальной группировки ТО для конкретных автомобилей или их групп, работающих в сходных условиях эксплуатации.

Среди разработанных стратегий технического обслуживания (ТО) и ремонта автомобильной техники широкое распространение получили стратегия «ожидание ремонта» («восстановление работоспособности») и профилактическая стратегия («поддержание работоспособности»). Последняя имеет два основных метода реализации: по наработке планируется воздействие, либо выполняется контроль параметра технического состояния. На практике для каждого элемента автомобиля (или групп элементов) делается выбор одной среди возможных стратегий [101].

При назначении оптимальной периодичности ТО может использоваться индивидуальный или групповой подход. Индивидуальный подход применяется при определении периодичности обслуживания наиболее ответственных узлов, агрегатов и механизмов автомобиля, а также в тех случаях, когда агрегат, узел или механизм подвержены в основном только одному повреждению.

Полученные оптимальные периодичности по каждому элементу конструкции автомобиля имеют различные значения, поэтому для упрощения организации ТО они группируются в отдельные ступени. К определению периодичности ТО существует два подхода:

- 1) периодичность проведения ТО считается заданной;
- 2) периодичность проведения ТО заранее не задана.

Первый подход является наиболее приемлемым для практического использования. Периодичность проведения ТО может определяться исходя из ежегодного пробега автомобиля, что принято при обслуживании современных легковых автомобилей; при эксплуатации разномарочного подвижного состава на одном предприятии с организационной точки зрения более удобно установить единую периодичность ТО, и, наконец, периодичность ступеней ТО может нормироваться в нормативно-технической документации.

Известно шесть методов определения периодичности ТО [101, 223-226]:

- по допустимому уровню безотказности;
- по допустимому значению параметра;
- технико-экономический;

- экономико-вероятностный;
- статистических испытаний;
- динамичный.

Анализ методов определения периодичности ТО показывает, что при объединении методов (табл.2.5) и последовательном их воздействии на объект обслуживания происходит увеличение вероятности проведения видов технического обслуживания с более близкими периодичностями к оптимальным.

**1-1. По допустимому уровню безотказности.** Метод рассчитан на выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа элемента не превышает заранее заданной величины и называется риском.

**2-2. По допустимому значению параметра.** Изменение определенного параметра технического состояния для каждой группы автомобилей происходит по-разному. Однако в среднем для группы автомобилей тенденция изменения каждого параметра характеризуется кривой, по которой (а также по допустимому значению параметра) определяют среднюю наработку, тогда в среднем вся совокупность изделий достигает допустимого значения параметра технического состояния.

**3-3. Технико-экономический метод** связан с определением суммарных удельных затрат на ТО и ремонт с последующей их минимизацией. Минимум затрат соответствует оптимальной периодичности ТО.

**4-4. Экономико-вероятностный метод** учитывает экономические и вероятностные факторы и позволяет сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

**5-5. Метод статистических испытаний** основан на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко снизить стоимость экспериментов и ускорить испытания. Моделирование можно проводить вручную или на ЭВМ. Исходными данными для моделирования служат как фактические данные наблюдений, так и законы распределения случайных величин.

**6-6. Динамичный метод.** Определение периодичности ТО производится автоматически с использованием элементов прогнозирования в блоке управления автомобилем, или компьютеризированной системой, снимающей информацию с выходного разъема автомобиля.

**1-2, 2-1. Безотказность по допустимому значению параметра.** Метод возможен при незначительных экономических и других последствиях отказа.

**1-3, 3-1. По допустимому уровню затрат.** Для реализации данного метода характерны учет экономических последствий принимаемых решений; простота, ясность, универсальность. Метод применяется для определения оптимальной периодичности работ, влияющих на безопасность движения, если при назначении уровня риска учитывать потери, связанные с дорожными происшествиями.

Таблица 2.5

## Методы определения периодичности ТО

Методы	По допустимому уровню безотказности 1	По допустимому значению параметра 2	Технико-экономический 3	Экономико-вероятностный 4	Статистических испытаний 5	Динамичный 6
По допустимому уровню безотказности 1	По допустимому уровню безотказности	Безотказность по допустимому значению параметра	По допустимому уровню затрат	Экономико-вероятностная безотказность	Моделирование по допустимому уровню безотказности	Динамичный по допустимому уровню безотказности
Допустимое значение параметра 2	Безотказность по допустимому значению параметра	По допустимому значению параметра	Минимизации по допустимому значению параметра	Экономико-вероятностный по допустимому значению параметра	Имитация по допустимому значению параметра	Динамичный по допустимому значению параметра
Технико-экономический 3	По допустимому уровню затрат	Минимизация по допустимому значению параметра	Технико-экономический	Вероятностно-экономический	Экономико-статистический	Экономико-динамичный
Экономико-вероятностный 4	Экономико-вероятностная безотказность	Экономико-вероятностный по допустимому значению параметра	Вероятностно-экономический	Экономико-вероятностный	Статистическо-вероятностный	Вероятностно-динамичный
Статистических испытаний 5	Моделирование по допустимому уровню безотказности	Имитация по допустимому значению параметра	Экономико-статистический	Статистическо-вероятностный	Статистических испытаний	Статистико-динамичный
Динамичный 6	Динамичный по допустимому уровню безотказности	Динамичный по допустимому значению параметра	Экономико-динамичный	Вероятностно-динамичный	Статистическо-динамичный	Динамичный

1-4, 4-1. **Экономико-вероятностная безотказность.** Реализация этого метода позволяет более полно использовать потенциальный ресурс изделия, учитывать экономические и вероятностные факторы и сравнивать различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля при выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа элемента не превышает заранее заданной величины и называется риском.

1-5, 5-1. **Моделирование по допустимому уровню безотказности.** Метод основан на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко сократить стоимость экспериментов и ускорить испытания. Моделирование можно проводить вручную или на ЭВМ. Исходными данными для моделирования служат как фактические данные наблюдений, так и законы распределения случайных величин при определении оптимальной периодичности ТО.

1-6, 6-1. **Динамичный по допустимому уровню безотказности.** Основан на автоматическом определении реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко сократить стоимость проведения операций. Определения периодичности ТО производится автоматически с использованием элементов бортового диагностирования в блоке управления автомобилем.

2-3, 3-2. **Минимизация по допустимому значению параметра.** Метод позволяет вести учет экономических последствий принимаемых решений. Он связан с определением суммарных удельных затрат на ТО и ремонт с последующей их минимизацией. Минимум затрат соответствует оптимальной периодичности.

2-4, 4-2. **Экономико-вероятностный по допустимому значению параметра.** Для группы автомобилей тенденция изменения каждого параметра характеризуется кривой, по которой, а также по допустимому значению параметра определяют среднюю наработку, тогда в среднем вся совокупность изделий достигает допустимого значения параметра технического состояния, экономические и вероятностные факторы и позволяет сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

2-5, 5-2. **Имитация по допустимому значению параметра.** Основан на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко снизить стоимость экспериментов и ускорить испытания. Моделирование можно проводить вручную или на ЭВМ. Исходными данными для моделирования служат как фактические данные наблюдений, так и законы распределения случайных величин. При определении оптимальной периодичности ТО используется допустимое значение параметра.

2-6, 6-2. **Динамичный по допустимому значению параметра.** Основан на моделировании реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко снизить стоимость проведения группы операций. Определение периодичности производится автоматически с использованием элементов бортового диагностирования в блоке управления автомобилем. Метод применяется, когда объекты обслуживания близкие к оптимальным периодичностям при этом используются элементы прогнозирования в блоке управления автомобилем.

3-4, 4-3. **Вероятностно-экономический.** Позволяет определить суммарные удельные затраты на ТО и ремонт с последующей их минимизацией, учитывая экономические и вероятностные факторы, и сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

3-5, 5-3. **Экономико-статистический.** Данный метод предусматривает выявление суммарных удельных затрат на ТО и ремонт с последующей их минимизацией при моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко сократить стоимость экспериментов и ускорить испытания.

3-6, 6-3. **Экономико-динамичный.** Определение периодичности ТО производится автоматически с использованием элементов прогнозирования в блоке управления автомобилем или компьютеризированной системы, снимающей информацию с выходного разъема автомобиля, и групповая периодичность соответствует минимальным затратам на ТО и ремонт автомобиля.

4-6, 6-4. **Вероятностно-динамичный.** Метод позволяет определить целесообразность выполнения рассматриваемой операции не с оптимальной периодичностью, а с использованием элементов прогнозирования в блоке управления автомобилем или компьютеризированной системы, снимающей информацию с выходного разъема автомобиля

4-5, 5-4. **Статистическо-вероятностный.** Учитывает экономические и вероятностные факторы и позволяет сравнить различные стратегии поддержания и восстановления работоспособности автомобиля на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО, что дает возможность исключить влияние побочных факторов, резко снизить стоимость экспериментов и ускорить испытания.

5-6, 6-5. **Статистическо-динамичный.** Метод предусматривает использование элементов бортового диагностирования в блоке управления автомобилем, или компьютеризированной системы, основанной на моделировании (имитации) реальных случайных процессов ТО.

Исходя из анализа методов определения периодичности ТО установлено, что предупреждение отказов более выгодно, чем ожидание отказа и последующий ремонт. Определение периодичности ТО для группы операций на основе бортового диагностирования позволит снизить затраты на ТО и Р.

### Лекция 3

## СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Вопрос 1. Назначение системы то и ремонта и основные требования к ней

Система ТО и ремонта – это комплекс взаимосвязанных положений и норм, определяющих порядок, организацию, содержание и нормативы проведения работ по обеспечению работоспособности парка автомобилей.

**Основой системы ТОР являются ее структура и нормативы.**

**Структура** системы определяется *видами (степенями) соответствующих воздействий и их числом.*

**Нормативы** включают конкретные значения периодичности воздействий, трудоемкости, перечни операций и др.

*Перечень выполняемых операций, их периодичность и трудоемкость составляют режимы технического обслуживания.*

Согласно принятой системе ТОР для поддержания необходимого уровня работоспособности необходимо, чтобы:

- **большая часть отказов была бы предупреждена** – т.е. работоспособность объекта должна быть повышена до наступления отказа,
- оставшаяся **меньшая часть отказов устранена** за счет проведения ремонтов, т.е. восстановления работоспособности.

**Это требует регламентации ТО** – регулярного выполнения определенных операций ТО с установленным режимом ТО.

Поэтому система ТОР носит **планово-предупредительный характер** в соответствии с которым:

- ТО выполняется в соответствии с принятым режимом ТО,
- ремонт, как правило, выполняется по потребности, т.е. после возникновения отказа или по результатам контроля технического состояния.

**На структуру системы ТО и ремонта** влияют:

- уровни надежности и качества автомобилей;
- цели, которые поставлены перед автомобильным транспортом и ТЭА;
- условия эксплуатации;
- имеющиеся ресурсы;
- организационно-технические ограничения.

К системе ТО и ремонта автомобилей предъявляются следующие основные требования:

1) обеспечение заданных **уровней эксплуатационной надежности** автомобильного парка при рациональных материальных и трудовых затратах;

2) **ресурсосбережение, обеспечение экологической и дорожной безопасности;**

3) **планово-нормативный характер**, позволяющий

- определять и рассчитывать программу работы и ресурсы, необходимые для обеспечения работоспособности автомобилей;
- планировать и организовывать ТО и ремонт на всех уровнях ИТС;
- нормативно обеспечивать хозяйственные отношения внутри предприятий и между ними;

4) **конкретность, доступность и пригодность для руководства** и принятия решений всеми звеньями ИТС автомобильного транспорта;

5) **стабильность основных принципов и гибкость конкретных нормативов**, учитывающие изменение условий эксплуатации, конструкции и надежности автомобилей, а также хозяйственного механизма;

6) **учет разнообразия условий эксплуатации** автомобилей;

7) **объективная оценка и фиксация с помощью нормативов уровней эксплуатационной надежности** и реализуемых показателей качества автомобилей, позволяющие сравнивать изделия, предъявлять требования к изготовителям и определять основные направления совершенствования ТЭА и конструкции автомобилей.

**Вклад системы ТО и ремонта** в эффективность технической эксплуатации автомобилей составляет **25%**. (ПТБ, персонал ...)

**К главным факторам самой системы ТО и ремонта (100%)** относятся:

- степень выполнения рекомендаций и нормативов – 29%;
- обоснованность нормативов – 26%;
- технология и организация ТО и ремонта – 17%;
- обеспечение рабочих мест и исполнителей рациональной нормативно-технологической документацией -11%;
- адаптация ИТС к изменению конструкции автомобилей, условиям эксплуатации – 9%;
- прочие – 8%.

При разработке системы ТО и ремонта используется следующая схема:

1. **Принципиальные основы системы**, техническая политика, структура системы и базовые нормативы **централизованно разрабатываются:**

- на государственном или отраслевом уровне (в России),
- на уровне крупных транспортных объединений и компаний (США, Германия и др.),
- на уровне производителей (фирменные системы).

Эти рекомендации являются весьма авторитетными и, как правило, в основном выполняются в соответствии с законодательством или добровольно большинством автотранспортных предприятий и фирм.

2. В зависимости от условий эксплуатации, уровня организации (методы управления, квалификация персонала, учет) предприятия вносят в нормативы системы коррективы и уточнения.

## Вопрос 2. Формирование структуры системы ТО и ремонта

При работе автомобилей различного типа, конструкции и наработки с начала эксплуатации из-за недостаточной их надежности за срок службы **может возникнуть поток отказов и неисправностей 500-700 наименований.**

Для поддержания высокого уровня работоспособности, дорожной и экологической безопасности **необходимо, чтобы большая часть отказов и неисправностей была предупреждена, т.е. работоспособность изделия была восстановлена до наступления неисправности или отказа.**

Поэтому поток отказов и неисправностей делится **на две группы по применяемым стратегиям** обеспечения работоспособности элементов конструкции:

-I стратегия – поддержание работоспособности – ТО:

$$S = 200 - 300 \text{ объектов};$$

-II стратегия – восстановление работоспособности – ремонт:

$$k = 300 - 400 \text{ объектов.}$$

Используя рассмотренные методы, определяют оптимальные периодичности профилактических операций  $l_{os}$ . При этом практически каждая операция имеет свою, отличающуюся от других, оптимальную периодичность:

$$l_{o1} \neq l_{o2} \neq l_{o3} \neq \dots \neq l_{os}.$$

**Выполнение набора профилактических операций обеспечивается соответствующей организацией работ с необходимыми трудоемкостью и затратами:**

- планирование направления автомобиля на ТО;
- своевременное выделение постов, оборудования и персонала;
- подготовка необходимых материалов и запасных частей;
- рациональное использование водителей во время профилактики или ремонта и др.

Если автомобиль направлять на ТО строго в соответствии с оптимальной периодичностью каждой операции ТО ( $l_{os}$ ), то резко возрастет число обслуживания автомобиля.

В течение года число обслуживания

$$N_{\Gamma} = \frac{L_{\Gamma}}{l_{o1}} + \frac{L_{\Gamma}}{l_{o2}} + \dots + \frac{L_{\Gamma}}{l_{os}} = L_{\Gamma} \sum_s \frac{1}{l_{os}},$$

где  $L_{\Gamma}$  – годовой пробег автомобиля;  $l_{os}$  – оптимальная периодичность ТО.

Например, при  $s = 100$  операций, изменении  $l_{os}$  отдельных операций от 2 до 40 тыс. км и годовом пробеге автомобиля  $L_{\Gamma} = 50$  тыс. км число обслуживания одного автомобиля за год  $N_{\Gamma} = 298$ . В результате время

работы автомобиля на линии сокращается и существенно возрастают организационные затраты по планированию ТО.

Таким образом, **при пооперационном выполнении ТО:**

- обеспечивается высокая эксплуатационная надежность автомобилей,
- но их производительность сокращается, а затраты на организацию ТО растут.

- Сложность при определении структуры системы ТО состоит в том, что ТО включает в себя 8–10 видов работ (смазочные, крепежные, регулировочные, диагностические и др.) и более 200–300 конкретных объектов обслуживания, т.е. агрегатов, механизмов, соединений, деталей, требующих предупредительных воздействий.

- Каждый узел, механизм, соединение, как отмечалось ранее, может иметь свою оптимальную периодичность ТО.

Если следовать этим периодичностям, то автомобиль в целом практически ежедневно необходимо направлять на техническое обслуживание различных соединений, механизмов, агрегатов, что вызовет большие сложности с организацией работ и значительные потери рабочего времени, особенно на подготовительно-заключительных операциях.

При этом объектом воздействий будет не автомобиль как транспортное средство, а его составные элементы.

Поэтому после выделения из всей совокупности воздействий тех, которые должны выполняться при ТО, и определения оптимальной периодичности каждой операции производят группировку операций по видам ТО.

Это дает возможность

- уменьшить число заездов автомобиля на ТО
- уменьшить время простоев на ТО и в ремонте.

Однако надо иметь в виду, что группировка операций неизбежно связана с отклонением периодичности ТО данного вида от оптимальных периодичностей ТО отдельных операций.

При определении периодичности ТО группы операций ("групповой периодичности") применяют следующие методы.

**1. Метод группировки по стержневым операциям ТО** основан на том, что выполнение операций ТО приурочивается к оптимальной периодичности так называемых **стержневых операций**.

**Стержневая операция** должна обладать следующими **признаками:**

- влиянием на экологическую и дорожную безопасность автомобиля;
- влиянием на работоспособность, безотказность, экономичность автомобиля;
- большой трудоемкостью,
- требуют специального оборудования и конструкции постов;
- регулярно повторяются.

**Примерами стержневых операций** или групп операций являются:

- проверка и регулирование тормозной системы (все признаки);
- проверка токсичности отработавших газов и соответствующая регулировка систем двигателя (все признаки);
- смена масла в картере двигателя (признаки 3,4).

Таким образом, по этому методу периодичность ТО стержневой операции  $l_{ст}$  принимается за периодичность вида ТО или группы операций, например  $(l_{ТО})_1 = l_{ст}$

Анализируемые по данному методу профилактические операции могут быть сведены в три группы:

I:  $l_{oi} < (l_{ст}-1)$  выполняются ежедневно (ЕО) или по потребности (при ТР), т.е. исключаются из состава профилактических.

II:  $(l_{ст}-1) \leq l_{oi} < (l_{ст}-2)$  операции 3, 4, 5 выполняются одновременно с первой стержневой с периодичностью операции  $l_{ст}-1$ .

III:  $l_{oi} \geq (l_{ст}-2)$  выполняются одновременно со второй стержневой операцией или выводятся из состава профилактических (переводятся в текущий или предупредительный ремонт).

Операции, оптимальная периодичность которых  $l_{oi}$  больше периодичности стержневой операции, выполняются с коэффициентом повторяемости

$$K_i = l_{ст} / l_{oi} = (l_{от}) / l_{oi},$$

где  $0 < K \leq 1$ .

Такие операции, как отмечалось, состоят из двух частей – контрольной (диагностической) и исполнительской.

В действующей системе ТО более 65-70% всех операций выполняются с коэффициентом повторяемости, зависящим от результатов контроля в пределах установленной периодичности.

**2. При технико-экономическом методе** определяют такую групповую периодичность  $l_{ог}$ , которая соответствует минимальным суммарным затратам  $C_{\Sigma\Sigma}$  на ТО и ремонт автомобиля по всем рассматриваемым объектам:

$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_s C_{Is} + \sum_s C_{IIs}$$

т.е. оптимальная периодичность  $l = l_{ог}$  при  $C_{\Sigma\Sigma} = C_{min}$ , где  $C_{Is}$ ,  $C_{IIs}$  – удельные затраты на ТО и ремонт  $i$ -го объекта;  $s$  – число операций в группе (виде ТО).

Это увеличение удельных затрат  $s$ -операции при ее выполнении в результате группировки, с групповой  $l_{ог}$ , а не со свойственной ей оптимальной периодичностью  $l_{os}$ .

Если в группу входит операция, периодичность которой ограничена в рассматриваемых пределах условиями безопасности, экологии или техническими критериями, то выбранная групповая периодичность должна удовлетворять требованиям

$$l_{oi} \geq l_{ог};$$

где  $i$  – номер операции с периодичностью, ограниченной требованиями безопасности движения или другими техническими критериями.

3. Используя **экономико-вероятностный метод**, можно определить целесообразность выполнения данной операции не с оптимальной для нее, а с заданной периодичностью стержневой операции.

Для этого используют карту профилактической операции (ранее рассмотренную) и определяют зону наработок, в которой удельные затраты при предупредительной стратегии остаются ниже, чем при устранении возникшего отказа.

Если в этой зоне находится периодичность стержневой операции, то изменение периодичности для данной операции допустимо.

4. Если ряд объектов обслуживания имеет весьма близкие рациональные периодичности, то используется **метод естественной группировки**.

Например, при обслуживании несамоконтрящихся крепежных соединений современных грузовых автомобилей обнаруживаются два пика необходимости возобновления их затяжки в интервалах 4-7 и 15-20 тыс. км.

Достаточно близкую периодичность регулирования имеют тормозные и клапанные механизмы, углы установки колес.

Возможны и другие методы группировки, например использование линейного программирования, статистических испытаний.

Таким образом, применяя соответствующие методы ТО, **производят группировку операций по видам ТО**.

**Увеличение числа ступеней (видов ТО)** теоретически благоприятно сказывается на надежности и суммарных затратах на обеспечение работоспособности отдельных объектов, но одновременно увеличиваются затраты, связанные с организацией производственного процесса (подготовительно-заключительное время, планирование постановки на ТО и др.) ТО и ремонта автомобиля.

При учете организационных затрат (планирование, организация производства и др.) существует минимум суммарных затрат, соответствующий (без ежедневного обслуживания) двум-трем видам ТО. Характерно, что рост организационных затрат не только увеличивает общие затраты, но сдвигает, как и следовало ожидать, оптимум в область более простых структур системы ТО и ремонта.

Эти данные позволяют сделать следующие практические выводы.

1. Предупреждение отказов (профилактическая стратегия I), как правило, более выгодно, чем ожидание отказа и последующий ремонт (стратегия II).

2. Для современного автомобиля наиболее целесообразна система с двумя-тремя видами ТО, так как при такой структуре системы удельные затраты на ТО и ремонт с учетом организационных минимальны.

Это подтверждается многолетним опытом автомобильного транспорта России и других стран. В России наиболее распространенной в настоящее время является трехступенчатая система ТО: ЕО, ТО-1 и ТО-2 (с которым может совмещаться СО – сезонное обслуживание). В США, по данным обследования лучших по организации инженерно-технической службы предприятий, трехступенчатую систему, (А, В, С) применяли 60% грузовых и 50% автобусных предприятий, двухступенчатую – 20 и 23%, четырехступенчатую – 15 и 18%, многоступенчатую – 5 и 9% АТП.

3. Для предприятий с недостаточно организованным ТО (невыполнение перечня, несоблюдение периодичностей) в качестве первого этапа исправления ситуации может быть рекомендована одноступенчатая система ТО (единое ТО) с последующим переходом к двум и трем ступеням.

4. Сокращение организационно-управленческих затрат на реализацию системы (применение ПЭВМ при учете и планировании, подготовки производства и др.) позволяет по экономическим критериям увеличить число видов ТО автомобиля, т.е. приблизиться к оптимальным периодичностям ТО отдельных операций.

5. В перспективе сначала для грузовых автомобилей большой грузоподъемности и автобусов большой вместимости, а затем и для большинства коммерческих автомобилей возможна реализация **индивидуальной системы и нормативов ТО и ремонта** для конкретных автомобилей или их групп, работающих в сходных условиях эксплуатации.

**Основой такого индивидуального варианта системы** будет служить:

- повышение надежности автомобилей и соответствующее увеличение периодичностей ТО;
- контроль за возрастной структурой парка;
- совершенствование системы помашинного учета и анализа надежности, затрат, доходов и расходов;
- бортовая система учета работы и диагностики технического состояния автомобиля.

Вопрос 3. Содержание и уровни регламентации системы ТО и ремонта

**Техническая документация (в настоящее время "Положения о ТО и ремонте подвижного состава автотранспорта")**, излагающая принципы функционирования системы ТО и ремонта, обычно содержит в той или иной комбинации следующие материалы и рекомендации:

- **принимаемые принципы** (стратегия, тактика) обеспечения работоспособности и технического состояния;
- **основные понятия и определения;**
- **виды и назначение ТО и ремонта;**

- **нормативы** периодичности трудоемкости, ресурсов автомобилей и агрегатов, простоев на ТО и в ТР;

- **типовые обобщенные перечни операций ТО**, которые затем привязываются к конкретным моделям автомобилей и их модификациям;

- **методы учета условий эксплуатации и корректирования нормативов**,

- **основные положения по организации ТО и ремонта автомобилей.**

**Задачей ежедневного обслуживания является:**

- **общий контроль**, направленный на обеспечение безопасности движения;

- **поддержание** надлежащего внешнего вида автомобиля;

- **заправка** его топливом, маслом и охлаждающей жидкостью,

- **санитарная обработка** кузова (для некоторых видов подвижного состава).

ЕО выполняется после работы подвижного состава и перед выездом на линию, **трудоемкость ЕО 0.35 до 0.95 чел-ч.**

**Задачей ТО-1 и ТО-2 является:**

- **снижение интенсивности** изменения параметров технического состояния механизмов и агрегатов автомобиля;

- **выявление и предупреждение** неисправностей и отказов;

- **обеспечение экономичности** работы, безопасности движения, защиты окружающей среды;

- **путем своевременного** выполнения контрольных, смазочных, заправочных крепежных, регулировочных, диагностических.

**Трудоемкость ТО-1 – 2.5-6.6 чел-ч, ТО-2 – 10.5-25.8 чел-ч**

*Диагностические работы (процесс диагностирования) являются технологическим элементом ТО и ремонта автомобиля (контрольных операций) и дают информацию о его техническом состоянии при выполнении соответствующих работ.*

В зависимости от назначения, периодичности, перечня и места выполнения диагностические работы подразделяются **на два вида:** общее (Д-1) и поэлементное углубленное (Д-2) диагностирование.

*ТО должно обеспечивать безотказную работу агрегатов, узлов и систем автомобиля в пределах установленных периодичностей по тем воздействиям, которые включены в перечень операций.*

<b>Рекомендуемые периодичности технического обслуживания, тыс. км</b>				
Автомобиль	Положение 1984 г.		ОНТП-91	
	ТО-1	ТО-2	ТО-1	ТО-2
Легковой	4	16	5	20
Автобус	3,5	14	5	20
Грузовой и автобус на базе грузового автомобиля	3	12	4	16
Прицеп и полуприцеп	3	12	4	16

*Примечания:* 1. ОНТП – отраслевые нормативы технологического проектирования. 2. Периодичности ТО могут уточняться по конкретному семейству и модели подвижного состава в заводской инструкции или сервисной книжке. 3. Допустимое отклонение от нормативов периодичностей технического обслуживания составляет  $\pm 10\%$ .

**Задачей сезонного обслуживания**, проводимого два раза в год, является подготовка подвижного состава к эксплуатации при изменении сезона (времени года).

В качестве **отдельно планируемого вида** технического обслуживания СО проводится для подвижного состава, эксплуатируемого в очень холодном, холодном, жарком и сухом и очень жарком сухом климатических районах.

**Нормативы трудоемкости СО** составляют от трудоемкости **ТО-2**: 50% для очень холодного и очень жаркого и сухого климатических районов; 30% для холодного и жаркого сухого районов; 20% для прочих районов. В остальных условиях СО совмещается с очередными **ТО-2** с увеличением трудоемкости на 20%.

В действующей системе ТО и ремонта для технического обслуживания рекомендуется устанавливать **расчетные периодичность, трудоемкость и простои**.

Техническое обслуживание выполняется на самих автотранспортных предприятиях (комплексное АТП) или на специализированных автосервисных и ремонтных предприятиях: станциях технического обслуживания, ремонтных мастерских, базах централизованного технического обслуживания.

**Ремонт** в соответствии с характером и назначением работ подразделяется на **капитальный и текущий**.

**Капитальный ремонт** предназначен для регламентированного восстановления потерявших работоспособность автомобилей и агрегатов, обеспечения их ресурса до следующего капитального ремонта или списания не менее 80% от норм для новых автомобилей и агрегатов.

Для капитального ремонта **регламентируются ресурс агрегата** и автомобиля до первого (100–380тыс. км) и последующих капитальных ремонтов и **продолжительность ремонта** (в днях) (18–25 дней).

**Легковые автомобили и автобусы** направляются в капитальный ремонт при необходимости КР кузова, грузовые автомобили – при необходимости КР – рамы, кабины, и не менее 3-х основных агрегатов (двигатель, КПП, раздатка, мосты, передняя ось, рулевой механизм)

Агрегаты **направляется в капитальный ремонт в случаях, когда базовая и основные детали** нуждаются в ремонте, требующем полной разборки агрегата, а также когда работоспособность агрегата не может быть восстановлена путем проведения текущего ремонта.

**Основные детали (ОД) обеспечивают выполнение функциональных свойств агрегатов** и определяют их эксплуатационную надежность. Поэтому восстановление основных деталей при капитальном ремонте должно обеспечивать уровень качества, близкий или равный качеству новых изделий.

**К базовым (БД) или корпусным деталям относятся детали,** составляющие основу агрегата и обеспечивающие правильное размещение, взаимное расположение и функционирование всех остальных деталей и агрегата в целом.

Для двигателя – (БД– блок цилиндров) – (ОД – головка блока, коленвал, распредвал) для КПП – (БД-картер КПП)– (ОД– крышка верхняя, валы КП) и т.д.

*Работоспособность и ремонтпригодность базовых деталей, как правило, определяют полный срок службы агрегата и условия его списания.*

**Капитальный ремонт включает следующие операции:**

- наружная очистка, мойка автомобиля;
- разборка на узлы и агрегата;
- мойка узлов и агрегатов;
- разборка узлов и агрегатов;
- дефектация;
- восстановление деталей (слесарные, сварочные, станочные, медницко-жестяницкие работы и т.п.);
- комплектация;
- сборка узлов и агрегатов;
- регулировка и испытание узлов и агрегатов;
- сборка автомобиля;
- испытание автомобиля;
- обкатка автомобиля;
- окраска автомобиля.

**При капитальном ремонте должно обеспечиваться** также восстановление до уровня новых изделий или близкого к нему:

- зазоров и натягов;
- взаимного расположения деталей (осей, плоскостей и т.п.);
- микро- и макрогеометрии рабочих поверхностей;
- структуры и твердости металла;
- форм и внешнего вида составных частей изделия.

**Капитальный ремонт производится преимущественно** на специализированных авторемонтных предприятиях, обслуживающих АТП и других владельцев автотранспортных средств. Направление подвижного состава и агрегатов на капитальный ремонт производится на основании результатов анализа их технического состояния с применением средств диагностики и учетом пробега, а также затрат на ТО и ремонт.

**Текущий ремонт предназначен**

- для устранения возникших отказов и неисправностей,
- обеспечения нормативов ресурсов автомобилей и агрегатов до капитального ремонта.

**Характерными работами ТР являются:** разборочные (подразборка), сборочные, слесарные, сварочные, дефектовочные, окрасочные, *замена деталей и агрегатов.*

При ТР агрегата *допускается замена деталей, достигших предельного состояния, кроме базовых.* У автомобиля при ТР могут заменяться отдельные детали, механизмы, агрегаты, требующие текущего или капитального ремонта.

**ТР должен обеспечить безотказную работу** отремонтированных агрегатов и узлов на пробеге не меньшем, чем до очередного ТО-2.

Для ТР **регламентируется удельная трудоемкость ТР** на 1000 км пробега (2.8-8.5 чел.-ч), а также **удельные суммарные простои на ТО и ТР** (0.3-0.5 дн./1000 км).

Кроме того, специальными нормативами на хозяйственном уровне могут регламентироваться затраты на ТО (на вид или удельные, руб./1000 км) с поэлементной разбивкой, например на оплату труда рабочих, на запасные части и материалы.

**Текущий ремонт может выполняться на АТП и специализированных сервисных и ремонтных предприятиях.**

При ТР **допускается одновременная замена комплектов деталей агрегатов, узлов близких по ресурсу с использованием ремонтных комплектов.**

*Рем. комплект – набор агрегатов, узлов, деталей заменяемых совместно и исключаяющих дополнительные **потери времени на доводку элементов в период ремонта, и на доставку недостающих деталей на рабочее место***

Некоторые работы по ТР (влияющие на безопасность движения или не выполнение которых, приводит к значительным потерям), целесообразно **регламентировать (планово-предупредительный ремонт)**. Это выполняется для автомобилей (автобусы, скорая помощь и т.п.), к которым предъявляются высокие требования по безопасности движения. На основании опыта эксплуатации устанавливается периодичность и объемы ремонтных работ, которые следует выполнять.

Для обеспечения работоспособности базовых деталей и агрегатов применяют ТР с периодичностью 50-60% от пробега до КР. Этот ремонт включает

- углубленный контроль и диагностирование БД,
- восстановление или замену деталей и узлов, достигших предельного состояния
- обеспечение герметичности сварных швов и уплотнений, устранение вмятин,
- удалении коррозии, восстановление антикоррозионного покрытия,
- окраску кузова, кабины, рамы (при необходимости)

Некоторые работы совмещаются с ТО (сопутствующий ремонт).

Из документов, регламентирующих систему и нормативы ТО и ремонта, наиболее известны для автомобильного транспорта

- Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, утвержденное на отраслевом уровне (Министерство автомобильного транспорта РСФСР),
- Отраслевые нормативы технологического проектирования автотранспортных предприятий,
- Заводские инструкции по эксплуатации
- Сервисные книжки для индивидуальных автомобилей.

#### Вопрос 4. Фирменные системы ТО и ремонта

Фирменные системы разрабатываются производителями автомобилей и ориентированы на владельцев индивидуальных (некоммерческих) автомобилей, фирменные сервисные предприятия (дилеров), позволяют стимулировать проведение ТО и ремонта на этих предприятиях.

Структура ТО в этих системах эквивалентна или двух-трехступенчатой системе, или системе с так называемым единым обслуживанием, но переменным по наработке перечнем операций, имеющим постоянное для всех ступеней ядро (до 60% объемов).

Фирменные системы ТО и ремонта основаны на планово-предупредительной стратегии и информационно поддерживаются рядом документов.

**1. В руководствах по эксплуатации,** которыми располагают владельцы автомобилей, приводится минимум сведений:

- рекомендации проводить ТО на предприятиях технического обслуживания завода-изготовителя в соответствии с рекомендациями сервисных книжек;
- указания по выполнению минимального перечня операций между очередными обслуживаньями, которые включают проверку уровня масла и жидкостей, уход за шинами, замену ламп и плавких предохранителей, косметический уход за кузовом;

- перечень рекомендуемых топливно-смазочных материалов, эксплуатационных жидкостей и авто препаратов;

- список ламп, применяемых на автомобилях.

Учитывая, что значительная часть владельцев автомобилей, даже в странах, имеющих традиционно развитую и доступную сервисную систему, обслуживают автомобили вне заводских сервисных предприятий, этих сведений явно недостаточно.

**2. Структура системы ТО фиксируется в сервисных книгах**, в которых указывается последовательность (план-график, цепочка) проведения ТО с определенной, как правило постоянной, периодичностью. Например, для семейства автомобилей ВАЗ-2110, -2111, -2112, "Вольво-400, -700, -900" такой периодичностью является 15 тыс. км, что соразмерно со среднегодовым пробегом индивидуальных легковых автомобилей в развитых странах.

Такой план-график проведения ТО на автомобилях семейства "Вольво" "расписан" на 180 тыс. км, "Мацда" – на 180 тыс. км, ВАЗ – на 105 тыс. км.

Каждый очередной вид ТО (после 15, 30, 45 тыс. км пробега автомобиля и т.д.) имеет свой перечень операций, который на 47-76% совпадает с предыдущим (табл.).

В перечнях содержатся традиционные для ТО виды работ: контрольно-диагностические, смазочные, крепежные, регулировочные и другие:

- около 60% операций практически одинаковы для всех ступеней ТО;
- до 30% – чередуются, как правило, через одно ТО (15, 45, 75 тыс. км и т.д.);

- остальные:

- являются специфическими только для данной ступени;

- содержат рекомендации по принудительной замене ряда деталей и систем (свечи, кислородный датчик и др.);

- содержат рекомендации по их вскрытию и частичной разборке (генератор, стартер и др.).

Для автомобилей семейства "Мацда", предназначенных для эксплуатации в тяжелых условиях, периодичность ТО сокращается в 1,5 раза (10 тыс. км) и рекомендуется двухступенчатая система ТО (типа ТО-1, ТО-2) с кратностью 2 (10 и 20 тыс. км) и практически постоянным по этим видам ТО перечнем операций.

Для иностранных легковых автомобилей, собираемых в России, рекомендуется периодичность ТО 6 тыс. км.

**3. Ряд заводов-изготовителей для сервисных предприятий издает рекомендации по трудоемкости ТО и ремонта:** трудоемкость работ (услуг) по техническому обслуживанию и ремонту ВАЗ; справочник по нормативам стандартного времени для ТО и ремонта автомобилей "Вольво" и др.

Эти справочники и рекомендации в различных пропорциях и детализации содержат пооперационные нормативные трудоемкости следующих основных работ (на примере ВАЗ):

- смазочные, заправочные, моечно-уборочные и работы по обслуживанию (коды 01-09);
- контрольно-диагностические (коды 10-18);
- снятие и установка деталей (коды 20-28);
- устранение перекоса кузова (коды 30-35);
- разборочно-сборочные и механические (коды 40-49);
- изготовление деталей (коды 50-54);
- рихтовка и сварка кузова (коды 60-69);
- антикоррозионная и противозащумная защита (коды 70-75);
- окраска (коды 80-93).

Эти материалы являются основанием (и оправданием) при нормировании стоимости выполнения услуг на сервисных предприятиях на ступени ТО (по сервисной книжке) и конкретной ремонтной операции.

Оценок (или норм) суммарных затрат на текущий ремонт (на 1000 км, год, за срок службы) заводские рекомендации, как правило, не содержат, что затрудняет общую оценку надежности автомобиля и технологические расчеты ремонтных постов и участков сервисных предприятий.

Некоторые зарубежные фирмы в последние годы в технической документации и в рекламе приводят предельную годовую трудоемкость текущего ремонта своих автомобилей, связанную с определенным годовым пробегом.

Ряд производителей в своей рекламе и документации предусматривают корректирование трудоемкости ремонтных работ по мере увеличения наработки автомобиля с начала эксплуатации. Например, у ВАЗ увеличение трудоемкости ремонта при наработке 5-8 лет – до 10%, свыше 8 лет – до 20%.

Для организации учета и упрощения технологического проектирования операции шифруются, что является несомненным преимуществом заводской документации. Шифр включает номер детали или агрегата по каталогу и код работы.

Например, операция "перестановка колес автомобиля по схеме" обозначается 3101011.08, где цифры до точки – номер детали (колесо в сборе), после точки – код работы (ТО).

Для последующего анализа надежности автомобилей ряд заводоизготовителей применяет цифровое кодирование причин и признаков отказов ("Вольво"), которое используется в сервисных предприятиях.

Преимуществами заводских рекомендаций являются

- их "привязка" к конкретным моделям автомобилей и их конструкции;
- наличие пооперационных нормативов трудоемкости;
- система информации и кодирования деталей и работ;

- оформление рекомендаций по ТО для владельцев автомобилей в виде сервисной книжки, содержащей полный перечень операций ТО, технологическое и информационное обеспечение фирменных предприятий.

**К недостаткам относятся:**

- некомплектность технической документации или ее недоступность для владельцев транспортных средств;
- отсутствие и слабый учет условий эксплуатации;
- как правило, завышенная трудоемкость, увеличивающая стоимость обслуживания и ремонта;
- отсутствие общих нормативов на текущий ремонт;
- сложность структуры системы, особенно для индивидуальных владельцев автомобилей.

Поэтому, как правило, эти рекомендации используются сервисными предприятиями, прежде всего фирменными, и дилерами.

Что касается владельцев транспортных средств, то заводскими рекомендациями по ТО даже в странах с развитой сервисной системой они пользуются, главным образом, во время гарантийного пробега и в первые годы эксплуатации нового автомобиля.

4. Учитывая международный обмен автомобильной техникой (экспорт, импорт, лизинг, международные перевозки, туризм), большое значение и распространение приобретают **обобщающие нормативные и технологические материалы**, которые при их составлении автотранспортными и информационными компаниями приобретают функции рекомендуемых нормативов ТЭА.

Например, известная информационная компания "Оутодейт" (Autodate Ltd. Automotive Technical Publications and Databases) периодически издает сводные нормативы трудоемкости к применяемым системам ТО и ремонта по 40-45 производителям (маркам) 670-700 моделей легковых автомобилей.

Эта же компания издает справочно-информационные материалы по обслуживанию и ремонту агрегатов и систем автомобилей.

Например, техническое обслуживание и ремонт автомобилей, диагностика, испытание и регулирование двигателя, системы питания и зажигания, ремонт кузова, углы установки колес автомобиля и др.

**Заключение.** Независимо от форм собственности владельцам автотранспортных средств, специалистам ИТС необходимо знать, что обеспечить постоянную работоспособность, дорожную и экологическую безопасность, а также экономичность использования автомобилей можно при условии регулярного и качественного выполнения планово-предупредительной системы технического обслуживания.

Свидетельствами применения системы ТО и Р являются для автотранспортных предприятий всех форм собственности:

- наличие утвержденных, как минимум, на хозяйственном уровне структуры и нормативов ТО и ремонта, применяемых на данном предприятии;

- отчетная документация, свидетельствующая о фактическом выполнении нормативов и рекомендаций системы;  
для индивидуальных владельцев:
- сервисная книжка с отметкой о выполнении ТО на фирменных предприятиях и у дилеров;
- прочая отчетная документация о проведении ТО и ремонта на сервисных предприятиях;
- договор об абонентном обслуживании автомобилей на сервисном предприятии;
- тетрадь о выполнении работ владельцем своими силами.

Государственный технический осмотр, проводимый в основном один раз в год, способствует обеспечению технического состояния, экологической и дорожной безопасности парка и конкретных автомобилей, но не может заменить планово-предупредительной системы ТО и ремонта, качественное выполнение которой является важнейшей задачей и обязанностью владельцев автотранспортных средств.

## 2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ

### Лекция 4

#### Технологический процесс технического обслуживания и автомобилей

Вопрос 1. Определение общего технического состояния двигателей.

Общее техническое состояние двигателя можно оценить на основании учетных данных (пробега автомобиля и ресурса работы двигателя, ремонта, заявок водителей и т.д.), осмотра и пуска двигателя, по общим диагностическим параметрам (развиваемой мощности, расходу топлива, общему уровню шумов и стуков) на стенде с беговыми барабанами или при ходовых испытаниях.

Мощностные качества двигателя определяются внешней (скоростной) характеристикой, показывающей изменение мощности в зависимости от частоты вращения вала двигателя при полном или частичном открытии дросселя.

Техническое состояние двигателя можно диагностировать по максимальной мощности, развиваемой двигателем при определенной частоте вращения коленчатого вала. Здесь нужно принимать во внимание, что максимальная мощность двигателя всегда меньше мощности (примерно на 3...5 %), указываемой заводом-изготовителем. В процессе нормальной эксплуатации фактическая мощность двигателя может снижаться (на 10... 15 %, иногда и более) в зависимости от технического состояния двигателя. Часть мощности теряется в агрегатах трансмиссии. Эти потери мощности принято оценивать механическим КПД трансмиссии  $\eta_{тр}$ , который не является постоянной величиной. На его изменение влияют частота вращения колес (с ее увеличением  $\eta_{тр}$  снижается на 1...2 %), передаточное число (с его увеличением  $\eta_{тр}$  уменьшается на 3...5 %), температура трансмиссионного масла и др. Чтобы практически упростить расчеты решения поставленной задачи,  $\eta_{тр}$  можно считать постоянной величиной и принимать равной 0,85...0,90 для грузовых автомобилей и автобусов, 0,9...0,95 – для легковых. По данным Н. Я. Говорущенко потеря мощности в трансмиссии автомобиля ГАЗ-53А достигает 7...12 кВт, а в трансмиссии ЗИЛ-130 – 11... 15 кВт.

Таким образом, при диагностировании двигателей нужно учитывать мощность, подведенную к колесам автомобиля, примерно равной 0,65...0,70 максимальной мощности, указываемой заводами-изготовителями.

Для определения мощности используют стенды тяговых качеств или бесстендовые методы. Мощность двигателя  $N_d$  при помощи стендов тяговых качеств определяют из выражения

$$N_d = N_k / \eta_{тр} \eta_{ст} ,$$

где  $N_k$  – колесная мощность автомобиля;  $\eta_{ст}$  – КПД стенда.

Наиболее простой *метод бесстендового диагностирования* – нагружение только за счет сопротивления части выключенных из работы цилиндров испытуемого двигателя или же силы инерции его масс при разгоне.

При *парциальном методе* двигатель испытывается по частям, но с полной цикловой подачей топлива в работающие цилиндры, причем нагружаются рабочие цилиндры за счет прокручивания выключенных цилиндров и частично тормозными устройствами (подъемным механизмом автомобиля-самосвала, дросселем на выпуске и др.). В парциальных режимах мощность двигателя определяют по группам цилиндров. Это позволяет получить больший объем информации, чем при проверке тормозным методом.

*Дифференциальный метод* отличается от парциального тем, что вместо частичного догружения применяется подкрутка двигателя до номинального скоростного режима от постороннего источника энергии с динамометрическим устройством. К недостаткам рассмотренных методов можно отнести то, что они не позволяют произвести необходимые измерения у двигателей, работающих неустойчиво при выключении цилиндров, кроме одного. Трудно также учесть действительную мощность механических потерь двигателя.

Представляют интерес *методы бестормозного определения мощности* показателей двигателей, использующие динамические режимы. Остановимся на одном из них, который разработан в СибВИМе для измерения эффективной мощности дизельных двигателей в бестормозном режиме по ускорению коленчатого вала. При указанном методе мощность двигателя определяется методом полного или частичного выбега при одновременном отключении всех цилиндров или всех цилиндров, кроме одного, мощность которого измеряется.

Нагрузка двигателя осуществляется за счет сил инерции его движущихся масс, являющихся для данного двигателя постоянной величиной.

При этом мощность двигателя

$$N = \frac{jn}{9500} \cdot \frac{d\omega}{dt},$$

где  $j$  – приведенный момент инерции всех движущихся частей двигателя к оси коленчатого вала;  $n$  – частота вращения коленчатого вала двигателя;  $\frac{d\omega}{dt}$  – угловое ускорение коленчатого вала двигателя.

Частота вращения коленчатого вала двигателя и угловое ускорение измеряются специальным транзисторным устройством. Момент инерции для данного двигателя – величина постоянная. Мощность определяется мгновенно и фиксируется на стрелочном приборе, в киловаттах.

По расходу топлива (в частности, по контрольному) можно судить об исправности автомобиля в целом и отдельных его узлов и систем. Периодический контроль топливных показателей выполняют в дорожных условиях или на стенде с помощью специальных приборов – *расходомеров*.

## Вопрос. 2. Отказы и неисправности двигателей

**Отказы и неисправности.** При эксплуатации двигателя в цилиндро-поршневой группе (ЦПГ), кривошипно-шатунном механизме (КШМ), газораспределительном механизме (ГРМ), вспомогательных узлах и агрегатах появляются дефекты, которые могут быть вызваны как естественным и ускоренным износом деталей, так и внезапным появлением дефектов, потерей работоспособности деталей. Практика эксплуатации отечественных легковых автомобилей показывает, что примерно 20% всех отказов приходится на двигатель и его системы.

К основным *отказам и неисправностям КШМ* относят: износ, заклинивание, разрушение вкладышей; деформацию постелей в блоке; деформацию коленчатого вала; деформацию, износ отверстий нижней головки шатуна; обрыв шатуна или шатунных болтов; износ втулки верхней головки шатуна; износ подшипников балансирных валов; заклинивание, разрушение подшипников балансирных валов.

Для *ЦПГ* характерны появление разрушений перемычек, трещин в поршне; прогорание днища поршня; износ поршней, колец, цилиндров, поршневых пальцев; разрушение поршневых колец; деформация юбки поршня, задиры на юбке и поверхности цилиндра, возникновение пробоин, трещин в цилиндре или блоке; коробление плоскостей блока; выпадение фиксаторов поршневого пальца в поршне.

Основными признаками неисправности КШМ и ЦПГ являются: падение компрессии в цилиндрах, появление посторонних шумов и стуков при работе двигателя; появление из маслосливной горловины голубоватого дыма с резким запахом; увеличение расхода масла, разжижение моторного масла.

Существенный перечень отказов и неисправностей имеет *ГРМ*: износ седла, клапана и направляющих втулок; разрушение, прогар клапанов; разрушение пружин; износ подшипников распределительного вала; перегрев и разрушение подшипников распределительного вала; износ кулачков распределительного вала и толкателей; износ коромысел и их осей; разрушение седла клапана; заклинивание гидротолкателей; износ цепи (ремня) и звездочек (шкивов) привода распределительного вала; разрушение зубьев звездочек; заклинивание гидронатяжителя; износ плунжера натяжителя цепи; прогар головки блока цилиндров; трещина, пробоина в головке блока; коробление головки блока.

Признаками неисправности ГРМ являются стуки, вспышки в карбюраторе и хлопки в глушителе.

Общим признаком неисправностей КШМ, ЦПГ и ГРМ является повышение расхода топлива и снижения мощности двигателя.

К основным отказам и неисправностям *вспомогательных узлов и агрегатов* следует отнести: износ шестерен, корпуса маслососа; заклинивание маслососа; негерметичность, заклинивание редукционного клапана; разрушение, негерметичность маслоприемника; негерметичность насоса охлаждающей жидкости; разрушение уплотнения и подшипника насоса охлаждающей жидкости; износ, разрушение подшипников и уплотнений турбокомпрессора.

**Система смазки.** Внешними признаками неисправности системы являются потеря герметичности, загрязнение масла и несоответствие давления в системе нормативным значениям. Для многих грузовых автомобилей при скорости 40–50 км/ч на прямой передаче давление в системе должно быть примерно 0,2–0,5 МПа. Например, в прогретом двигателе КамАЗ-740 при 2600 об/мин коленчатого вала рабочее давление масла должно быть 0,45–0,5 МПа. При падении давления до 0,09–0,04 МПа на щитке приборов ряда автомобилей загорается сигнальная лампа.

Указатели давления масла в течение эксплуатации могут начать работать с погрешностью. Периодически их показания надо сравнивать с показаниями эталонного механического манометра, устанавливаемого на место масляного датчика.

В процессе работы в системе смазки накапливаются осадки, состоящие из продуктов неполного сгорания топлива и окисления масла. Присадки масел также способствуют отложениям.

Удаление осадков, т.е. промывка системы смазки, является необходимой технологической операцией, особенно при сезонном переводе работы двигателя на масло другой марки. Промывка замедляет ухудшение физико-химических показателей моторного масла, повышает компрессию двигателя (особенно ненового) за счет более свободного положения колец на поршне, уменьшает расход топлива и угар масла, обеспечивает лучшее функционирование смазочной системы.

Промывочные масла – это маловязкие жидкости с особыми присадками. У каждой марки масла своя технология применения, но эффект примерно одинаков. Последовательность промывки системы следующая:

- слить отработанное масло при горячем двигателе;
- залить требуемый объем промывочного масла, обычно несколько выше нижней метки щупа;
- запустить двигатель (избегая резких ускорений) и дать поработать требуемое время на малой частоте вращения;
- слить промывочное масло;

- заменить, очистить, промыть керосином (в зависимости от конструкции) фильтры;
- залить требуемый объем свежего масла, завести двигатель и дать ему поработать на малой частоте, чтобы масло заполнило всю систему;
- проверить уровень масла и при необходимости довести его до нормы.

Некоторые марки промывочных масел после отстаивания можно еще использовать 1–2 раза. При отсутствии промывочных масел можно использовать обычные маловязкие масла, время промывки примерно 10 мин, или, как исключение, летнее дизельное топливо, время промывки – не более 5 мин.

Пониженное давление в системе является результатом недостаточного уровня масла, разжижения или применения масла пониженной вязкости, загрязнения сетки маслозаборника, фильтров, износа деталей, заедания перепускного клапана в открытом положении. На автомобилях КамАЗ при открытии перепускного клапана загорается сигнальная лампа.

Повышенное давление является результатом применения масла с большой вязкостью, например, летнего в зимний период, заедания перепускного клапана в закрытом состоянии.

Надежность работы системы во многом зависит от состояния фильтров. Многие двигатели грузовых автомобилей имеют два фильтра: полнопоточный (грубой очистки) и центробежный (тонкой очистки). При ТО-2 у полнопоточных фильтров заменяют фильтрующие элементы, а центробежные разбирают, осматривают и промывают.

В обычных условиях эксплуатации, когда центрифуга работает исправно, в колпаке ротора после 10–12 тыс. км пробега скапливается 150–200 г отложений, в тяжелых условиях – до 600 г (толщина слоя отложений в 4 мм соответствует примерно 100 г). Отсутствие отложений указывает на то, что ротор не вращался в результате деформации деталей, неправильной сборки корпуса фильтра, сильной затяжки соединительных элементов, самопроизвольного отворачивания деталей крепления ротора, а грязь вымыта циркулирующим маслом.

Следует иметь в виду, что в некоторых фильтрах ротор имеет частоту вращения до 5 000 об/мин. При неправильной сборке будет сильная вибрация со всеми возможными последствиями. У правильно собранного и чистого фильтра после остановки двигателя ротор продолжает вращаться 2–3 мин, издавая характерное гудение.

Периодичность замены масла назначают в зависимости от марки масла и модели автомобиля. Уровень масла проверяют через 2–3 мин после остановки двигателя. Он должен быть между метками маслоизмерительного щупа.

**Система охлаждения.** Внешними признаками неисправности системы охлаждения являются перегрев или недостаточный прогрев двигателя, потеря герметичности. Перегрев возможен даже при небольшом снижении

уровня охлаждающей жидкости в системе. Особенно это проявляется при применении антифризов, которые могут вспениваться из-за наличия в системе воздуха и замедлять отвод тепла. Для предотвращения замерзания антифриза необходимо поддерживать его нормативную плотность. Так, при 20 °С плотность антифриза А-40 должна быть 1,067-1,072 г/см<sup>3</sup>, а антифриза Тосол А-40 – 1,075-1,085 г/см<sup>3</sup>.

Эффективность работы системы охлаждения снижается и при ослаблении натяжения ремня вентилятора. В зависимости от конструкции двигателя натяжение ремня может проводиться изменением положения натяжного ролика, смещением генератора, компрессора и т.д. Прогиб ремня проверяют при усилии 30-40 Н (~ 3–4 кгс). Он в зависимости от типа двигателя должен быть 10-20 мм. При работающем двигателе у правильно натянутого ремня свободная ветвь не должна вибрировать. Перетяжка ремня приводит к быстрому износу подшипников шкивов.

Неисправный термостат также может быть причиной неисправного функционирования системы охлаждения. Жидкостные термостаты некоторых грузовых автомобилей при потере герметичности заполняют 15%-м раствором этилового спирта и запаивают мягким припоем. Многие двигатели оснащены порошковыми (фракция церезина в смеси с алюминиевой пудрой) термостатами. При отказе их заменяют на новые. Проверяют термостаты в горячей воде. Для порошкового термостата, например, автомобиля АЗЛК-2141 температура начала открытия клапана – 77–81 °С. Началом открытия клапана считается его перемещение на 0,1 мм. Полностью термостат должен быть открыт при 94 °С (ход клапана не менее 6 мм).

У двигателей с принудительным отключением-включением вентилятора может быть отказ датчика, управляющего его работой.

Если охлаждающей жидкостью является вода, в системе образуется накипь, ухудшающая теплообмен. Удаляют накипь специальными составами. При их отсутствии в условиях АТП для двигателей с чугунной головкой блока можно использовать раствор каустика (700-1000 г каустика и 150 г керосина на 10 л воды), для двигателей с головкой и блоком из алюминиевого сплава – раствор хромпика или хромового ангидрида (200 г на 10 л воды). Раствор заливают и выдерживают в системе охлаждения 7-10 ч. Затем запускают двигатель на 15-20 мин (на малой частоте вращения) и раствор сливают. Для удаления шлама систему промывают водой в направлении, обратном циркуляции охлаждающей жидкости.

Герметичность радиаторов восстанавливают пайкой мест повреждения. Сильно поврежденные трубки заменяют на новые или удаляют (заглушают), места установки пропаивают.

Пайка радиаторов из латунных сплавов сложностей не вызывает. Труднее ремонтировать радиаторы из сплавов алюминия. Для этого используют газовые горелки, специальный присадочный материал и припой. По некоторым технологиям место для пайки надо нагреть до 400-560 °С. Если

деталь прогрева недостаточно, то припой будет распределяться по поверхности не равномерно, как требуется, а отдельными наплывами.

Перед установкой на автомобиль герметичность радиатора испытывают сжатым воздухом под давлением 0,1 МПа в течение 3–5 мин. При испытании водой давление должно быть 0,1–0,15 МПа.

На автомобилях применяются батарейные контактные (классические), контактно- и бесконтактно-транзисторные, а также цифровые системы, по существу являющиеся вариантом автоматического управления транзисторного зажигания для отдельных цилиндров. По статистике, на батарейное зажигание приходится примерно 12% всех отказов и неисправностей, которые в 80% случаев являются также причиной повышения расхода топлива (на 5–6%) и снижения мощности двигателя; для бесконтактно-транзисторных систем показатели надежности значительно лучше.

Характерными неисправностями системы зажигания являются: разрушение изоляции проводов высокого напряжения и свечей зажигания, нарушение контакта в местах соединений; ослабление пружины подвижного контакта; повышенный люфт валика распределителя; нагар на электродах свечей зажигания; изменение зазора между электродами свечей; межвитковые замыкания (особенно в первичной обмотке) катушки зажигания; неправильная начальная установка угла опережения зажигания; неисправность центробежного и вакуумного регуляторов.

Для диагностирования системы зажигания используют стационарные неавтоматизированные и компьютеризированные мотор-тестеры с электронно-лучевой трубкой, а также переносные электронные автотестеры (в последнее время с цифровой индикацией на жидкокристаллическом дисплее), достоинством которых является низкая стоимость, приспособленность для условий небольших АТП и СТО в сочетании с широкими функциональными возможностями. В ряде моделей отечественных автомобилей, оборудованных системой встроенных датчиков для диагностирования системы зажигания, предусмотрен специализированный разъем для подключения мотор-тестеров.

Для локализации неисправностей, в том числе и по цилиндрам, при всех методах диагностирования выделяется соответствующая фаза изменения напряжений в первичной и вторичной цепях зажигания при многократном повторе рабочего цикла двигателя (два оборота коленчатого вала). На экране электронно-лучевой трубки изменение напряжения оценивается визуально, сравниваем с эталоном. При этом необходимо понимание процессов, приводящих к изменению напряжения.

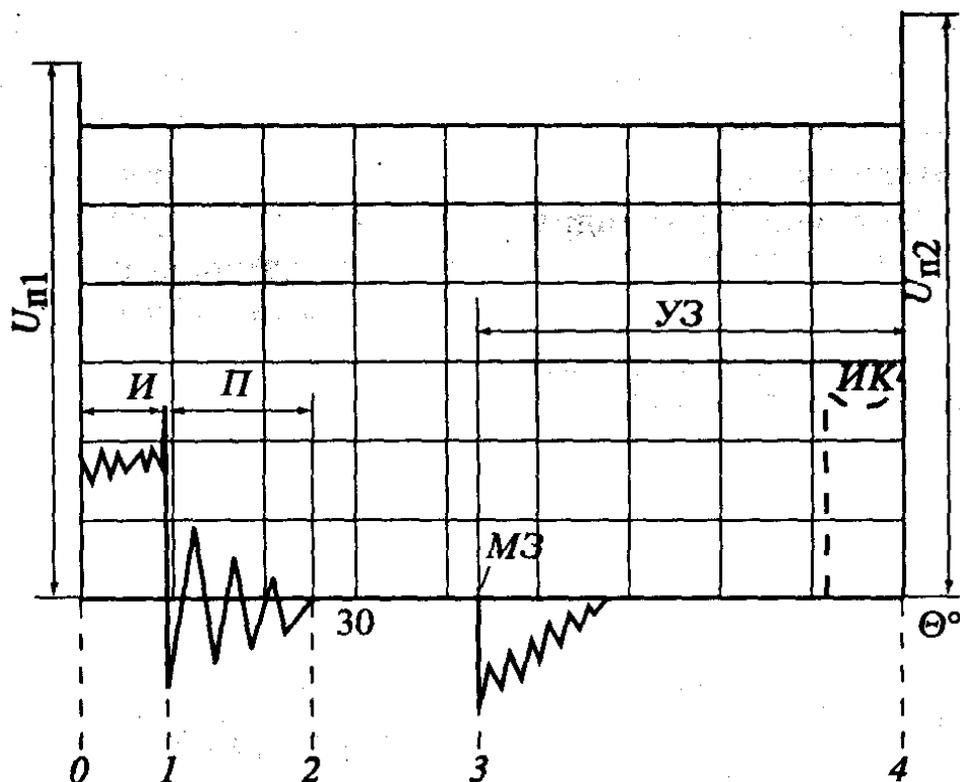


Рис. 4.1. Общий вид осциллограммы напряжения вторичной цепи системы зажигания карбюраторного четырехцилиндрового двигателя:  
 $U_{п1}$ ,  $U_{п2}$  – напряжение пробоя межэлектродного промежутка свечи для первого и последующих рабочих циклов; *И* – след искры; *П* – падение напряжения магнитного поля катушки; *МЗ* – момент замыкания контактов или "открытия" транзистора; *ИК* – искрение контактов (у транзисторных систем отсутствует); *УЗ* – угол замкнутого состояния контактов или соответствующий ему период открытого состояния транзистора;  $\Theta^\circ$  – угол поворота кулачкового прерывателя-распределителя

На систему питания карбюраторных двигателей приходится около 5% отказов от общего их числа по автомобилю. Однако состояние основного элемента системы – карбюратора – является определяющим для обеспечения топливной экономичности (средний перерасход топлива из-за невыявленных по внешним признакам неисправностей составляет 10-15%) и допустимой концентрации вредных компонентов в отработавших газах.

К явным неисправностям системы питания относят нарушение герметичности и течь топлива из топливных баков и трубопроводов, "провалы" двигателя при резком открытии дроссельной заслонки из-за ухудшения функционирования ускорительного насоса; к неявным – загрязнение (повышение гидравлического сопротивления) воздушных фильтров, прорыв диафрагмы и негерметичность клапанов бензонасоса, нарушение герметичности игольчатого клапана и изменение уровня топлива в поплавковой камере, изменение (увеличение) пропускной способности жиклеров, неправильная регулировка холостого хода.

Выявление неявных неисправностей карбюратора и бензонасоса производится ходовыми и стендовыми испытаниями, а также путем оценки

состояния отдельных элементов после снятия карбюратора и его профилактической переборки и испытаний в цеховых условиях.

Одним из конечных показателей технического состояния системы питания (при прочих равных условиях) является расход топлива (или так называемая топливная экономичность), который может быть оценен по данным действующей системы помашинного учета расхода топлива; ходовых испытаний на мерном горизонтальном участке дороги и движении автомобиля с постоянной скоростью; стендовых испытаний на беговых барабанах. В двух последних случаях расход топлива определяется с помощью расходомеров или мерных бачков.

Повышенный расход топлива (при исправном зажигании) указывает на неправильную регулировку главной дозирующей системы, а также, возможно, и на негерметичность клапанов экономайзера. Более удобно подобные испытания с охватом всех диапазонов работы карбюратора (включение второй камеры и экономайзера) проводить на стенде с беговыми барабанами. При использовании ненагруженных беговых барабанов возможно получение информации о степени несоответствия пропускной способности жиклеров главной дозирующей системы первой камеры (которая практически обеспечивает экономичность и экологическую безопасность автомобиля) оптимальным режимам.

Признаком экономичности является устойчивая работа карбюратора на постоянных и переменных нагрузочных режимах только при полном прогреве двигателя и карбюратора. Если же устойчивая работа наблюдается уже на холодном или малопрогретом двигателе, то это свидетельствует о переобогащении смеси. К переобогащению смеси приводит также негерметичность игольчатого клапана поплавковой камеры. Признаком последней является, как правило, затрудненный запуск двигателя из-за переполнения поплавковой камеры, особенно горячего двигателя. При отсутствии смотровых окон или контрольных пробок переполнение можно обнаружить визуально по подтеканию топлива в диффузор после остановки двигателя, для чего необходимо предварительно демонтировать воздушный фильтр.

В условиях цеха у карбюратора, помимо герметичности игольчатого клапана и уровня топлива в поплавковой камере, проверяют также пропускную способность жиклеров и герметичность клапана экономайзера. У бензонасосов проверяют создаваемое разрежение (не ниже 50 кПа), давление (17-30 кПа) и подачу (0,7-2,0 л/мин), а также целостность диафрагмы. (Указанные виды испытаний можно осуществлять как на отдельных приспособлениях и приборах, так и на специальных комбинированных стендах, которые достаточно широко распространены на АТП.)

Наиболее ответственной является проверка пропускной способности жиклеров, которая измеряется по количеству воды (в кубических сантиметрах), протекающей через дозирующее отверстие жиклера за 1 мин под напором водяного столба  $1 \text{ м} \pm 2 \text{ мм}$  при температуре  $20 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ . На основе

указанных измерений можно не только проверять соответствие жиклеров паспортным данным, но и осуществлять индивидуальную "подгонку" пропускной способности топливных или воздушных жиклеров главной дозирующей системы для каждого карбюратора, что обеспечивает экономичные режимы работы (на основе данных участка диагностирования или испытаний карбюратора на дороге).

**На систему питания дизелей** приходится до 9% всех неисправностей автомобилей. Характерными неисправностями являются: нарушение герметичности и течь топлива, особенно топливопроводов высокого давления; загрязнение воздушных и особенно топливных фильтров; попадание масла в турбонагнетатель; износ и разрегулировка плунжерных пар насоса высокого давления; потеря герметичности форсунками и снижение давления начала подъема иглы; износ выходных отверстий форсунок, их закоксовывание и засорение. Эти неисправности приводят к изменению момента начала подачи топлива, неравномерности работы топливного насоса по углу поворота коленчатого вала и количеству подаваемого топлива, ухудшению качества распыливания топлива, что прежде всего вызывает повышение дымности отработавших газов и приводит к незначительному повышению расхода топлива и снижению мощности двигателя на 3-5%.

Контроль системы питания включает в себя: проверку герметичности системы и состояния топливных и воздушных фильтров, проверку топливоподкачивающего насоса, насоса высокого давления и форсунок.

Негерметичность части системы, находящейся под высоким давлением, проверяется визуально по подтеканию топлива при работающем двигателе. Негерметичность впускной части (от бака до топливоподкачивающего насоса), приводящая к подосу воздуха и нарушению работы топливоподкачивающей аппаратуры, проверяют с помощью специального прибора-бачка. Часть магистрали, находящейся под низким давлением, можно проверить на негерметичность и при неработающем двигателе путем опрессовки ручным топливоподкачивающим насосом.

Состояние сухих воздушных фильтров, устанавливаемых на всех последних моделях автомобилей, проверяют по разрежению за фильтром при помощи водяного пьезометра (должно быть не более 700 мм вод. ст.). Состояние топливных фильтров можно проверить в первом приближении на холостом ходу двигателя по давлению за фильтром (допускается не менее 150 кПа), а более точно – по перепаду давлений перед фильтром и за ним (не более 20 кПа). Более низкое давление свидетельствует также о неисправной работе топливоподкачивающего насоса, который после переборки в условиях цеха при испытаниях на специальном стенде должен обеспечивать (при 1050 об/мин) разрежение не менее 50 кПа, давление не менее 400 кПа и подачу не ниже 25 см<sup>3</sup> на 100 рабочих ходов (приведенные нормативы – для восьмицилиндровых двигателей МАЗ и КамАЗ).

Для повышения топливной экономичности, динамических качеств автомобилей, обеспечения экологической безопасности в соответствии с действующими нормами на современных автомобилях применяются компьютерные системы управления рабочими процессами двигателей. Иногда эти двигатели называют компьютеризированными.

Суть компьютерного управления состоит в приготовлении количественного и качественного состава рабочей смеси (соотношение: воздух–топливо), а также в определении момента подачи топлива в цилиндры и искры на свечи зажигания с учетом режимов работы двигателя и состава отработавших газов. С помощью датчиков компьютерной системы определяются показатели режимов работы двигателя и автомобиля (количество поступающего в цилиндры воздуха, положение дроссельной заслонки, температура воздуха во впускном трубопроводе, температура охлаждающей жидкости двигателя, частота вращения коленчатого вала и др.), которые преобразуются в электрический сигнал и передаются в электронный блок управления (ЭБУ). В соответствии с заложенной программой ЭБУ обрабатывает полученные сигналы и выдает команды исполнительным устройствам (форсунки, регулятор холостого хода, реле включения вентилятора, свечи зажигания и др.).

У бензиновых компьютеризированных двигателей наиболее эффективны системы с последовательно распределенным впрыском топлива (рис. 12.20), позволяющие на 12–15% снизить расход топлива и на 18–20% улучшить экологические показатели работы автомобилей на линии по сравнению с ранее применяемыми компьютерными системами управления работой двигателя с центральным и непоследовательно распределенным впрыском топлива.

Особенностью компьютерных систем управления работой двигателя является наличие большого количества дополнительных датчиков и исполнительных механизмов, которые в соответствии с теорией надежности можно рассматривать как систему последовательно соединенных устройств, что может привести к снижению показателей надежности системы, особенно при внезапных отказах.

Отказы компьютерных систем трудно диагностируемы обычными методами, а их последствия (прекращение транспортного процесса, увеличение расхода топлива и токсичности отработавших газов) трудноустраняемы. Для предупреждения отказов и неисправностей в компьютерных системах управления работой двигателей предусмотрено встроенное диагностирование. ЭБУ фиксирует отклонения рабочих параметров в управлении работой двигателя и регистрирует их в виде кодов неисправностей, сигнализируя при движении автомобиля или при ТО и ремонте об отклонении параметров технического состояния от установленных норм.

### Вопрос 3. Технология технического обслуживания и ремонта трансмиссии автомобилей

#### *Общая характеристика трансмиссии автомобилей.*

На агрегаты и механизмы трансмиссии (сцепление, карданная передача, коробка передач, раздаточная коробка, главная передача и бортовые редукторы) приходится 10–15% отказов и до 40% материальных и трудовых затрат на восстановление их работоспособности. Для устранения отказов автоматической трансмиссии (автоматической, полуавтоматической и гидромеханической передач), являющейся наиболее сложным и дорогостоящим агрегатом современных автомобилей, требуется до 25% материальных и трудовых затрат. Бесступенчатые автоматические коробки передач со стальным гибким ремнем фрикционного зацепления, гидравлическим насосом и системой электронно-гидравлического управления, применяемые на легковых автомобилях с передним приводом и поперечно расположенным двигателем небольшой мощности (как правило, до 80 л.с.), имеют не более 12-15% отказов и неисправностей по автомобилю. Трудозатраты на их устранение значительно больше (до 30%), что связано с высокой трудоемкостью снятия, ремонта и установки данного агрегата.

Диагностирование агрегатов и механизмов трансмиссии осуществляется при техническом обслуживании или поступлении сведений от водителя об отказах и неисправностях и состоит в контроле суммарных люфтов, легкости переключения передач, уровня шума и вибрации при испытаниях автомобиля на стенде с беговыми барабанами.

При *общем диагностировании трансмиссии* определяют механические потери по продолжительности движения автомобиля накатом, шумы и перегревы агрегатов, самопроизвольное включение передач или трудности их включения при ходовых и стендовых испытаниях автомобиля. Одновременно с этим принимают во внимание данные о механических потерях в трансмиссии, полученные при диагностировании автомобиля в целом, а также результаты внешнего осмотра (отсутствие подтеканий, деформаций и др.).

При *поэлементном диагностировании трансмиссии* определяют техническое состояние сцепления, карданной передачи, коробки передач, раздаточной коробки, ведущих мостов.

#### Основные неисправности сцеплений. Диагностирование сцеплений..

Неполное включение сцепления может быть из-за отсутствия свободного хода, ослабления нажимных пружин, замасливания фрикционных накладок или их износа. При пробуксовывании сцепления появляется запах гари, автомобиль имеет слишком медленный разгон несмотря на интенсивное увеличение частоты вращения коленчатого вала.

Резкое включение сцепления происходит вследствие заедания выключющей муфты, поломки демпферных пружин, износа шлицев ступицы ведомого вала, износа и задиров рабочих поверхностей нажимного

диска или маховика при износе (до заклепок) фрикционных накладок ведомого диска или в результате ослабления заклепок.

*Шумы, нагрев, стуки, вибрация и рывки* возникают из-за разрушения подшипника муфты выключения, ослабления заклепок накладок диска, нарушения положения выключающих рычажков. Износ и разрушение подшипника – результат недостаточного его смазывания, малого свободного хода педали, неправильной эксплуатации автомобиля (когда сцепление длительное время удерживается выключенным). Неисправность подшипника обнаруживают по появлению шипящего звука высокого тона («писк») при частичном выключении сцепления.

Техническое состояние сцепления приблизительно можно определить простейшим методом, который основан на испытании сцепления при затянутом ручном тормозе и включенной передаче. Для этого после пуска двигателя при выключенном сцеплении медленно отпускают педаль сцепления и доводят частоту вращения вала двигателя до  $1200 \text{ мин}^{-1}$ . Если после включения сцепления двигатель остановится, то можно считать, что сцепление работает нормально, без пробуксовывания.

Достаточно точно оценить техническое состояние сцепления можно по величине свободного хода педали и полноте выключения сцепления, определяемой легкостью включения передач, а также по признакам пробуксовывания.

Свободный ход педали сцепления удобнее всего проверять специальной линейкой или при помощи устройства КИ-8929. Для большинства отечественных автомобилей он равен 20...50 мм. Свободный ход педали сцепления регулируют изменением зазора (1,5...4,0 мм) между концами рычажков и подшипников муфты включения сцепления, вращая гайку или вилку тяги педали. В сцеплениях с центральной пружиной регулировке свободного хода педали предшествует регулировка силы сжатия пружины. В автомобилях с гидравлическим приводом сцепления дополнительно регулируют зазор между толкателем и поршнем.

Пробуксовывание сцепления можно выявить на динамометрическом стенде, освещая стробоскопической лампой карданный вал автомобиля, колеса которого подтормаживаются барабанами стенда при помощи нагрузочного устройства. Лампу включают в электрическую цепь системы зажигания. При отсутствии пробуксовывания сцепления карданный вал, освещаемый вспышками лампы, кажется неподвижным, так как он работает с коленчатым валом как одно целое.

*Основные неисправности карданных передач.*

Надежность карданной передачи обуславливается ресурсом карданных шарниров, которые работают в очень тяжелых условиях. Они подвергаются воздействию статических и динамических моментов при непрерывно изменяющихся углах между валами. В зонах контакта иголок с шипами крестовин возникают весьма высокие контактные напряжения и

температуры при граничном режиме их-смазывания. Вследствие этого на шипах крестовин появляются продольные вмятины, а иголки подшипников постепенно становятся гранеными, возникает биение вала, увеличиваются зазоры в шарнирах, появляется шум во время работы автомобиля.

*Основная задача обслуживания карданной передачи* – обеспечение ее работы без вибраций и рывков. Валы не должны иметь вмятин, трещин и погнутостей. Сальники игольчатых подшипников и подшипника промежуточной опоры должны хорошо удерживать смазочный материал.

Диагностирование карданной передачи заключается в определении биения карданного вала, износа шарниров и шлицевых соединений. *Биение* карданного вала можно определить при помощи специального прибора. Для этого автомобиль устанавливают на осмотровую канаву. Подъемником вывешивают одно заднее колесо. Включают передачу и снимают с ручного тормоза (предварительно подставляют башмаки под передние колеса). Подкручивая внешнее колесо, определяют биение карданного вала, которое равно разности максимальных и минимальных показателей индикатора. Допустимое значение биения для грузовых автомобилей не более 0,9 мм, для легковых – не более 0,6 мм.

*Износы в шарнирах и шлицевых соединениях* определяют визуально по их относительному смещению во время покачивания вручную. При резком повороте вала в обе стороны не должно быть стука и ощутимого люфта.

Особое внимание при обслуживании карданной передачи уделяют *проверке и подтяжке крепежных соединений*. Момент затяжки каждого болта должен быть 80...200 Н·м.

Большое влияние на ресурс карданных шарниров и подшипников ведущего вала главной передачи оказывает балансировка карданного вала. Поэтому, чтобы сохранить заводскую балансировку карданной передачи после разборки, ее необходимо собирать по установленным стрелкам.

*Основные неисправности коробок перемены передач.*

Неисправности коробок передач и раздаточных коробок характеризуются следующими признаками: повышенные шумы при работе и переключении, самовыключение передач, чрезмерный нагрев коробок, вибрация, снижение КПД и др.

*Повышенные шумы* при работе возникают в результате износа зубьев шестерен или подшипников, большого продолжительного перемещения валов, недостаточного количества масла в картере или слишком жидкого масла, ослабления крепления коробки с двигателем, износа шлицев на шестернях и валах. Шум шестерен при переключении передач возникает из-за неполного выключения сцепления, неисправности синхронизаторов, отсутствия смазки в картере.

*Самовыключение передач* на ходу происходит вследствие износа зубьев, ослабления или поломки пружин фиксаторов, разработки выточек на ползунах переключения, сгибания вилок переключения, неправильной

регулировки механизма привода управления коробками. Затруднено включение передач в случаях применения густого масла, загрязнения направляющих ползунов, погнутости ползунов и валов, заедания рычагов переключения и фиксаторов, изгиба вилок переключения.

*Чрезмерный нагрев* коробок передач может быть при малом уровне масла в картере, слишком жидком масле, тугой затяжке или разрушении подшипников, большом износе зубьев, шлицев, подшипников.

При перечисленных неисправностях возможны *вибрация* и *снижение КПД* коробок.

Агрегаты трансмиссии диагностируют по параметрам вибрации, по тепловому состоянию, с помощью оптических приборов – эндоскопов, по содержанию кремния в картерном масле и др.

Для диагностики *по параметрам вибрации* используют методы виброакустического диагностирования, аналогичные применяемым для двигателей. При упрощенном виброакустическом диагностировании пьезодатчик монтируют в щупе (а не на агрегате), что обеспечивает легкий доступ к различным участкам агрегатов трансмиссии.

По *тепловому состоянию* редуктор трансмиссии диагностируют специальными приборами. Нагружая автомобиль, установленный на силовом стенде, измеряют температуру проверяемого агрегата и, сравнивая с нормативной, делают выводы о техническом состоянии. Большим недостатком этого метода является то, что интенсивность нагрева не указывает на определенный дефект.

Иногда техническое состояние агрегатов трансмиссии оценивают при помощи *оптических приборов* – эндоскопов, позволяющих проверить детали, доступные для осмотра (зубья, сепараторы подшипников, крепежные соединения и др.). Полученная информация недостаточна для оценки работоспособности сопряжения, так как диагностирование проводится в статическом состоянии.

*Основные неисправности ведущих мостов.*

При появлении постоянного шума в картере ведущего моста необходимо после остановки незамедлительно проверить на ощупь температуру нагрева картера, которая не должна превышать 50-60 °С (это соответствует температуре масла в картере 70-75 °С). Если температура выше, надо проверить уровень и качество масла в картере моста. При выявлении течи масла через сальники и прокладки подтянуть крепления, очистить и продуть сапун и заменить, если это требуется, элементы уплотнения. Перегрев картера может произойти при работе нового заднего моста, недостаточном уровне масла в редукторах, больших нагрузках, высокой температуре окружающей среды, по причине тугой затяжки подшипников, отсутствия требуемых зазоров в зацеплении конических шестерен, нарушения зацепления зубьев конических шестерен и появления отдельных дефектов (износ, заедание, задиры и т.д.) и загрязнения трущихся

поверхностей деталей. Сильные удары и стуки при работе трансмиссии возникают вследствие поломки или износа зубьев шестерен, повреждений подшипников ведущих шестерен. В колесных редукторах шумы могут возникать вследствие образования забоин и выкрашивания зубьев шестерен, недостаточного уровня и низкого качества масла.

Заедание в переднем ведущем мосту происходит вследствие износа деталей шарниров равных угловых скоростей. При поломке полуосей или срезе шпилек крепления полуосей к ступицам колес шум отсутствует, карданная передача вращается, но автомобиль не трогается с места.

*Основные неисправности автоматической коробки передач. Диагностирование автоматической АКПП.*

Наиболее распространенными неисправностями АКПП в эксплуатации чаще всего являются посторонний шум и вибрация (28-30%), проскальзывание или пробуксовка (20–23%), способные затруднить трогание автомобиля с места, несоответствие передач режимам работы двигателя (32-35%), приводящее к запаздыванию и "вялому" переключению передач, рывкам, "вялому" разгону в режиме пониженной передачи (включение кнопки "kick-down" – "кик-даун"), заклинивание и постоянная работа на одной из передач (8-10%), отсутствие передачи заднего хода (2-3%), нарушения в работе селектора переключения передач, в световой (иногда и в звуковой) системе информации и индексации о режиме работы автоматической трансмиссии (3–4%), подтекание масла (4-6%).

Причинами невключения какой-либо передачи АКПП являются выход из строя электромагнитов (соленоидов), заклинивание главного гидроклапана – золотника, неисправности в работе гидравлических клапанов, разрегулировка системы автоматического управления переключения передач. Рывки при переключении передач, как правило, возникают при разрегулировке переключателя золотников периферийных клапанов или ослаблении крепления центробежного регулятора и тормоза главного золотника. Несоответствие моментов переключения передач скорости движения и степени открытия дроссельной заслонки возникает при разрегулировке системы автоматического переключения передач и понижении давления масла в главной магистрали из-за износа деталей масляных насосов или чрезмерных внутренних утечек масла.

При техническом обслуживании АКПП проводится общий контроль технического состояния, проверка уровня и давления масла, его замена через 45-60 тыс. км пробега в зависимости от модели АКПП. При замене масла для слива его остатков следует отсоединить магистраль, идущую к масляному радиатору.

При общем контроле технического состояния коробки используют переносные приборы, позволяющие определять частоту вращения коленчатого вала двигателя и ведомого вала коробки передач. Для выявления

отказов и неисправностей дополнительно используются автотестер, подключаемый поочередно к соленоидам гидроклапанов.

Для проверки работоспособности АКПП наиболее распространены следующие диагностические методы: контроль давления масла, стендовые испытания, диагностирование по кодам неисправностей (для АКПП с электронным блоком управления).

Проверку давления масла в магистралях АКПП проводят контрольным масляным манометром, который поочередно (через специальный переходник) подсоединяют к отверстиям в корпусе гидроклапанов на входе и выходе масляной магистрали. Сравнивая величины давления с рекомендуемыми значениями, делают заключение о техническом состоянии АКПП.

Стендовое диагностирование АКПП проводится посредством тестовых испытаний автомобиля на динамометрическом стенде с заданием необходимых скоростных и нагрузочных режимов – разгона, торможения, установившегося движения на каждой передаче. В перспективе планируется создание специализированных динамометрических стендов с автоматической программой испытаний АКПП.

*Основные неисправности подвесок автомобилей.*

Неисправности элементов подвески автомобилей:

- состояние пружин или рессор и элементов крепления не соответствует техническим требованиям – снижение упругости или поломка (в первую очередь коренных) листов рессор, ослабление крепления листов или самих рессор, износ или разрушение элементов крепления рессор (стяжных хомутов, стремянок, пальцев и втулок срез, опорных подушек), изнашивание междулистовых прокладок или коррозия листов рессор, сопровождающаяся потерей эластичности рессор;

- неудовлетворительная работа амортизаторов – происходит при негерметичности (в результате ослабления затяжки гайки резервуара или изнашивании сальника) и вытекании жидкости или загрязнении ее, при забоинах ударного происхождения на корпусе резервуара или при наличии рисок и задиров на штоке, при поломке или износе поршневого кольца, надирах на поршне, при неплотном перекрытии перепускного клапана или клапана сжатия (или чрезмерная осадка его пружины), при ослаблении крепления самого амортизатора или изнашивании пальцев металлических и резиновых втулок;

- несоответствие техническим требованиям состояния элементов независимой подвески передних мостов легковых автомобилей – погнутость, скручивание, поломка верхних или нижних рычагов и стоек, ослабление их крепления, износ оси верхних рычагов, резьбовых соединительных пальцев и втулок, повреждение защитных колец; в некоторых моделях, с бесшкворневой независимой подвеской – износ пальцев и вкладышей верхних шаровых шарниров или нижних шаровых

опор, приводящий к повышенному люфту и биению колес (иногда к полному разрушению шарниров и "завалу" колеса со ступицей);

- несоответствие техническим требованиям дополнительных элементов подвески – погнутость или скручивание реактивных штанг, ослабление их крепления или повышенный износ пальцев и вкладышей шарниров (что может привести к перекосу ведущих мостов и повышенному износу протекторов сразу нескольких колес, может сопровождаться сильным гулом в главных передачах, при больших скоростях движения); у легковых автомобилей возможна потеря упругости или погнутость штанги стабилизатора поперечной устойчивости, ослабление ее крепления или сильный износ опорных резиновых втулок.

Неисправности колес:

- погнутость, вмятины, трещины дисков колес, разрушение сварки на штампованных дисках, неисправность замочных колец;

- разработка отверстий в дисках колес под болты крепления;

- разрушение резьбы на болтах и футорках крепления колес;

- нарушение балансировки колес – приводит к сильному биению колес, особенно передних, при больших скоростях движения;

- установка передних управляемых колес не соответствует условиям ТУ и нормативным значениям – неправильная установка схождения и углов развала колес (при деформации или повышенных износах элементов подвески, включая балки передних мостов, возможно отклонение от нормы поперечного и продольного наклона шкворня);

- нарушение регулировки рулевой трапеции и соотношения углов поворота колес;

- давление в шинах не соответствует нормативному (для конкретных условий эксплуатации) – пониженное давление в шинах приводит к разрушению корда, разрыву боковин, повышенному износу краев протектора, к быстрому выходу из строя камер; повышенное давление снижает комфортность езды, повышает динамическую нагрузку на элементы ходовой части, ускоряет износ средней части протектора;

- повышенный или неравномерный износ протектора, повреждения покрышек – глубина канавок протектора меньше допустимой, наличие "пятнистого" износа, различные повреждения покрышек, в т.ч. сквозные порезы, разрывы, вспучивание и т.д.

Все указанные неисправности значительно ухудшают устойчивость автомобиля на дороге, затрудняют управление им, резко увеличивают износ элементов ходовой части, появляется повышенный люфт в соединениях, увеличиваются динамические ударные нагрузки, приводящие к полному разрушению отдельных узлов и деталей, вплоть до срыва колес – при наличии отдельных вышеуказанных неисправностей, эксплуатация автомобиля **категорически запрещена**.

### *Основные неисправности рулевых управлений автомобилей*

**Люфт рулевого колеса превышает нормативный угол** – для старых моделей автомобилей  $25^\circ$ ; для более новых моделей  $10\text{--}15^\circ$ .

Причины:

- ослабление крепления рулевого колеса на шлицах рулевого вала;
- ослабление крепления рулевой колонки;
- ослабление крепления картера рулевого механизма;
- люфт в карданных шарнирах или шлицевых соединениях – у автомобилей с сочлененными (составными) рулевыми валами (ЗИЛ, КамАЗ и т.д.);
- люфт соединительной (безопасной) муфты – у автомобилей типа ГАЗ-3102, при износе отверстий в центральной резиновой шайбе, при ослаблении крепления соединительных фланцев и т.д.;
- люфт в зацеплении рабочей пары "червяк-ролик";
- люфт в конических подшипниках червяка;
- люфт рулевого винта – в автомобилях с НУ, при износе шариков и направляющих канавок винта и поршень-рейки;
- люфт в зацеплении рабочей пары "поршень-рейка" и зубчатый сектор вала сошки -у автомобилей с ГА;
- люфт в подшипниках или в зацеплении конических шестерен углового редуктора – у автомобилей КамАЗ;
- ослабление крепления сошки – на конических шлицах вала сошки;
- люфт в рулевых шарнирах;
- люфт маятникового рычага – у легковых автомобилей с независимой подвеской;
- люфт в шкворневых соединениях поворотных цапф колес;
- люфт в конических подшипниках ступиц передних колес.

Вышеперечисленные люфты рулевого управления возникают в основном при износах сопряженных деталей или при неправильной регулировке различных сопряжений.

*Заедание или затрудненный поворот рулевого колеса при движении автомобиля.*

Причины:

- установлен перетяг в зацеплении рабочей пары или в конических подшипниках червяка – при регулировке;
- погнутость рулевого вала, колонки или рулевых тяг;
- эллипсообразный износ рабочих головок шаровых пальцев и вкладышей рулевых шарниров – может привести к полному заклиниванию рулевого управления;
- заклинивание маятникового рычага – происходит при его погнутости, износе втулок;
- повышенная вязкость масла в рулевом механизме – обычно при низких температурах;

- отсутствие или затвердевание смазки в различных узлах – в рулевых шарнирах, в шкворневых соединениях;
- погнутость шкворня;
- заедание пары "поршня-рейки" в цилиндре картера у автомобилей с гидроусилителем – происходит при загрязнении канавок и заедании винта привода поршня, при поломке поршневого кольца;
- заедание золотника или реактивных плунжеров клапана управления;
- пониженный уровень масла в бачке насоса, наличие в системе воздуха или воды – приводит к сильному пенообразованию в бачке, а масло может полностью вытечь из системы;
- масляный насос не развивает необходимой подачи и достаточного давления в системе гидроусилителя происходит при пробуксовке приводного ремня, при зависании перепускного или заедании обратного клапана (в основном при загрязнении), при нарушении работы предохранительного клапана (при загрязнении, поломке пружины и т.д.).

*Полный отказ в работе рулевого управления.*

Причины:

- разъединение рулевых тяг – обычно бывает при самопроизвольном откручивании незашплинтованных гаек шаровых пальцев рулевых шарниров тяг;
- разрушение рулевых шарниров с разъединением рулевых тяг – при недопустимо большом люфте в рулевых шарнирах при износе пальцев и вкладышей, усугубляется возможностью ударных нагрузок на шарниры при наезде на различные препятствия, при ДТП и т.д.;
- заклинивание рабочей пары "червяк-ролик" – при большом люфте в конических подшипниках червяка (приводящего к осевому люфту червяка и рулевого вала), при сильном люфте в зацеплении самой рабочей пары -при повороте рулевого колеса в любое крайнее положение зуб ролика может попасть на торцовую кромку рабочей части червяка (особенно при возврате рулевого колеса в исходное положение).

По техническим условиям рулевое управление должно обеспечивать надежную управляемость автомобилем во всех режимах и условиях движения автомобиля по заданному направлению, при этом водитель не должен затрачивать большого усилия на управление, однако безотказная работа рулевого управления обеспечивается не только исправностью входящих в него элементов, существенное влияние оказывает техническое состояние и других узлов и параметров автомобиля – ухудшение устойчивости автомобиля может быть при нарушении нормального давления в шинах, углов развала и схождения колес, при нарушении балансировки колес и т.д.

*Основные неисправности несущей системы.*

**Неисправности несущей системы.** При эксплуатации заклепочные соединения элементов рамы могут ослабевать, сами элементы – деформиро-

ваться. Могут появиться трещины, возникнуть повреждения окраски, коррозия. Геометрическая форма рамы оказывает большое влияние на взаимное расположение агрегатов трансмиссии, переднего и заднего мостов, кузова.

В сцепном устройстве возможно увеличение осевого перемещения буксирного крюка, причиной которого является деформация (усадка) резинового (пружинного) упругого элемента или его разрушение. В процессе эксплуатации буксирный крюк изнашивается.

Уменьшение пути движения автомобиля по инерции (ухудшение наката), потеря легкости управления (автомобиль плохо сдержит дорогу) могут быть вызваны нарушением углов установки управляемых колес, износом или нарушением регулировки подшипников ступиц колес, деформацией дисков колес.

Удары при движении автомобиля, наклон кузова на одну сторону свидетельствуют о потере упругости рессор либо о поломке коренного листа рессоры. Возможна также неисправность амортизаторов.

Преждевременное изнашивание шин как управляемых, так и неуправляемых колес может происходить при пониженном или повышенном давлении воздуха в них, деформации дисков колес, разработке отверстий в дисках под шпильки крепления из-за плохой затяжки гаек, нарушении балансировки колес или регулировки подшипников ступиц колес, неисправности амортизаторов, потере упругости рессорами.

В последнем случае изнашивание покрышек усиливается из-за их трения о кузов. Другими дефектами шин могут быть проколы, расслоение и разрыв каркаса.

Преждевременное изнашивание шин неуправляемых колес может также происходить при перекосе ведущего моста относительно рессор из-за ослабления затяжки гаек стремянок. Перекос ведущего моста вызывает увод ведущих колес при прямолинейном движении. В этом случае для сохранения прямолинейности движения приходится поворачивать на некоторый угол передние колеса, что ускоряет изнашивание шин, ухудшает устойчивость и управляемость автомобиля.

Причинами ускоренного изнашивания шин управляемых колес, помимо ранее названных, общих для всех колес, могут являться нарушение углов установки управляемых колес, а также неисправности рулевого управления: люфт в шарнирах рулевых тяг или в рулевом механизме, ослабление крепления сошки на валу или рулевого механизма к раме.

Повышенный шум несущей системы может быть вызван неисправностями амортизаторов, ослаблением крепления и износом деталей.

*Способы устранения неисправностей несущей системы.*

**Способы устранения неисправностей несущей системы.** При ослаблении заклепочных соединений рамы, при трещинах и деформациях ее элементов раму необходимо ремонтировать. Коррозию удаляют, зачищая

пораженные места, и обрабатывают их преобразователем коррозии. Места с поврежденной окраской подкрашивают.

Чтобы устранить осевое перемещение буксирного крюка, между опорными шайбами и упругим элементом устанавливают дополнительную прокладку. Гайка буксирного крюка должна быть навинчена только до упора в опорную шайбу, но не затянута. После этого гайку поворачивают в обратную сторону до совмещения одной из прорезей на ней с отверстием на крюке и шплинтуют. При этом осевое перемещение буксирного крюка не должно превышать 0,5 мм. Потерявший упругость или изношенный упругий резиновый элемент, а также буксирный крюк, изношенный более чем на 5 мм, заменяют.

При нарушении углов установки управляемых колес их схождение регулируют. Для этого ослабляют стяжные болты наконечников поперечной рулевой тяги и трубным ключом вращают тягу: для увеличения схождения вперед, а для уменьшения назад. Закончив регулирование, гайки стяжных болтов наконечников тяги заворачивают до отказа. Наклон шкворней и развал колес грузовых автомобилей не регулируют, а восстанавливают, заменяя изношенные детали шкворневого соединения. При необходимости правят балку передней оси.

Для регулирования подшипников ступиц управляемых колес колеса вывешивают. Сняв крышку подшипника и отвернув контргайку, ослабляют затяжку гайки, отвернув ее на  $1/4 \dots 1/2$  оборота. Проверяют легкость вращения колеса. При тугом вращении устанавливают и устраняют его причину: заедание тормозных колодок за барабан, заедание сальников или разрушение подшипников. Затем плавно затягивают гайку до тугого вращения колеса (начала торможения ступицы подшипниками). Затягивая гайку, одновременно поворачивают колесо, чтобы ролики разместились в подшипниках правильно. Затем отпускают гайку на  $1/8 \dots 1/4$  оборота до совпадения штифта с ближайшим отверстием в замочной шайбе. Затянув контргайку, и отогнув стопорную шайбу на ее грань, проверяют легкость вращения колеса.

Для регулирования подшипников ступиц задние колеса вывешивают и отсоединяют полуось от ступицы. Дальнейшие действия аналогичны рассмотренным выше. Регулировочная гайка фиксируется контргайкой и стопорным кольцом.

Поврежденные листы рессор, резиновые втулки и буфера заменяют. Листы рессор, потерявшие упругость, направляют в ремонт. Гайки стремянок крепления ушков рессор подтягивают до сжатия пружинных шайб. Дальнейшая затяжка гаек не рекомендуется. При износе накладку скользящего конца коренного листа снимают и продолжают эксплуатировать автомобиль без нее. При износе сухаря в зоне контакта с накладкой более чем на половину толщины стенки его переставляют так, чтобы он опирался на накладку неизношенной частью.

### *Способы устранения неисправностей рулевого управления.*

Способы устранения неисправностей рулевого управления. При увеличении зазоров в шарнирах продольных тяг их регулируют, затягивая резьбовые пробки до упора, после чего их отпускают до первого возможного положения для шплинтовки, но не более чем на 1/4 оборота, и шплинтуют. При увеличении зазоров в шарнирах поперечных тяг их не регулируют, а заменяют изношенные детали (пальцы, вкладыши, пружины).

Для регулирования осевого зазора в подшипниках червяка (ГАЗ-53-12) рулевой механизм снимают с автомобиля и сливают масло из его картера. Затем снимают нижнюю крышку картера рулевого механизма и удаляют одну тонкую прокладку. Установив крышку на место, проверяют наличие осевого зазора в подшипниках червяка. Если он не устранен, то заменяют толстую прокладку на ранее снятую тонкую. Суммарную толщину прокладок уменьшают до тех пор, пока осевой зазор не будет выбран.

Зацепление червяка с роликом регулируют, ввертывая специальным ключом регулировочный винт на несколько вырезов в стопорной шайбе.

При наличии осевого перемещения рулевого колеса автомобилей ЗИЛ рулевой вал отсоединяют от карданного вала и отгибают кромку стопорной шайбы так, чтобы она вышла из паза регулировочной гайки. Регулировочную гайку затягивают до достижения момента вращения вала рулевого управления, равного 30...80 Нм. Момент вращения замеряют динамометром. Недопустима чрезмерная затяжка гайки с последующим ее отвертыванием, так как это может вызвать повреждение подшипников.

Зацепление поршня с зубчатым сектором регулируют винтом, предварительно ослабив контргайку. При вращении регулировочного винта вправо усилие на ободу рулевого колеса увеличивается, при вращении влево – уменьшается.

При увеличении зазоров в шарнирах или шлицах карданный вал заменяют или ремонтируют.

При попадании воздуха в гидросистему проверяют затяжку всех соединений, снимают и промывают в бензине фильтры насоса гидроусилителя. При значительном засорении фильтров смолистыми отложениями их дополнительно промывают растворителем. Проверяют состояние прокладки под коллектором и затяжку болтов крепления коллектора. Загрязненное масло заменяют.

Неисправный насос гидроусилителя снимают с автомобиля и сдают в ремонт. При отказе гидроусилителя в пути из-за повреждения насоса, разрушения шланга или ремня привода насоса, либо при буксировке автомобиля с неработающим двигателем допускается кратковременное пользование рулевым механизмом до возвращения на базу. Если произошел разрыв шлангов насоса гидроусилителя, следует соединить нагнетательное отверстие насоса с патрубком на его бачке, а нагнетательное и возвратное отверстия гидроусилителя закрыть деревянными пробками или защитить от

попадания грязи другими способами. В бачок насоса долить масло. При отсутствии масла для гидроусилителя допускается заливка масла для двигателя, но в этом случае по возвращении на базу масло необходимо заменить. При движении следует выдерживать возможно малую частоту вращения коленчатого вала и следить за температурой масла в бачке насоса гидроусилителя. При чрезмерном нагреве масла следует сделать остановку и дать маслу остыть.

#### Вопрос 4. Тормозные системы. Технология их обслуживания

*Изменение технического состояния тормозных систем в эксплуатации.*

Тормозная система не обеспечивает нормальное эффективное торможение – сопровождается увеличением тормозного пути.

Причины:

- износ фрикционных накладок колодок;
- замасливание накладок колодок – происходит при подтекании тормозной жидкости из колесных тормозных цилиндров или попадании смазки из ступиц колес (при повреждении сальников, сильном перегреве ступиц);
- износ тормозных барабанов, тормозных дисков – при одновременном износе накладок колодок и значительном увеличении зазора между ними и барабаном увеличивается время начала срабатывания тормозов, ввиду увеличения свободного хода педали тормоза;
- попадание воздуха в гидросистему – при нажатии на педаль воздух в системе сравнительно легко сжимается, а давление тормозной жидкости, в т.ч. в колесных тормозных цилиндрах уменьшается (попадание воздуха в гидросистему возможно через неплотности в соединениях и через колесные тормозные цилиндры, при износах поршеньков с манжетами) – признаком служит "мягкая" педаль, в некоторых случаях она "пружинит";
- неисправная работа гидровакуумного усилителя – обычно ввиду повреждения диафрагмы, при негерметичности или заедании клапанов управления, при разбухании манжеты поршня цилиндра.

Тормозная система не обеспечивает равномерности торможения колес (при одинаковом износе протекторов и давлении в шинах) – что повышает возможность заноса автомобиля на дороге.

Причины:

- неодинаковая эффективность действия различных колесных тормозных механизмов – ввиду различной степени износа накладок, барабанов или замасливание накладок колодок у отдельного колеса;
- неравномерное действие тормозных механизмов колес одной оси (вызывает увод автомобиля в сторону) происходит из-за некачественной регулировки тормозных механизмов этих колес;
- последовательность и интервал начала срабатывания тормозов передних и задних колес не соответствуют техническим условиям –

происходит при неправильной регулировке или неисправности регулятора давления (в основном у легковых автомобилей).

В случае опережающего торможения задних колес – возможен занос автомобиля, значительное опережение торможения передних колес может привести к потере управляемости автомобиля.

*Полный отказ в работе тормозной системы.*

Причины:

- отсутствие тормозной жидкости в бачке главного тормозного цилиндра (т.е. полное вытекание ее при негерметичности системы);
- попадание в гидросистему большого количества воздуха – педаль тормоза "проваливается" (тормоза могут сработать после нескольких резких нажатий на педаль);
- педаль тормоза неуправляема (остается неподвижной, даже при сильном нажатии на нее) – в некоторых моделях автомобилей, при сильном перегреве металлических деталей колеса (от диска колеса до колесного тормозного цилиндра, что вызывает резкое увеличение объема тормозной жидкости и вся тормозная система блокируется) – сильный перегрев может быть вызван нерастормаживанием колеса, перенатягом конических подшипников ступиц и т.д.

*Нерастормаживание колес* – при полном отпускании педали.

Причины:

- разбухание резиновых манжет поршней главного цилиндра или колесных тормозных цилиндров приводит к заеданию поршней цилиндров и колодки не могут вернуться в исходное положение после торможения (разбухание манжет происходит в основном из-за использования тормозной жидкости нерекомендованной по ТУ для данной модели автомобиля);
- коррозия или налет солевых отложений на рабочей поверхности колесных тормозных цилиндров приводит к заеданию поршней цилиндров (происходит в основном при попадании в цилиндры солевых растворов с дороги при зимней эксплуатации в городах);
- эллипсообразный износ тормозных барабанов – приводит к заеданию тормозных колодок после торможения (этому способствует также установка слишком малых зазоров между колодками и барабанами при регулировке);
- обрыв стяжных пружин колодок;
- заедание тормозных колодок на опорных пальцах – происходит при коррозии пальцев или отложении на них солевого налета;
- засорение воздушного отверстия в пробке бачка главного цилиндра – происходит при повышенном уровне тормозной жидкости в бачке (при этом могут не гаснуть лампочки стоп-сигналов при не нажатой педали);
- засорение компенсационного отверстия в главном цилиндре;
- отсутствует или слишком мал технологический свободный ход педали тормоза – он образуется за счет зазора (в соответствии с требованиями ТУ), устанавливаемого между штоком и поршнем главного

тормозного цилиндра, это предусмотрено в целях создания дополнительного свободного пространства в цилиндре (при отходе поршня назад за счет зазора), при увеличении объема тормозной жидкости от нагрева и для быстрого *растормаживания колес при отпуске педали тормоза*.

*Снижение эффективности действия тормозов* – при этом увеличивается тормозной путь и время срабатывания тормозов.

Причины:

- повышенный износ или замасливание фрикционных накладок;
- повышенный износ тормозных барабанов – сопровождается появлением эллипсности и многочисленных рисок и задиров рабочей поверхности;
- увеличение зазора между накладками колодок и тормозными барабанами;
- пониженное давление воздуха в системе пневмопривода тормозов – происходит при утечке воздуха в местах негерметичности, при ослаблении натяжения приводного ремня, при повышенном износе цилиндро-поршневой группы компрессора и выходе из строя клапанной системы разгрузочного устройства или регулятора давления (в т.ч. неправильная регулировка его);
- неисправная работа тормозного крана – происходит при неправильной регулировке или повышенном износе деталей и нарушении работы клапанных механизмов;
- повышенный свободный ход педали тормозов.

*Неравномерное действие тормозов*.

Причины:

- наличие вышеуказанных неисправностей (по пунктам 1-3) в отдельных колесах;
- отсоединение штока тормозной камеры от тормозного рычага колесного механизма или выход из строя самой тормозной камеры.

*Полный отказ тормозов* – при нормальном давлении воздуха в системе пневмопривода.

Причины:

- замерзание неслитого вовремя конденсата из ресиверов при низкой температуре и образование ледяных пробок в магистральных трубопроводах или заклинивание тормозного крана, в случае примерзания клапанов к седлам и т.д.

*Нерастормаживание колес автомобиля* – при полностью отпущенной педали тормоза.

Причины:

- прорыв сжатого воздуха в тормозные камеры при негерметичности клапанов тормозного крана. В отдельных колесах нерастормаживание возможно при обрыве стяжных пружин колодок, при заедании разжимного

кулака, эллипсообразном износе барабанов, а в зимнее время – прихватывание (примерзание) отсыревших накладок колодок к тормозным барабанам после длительных стоянок, возможен также срыв отдельных элементов накладок, приводящий к заклиниванию колеса.

*Тормозная система автомобиля ЗИЛ-4331.*

Тормоза автомобиля ЗИЛ-4331 с пневматическим приводом обладают повышенной надежностью работы при различных режимах эксплуатации, в любых погодных условиях, благодаря конструкции отвечающей современным требованиям автомобилестроения на международном уровне (аналогичной комбинированной системой тормозов оснащены автомобили семейства КамАЗ). Система включает в себя: регулятор давления нового типа, в котором клапан разгрузочного устройства компрессора является одновременно предохранительным (при аварийном повышении давления в магистрали); предохранитель от замерзания и, насыщая воздух парами спирта образует конденсат с низкой температурой замерзания; тройной защитный клапан), позволяет сохранить давление в трех контурах, при его снижении в подводящей магистрали и при выходе из строя одного из контуров – обеспечивает работу в двух остальных; двойной защитный клапан и разделяет воздушную магистраль от компрессора на два самостоятельных контура, автоматически отключая поврежденный контур.

Комбинированная тормозная система состоит из следующих автономных тормозов:

- рабочая тормозная система – для обычного и экстренного торможения или полной остановки автомобиля, состоит из двух независимых контуров, благодаря наличию двухсекционного тормозного крана и – передняя секция крана подводит сжатый воздух в тормозные камеры и передних колес, задняя секция – в тормозные камеры задних колес, эти камеры снабжены пружинными энергоаккумуляторами. стояночная и запасная тормозные системы – имеют отдельный контур. Стояночная система служит для приведения колесных тормозных механизмов в заторможенное состояние во время стоянок – рукоятку крана стояночной тормозной системы и необходимо вытянуть и повернуть назад до упора, при частичном повороте, включается запасная тормозная система, обеспечивая следящее действие и срабатывающая при выходе из строя рабочего тормоза (ее используют также для плавного снижения скорости автомобиля). Ускорительный клапан и, входящий в данную систему, служит для сокращения времени срабатывания пружины энергоаккумуляторов тормозных камер задних колес;

- вспомогательная тормозная система – это моторный тормоз-замедлитель, служит для уменьшения нагруженности и температуры тормозных механизмов рабочего тормоза. Включается нажатием кнопочного тормозного крана и, при этом с помощью пневматических цилиндров перекрываются выпускные трубопроводы двигателя и выключается подача топлива;

•система аварийного растормаживания – входит кран аварийного растормаживания стояночной тормозной системы и клапан быстрого оттормаживани пружин энергоаккумулятора, при их автоматическом срабатывании, в случае утечки воздуха. Для управления тормозными системами прицепов имеются клапаны управления.

Наличие нескольких автономных систем в тормозах ЗИЛ-4331 и автомобилей семейства КамАЗ, с дополнительными узлами и элементами и многочисленными соединениями в системе пневмопривода, могут вызвать со временем дополнительную утечку сжатого воздуха в местах негерметичности различных соединений, а постепенный износ деталей и появление всевозможных дефектов (например, износ уплотнительных или упорных колец и поршней, износ втулок со штоками, износ или загрязнение клапанов и седел, ослабление пружин различного назначения, повреждение мембран, обойм, резьбовых крепежных соединений и т.д.) могут привести к заеданиям или заклиниванию механизмов узлов, к внутренней негерметичности в системе пневмопривода, прорыву сжатого воздуха, что вызовет снижение эффективности действия тормозов.

*Способы выявления неисправностей тормозных систем.*

Способы выявления неисправностей тормозных систем. Общее техническое состояние тормозной системы автомобиля оценивают по тормозному пути, замедлению автомобиля при торможении, тормозному усилию на каждом колесе. При дорожных испытаниях объективная оценка этих параметров затруднена, поэтому наиболее эффективной является проверка состояния тормозных систем на силовых роликовых стендах.

Свободный ход педали тормоза определяют при помощи линейки, опирающейся торцом в пол кабины рядом с педалью. Определив, против какого деления линейки находится педаль в отпущенном состоянии, нажимают на нее до появления ощутимого сопротивления перемещению и фиксируют, какому делению линейки соответствует это положение педали. Разность замеров в первом и втором положении дает свободный ход педали, который имеет следующие значения:

Автомобили

	ГАЗ-53-12	ЗИЛ-431410	ЗИЛ-4331
Свободный ход педали тормоза, мм		8...14	10...25

Полностью нажатая педаль тормоза не должна доходить до пола кабины на 10.. 30 мм.

Состояние накладок тормозных колодок проверяют по расстоянию от поверхности накладки до головки заклепки, которое должно быть не менее 0,5 мм.

Герметичность соединений гидравлического привода тормозов проверяют осмотром. Перед проверкой следует 3...4 раза резко нажать на педаль тормоза. В соединениях не должно быть подтекания тормозной жидкости.

Уровень тормозной жидкости в главном тормозном цилиндре должен быть на 15...20 мм ниже верхней кромки наливного отверстия.

Перед проверкой действия гидровакуумного усилителя тормозов 3...4 раза нажимают на педаль тормоза при неработающем двигателе для устранения разрежения в системе усилителя. Нажав на педаль тормоза с усилием 300...500 Н, пускают двигатель. Если система усилителя исправна, то будет ощущаться перемещение педали к полу и одновременно слышно шипение воздуха, проходящего через воздушный фильтр усилителя, расположенный в кабине. Не отпуская тормозную педаль автомобиля, двигатель останавливают.

Если усилитель и его система исправны, то педаль не будет перемещаться в течение 1...2 мин. Обратное перемещение педали указывает на неплотности в соединениях вакуумного трубопровода или в запорном клапане усилителя.

При проверке состояния и герметичности трубопроводов, шлангов и приборов пневматического привода тормозов необходимо следить за тем, чтобы трубопроводы и шланги не имели трещин, трубопроводы не были погнутыми, а шланги – скрученными. Негерметичность обнаруживают по падению давления воздуха в системе после остановки двигателя, а места утечек устанавливают на слух (при сильных утечках) или по пузырькам воздуха, выходящим через мыльную эмульсию, нанесенную кисточкой на предполагаемое место утечки.

Пустив двигатель, дают ему поработать на холостом ходу до тех пор, пока давление в воздушных баллонах, измеряемое по показаниям верхней шкалы манометра на щитке приборов, не достигнет 0,73...0,77 МПа. Остановив двигатель, наблюдают за стрелкой манометра при свободном положении педали тормоза. Если падение давления в течение 30 мин не превышает 0,05 МПа, то участок компрессор – воздушные баллоны – тормозной кран герметичен. В противном случае следует искать места негерметичности на этом участке.

Для проверки герметичности всей тормозной системы резко нажимают на педаль тормоза до отказа и, удерживая ее, наблюдают за показаниями манометра на щитке приборов. Если система герметична, давление вначале несколько снизится, а затем станет постоянным и равным давлению в тормозных камерах, которое показывает нижняя шкала манометра. Давление не должно снижаться, пока педаль тормоза нажата. Падение давления указывает на утечку воздуха, места которой следует искать в соединениях и приборах всей тормозной системы.

Для проверки герметичности тормозных камер передних колес при нажатой педали тормоза наносят мыльную эмульсию на стяжной хомут, дренажные отверстия в корпусе и место присоединения шланга к камере. Тормозные камеры задних колес с пружинными энергоаккумуляторами проверяют на герметичность при наличии сжатого воздуха в контурах

приводов стояночной и рабочей тормозных систем. Пружинные аккумуляторы проверяют при выключенной стояночной тормозной системе, так как при этом они наполняются сжатым воздухом. Утечка воздуха через дренажное отверстие или из-под винта устройства для механического растормаживания свидетельствует о разбухании манжеты поршня энергоаккумулятора, утечка через входной штуцер тормозной камеры – о повреждении уплотнительного кольца толкателя, а утечка через отверстия в корпусе камеры – о повреждении мембраны.

Утечки воздуха из компрессора возможны при износе клапанов, а из регулятора давления – при износе или загрязнении клапанов, ослаблении пружин, повреждении уплотнительных колец седел клапанов. При засорении фильтра регулятора давления воздух перестает поступать в пневмосистему.

Если нарушена работа защитных клапанов или при проверке на герметичность воздух проходит в атмосферные отверстия пробок и выходит из-под чехлов, защитные клапаны подлежат замене на исправные.

Герметичность тормозного крана проверяют в двух положениях: затормаживания и растормаживания. Утечка воздуха через атмосферный вывод в положении растормаживания свидетельствует о негерметичности впускного клапана одной из секций, а в положении затормаживания – выпускного клапана.

*Техническое обслуживание тормозной системы  
(на примере переднеприводных автомобилей)*

**После первых 2000 км, а затем через каждые 15000 км пробега** проверить:

- герметичность системы, состояние шлангов и трубок;
- уровень жидкости в бачке (при необходимости–долить);
- эффективность работы тормозных механизмов передних колес.

**Через каждые 15000 км пробега** проверить состояние колодок передних тормозных механизмов.

**После первых 2000 км, а затем через каждые 30 000 км пробега** проверить:

- работоспособность стояночного тормоза;
- свободный ход педали тормоза;
- эффективность работы тормозных механизмов задних колес;
- крепление всех деталей и узлов.

**Через каждые 30 000 км пробега** проверить:

- работоспособность регулятора давления задних тормозов;
- состояние колодок тормозных механизмов задних колес.

**Через каждые 45 000 км пробега** проверить работоспособность вакуумного усилителя.

**Через каждые 75 000 км пробега заменить жидкость в гидроприводе:**

**Проверка трубопроводов и соединений.** Для предупреждения внезапного отказа тормозной системы проверить состояние всех трубопроводов:

– металлические трубопроводы не должны иметь забоин, царапин, натиров, активных очагов коррозии и не должны быть расположены вблизи острых кромок, которые могут их повредить;

– тормозные шланги не должны иметь видимых трещин на наружной оболочке и следов перетирания; на них не должны попадать минеральные масла и смазки, растворяющие резину;

– сильным нажатием на педаль тормоза проверить, не появятся ли на шлангах вздутия, свидетельствующие о их непригодности;

– все скобы крепления трубопроводов должны быть целы и хорошо затянуты; ослабление крепления или разрушение скоб приводит к вибрации трубопроводов, могущих вызвать их поломку;

– не допускается утечка жидкости из соединений главного цилиндра с бачком и из штуцера; при необходимости заменить втулки бачка и затянуть гайки, не подвергая трубопроводы скручиванию. Обнаруженные неисправности устранить, заменяя поврежденные детали новыми. Гибкие шланги, независимо от их состояния, заменить новыми после 125000 км пробега или после пяти лет эксплуатации автомобиля, чтобы предупредить внезапные разрывы шлангов вследствие их старения.

Уровень тормозной жидкости в бачке проверяют визуально по меткам, нанесенным на корпус бачка. При снятой крышке и новых накладках колодок тормозных механизмов уровень жидкости должен быть по метку «Макс». Если гидропривод тормозов исправен, понижение уровня жидкости в бачке связано с износом накладок колодок тормозных механизмов. Понижение уровня жидкости до метки «Мин» косвенно свидетельствует об их предельном износе. В этом случае необходимо вести непосредственный контроль за состоянием колодок, а доливать жидкость в бачок не следует, так как при установке новых колодок уровень жидкости в бачке поднимется до нормального.

**Проверка состояния и замена колодок тормозного механизма переднего колеса.** Установить автомобиль на ровной горизонтальной площадке, затормозить его стояночным тормозом и снять колесо. Через окно проверить визуально состояние колодок. Если толщина накладок уменьшилась до 1,5 мм, заменить колодки на новые одновременно на обоих тормозных механизмах. Для этого отогнуть угол стопорной шайбы с грани нижнего болта, отвернуть его, придерживая ключом за грани направляющий палец. Затем повернуть суппорт сборе с цилиндром, относительно другого пальца, вынуть тормозную колодку со стороны поршня и опустить суппорт в рабочее положение. Осторожно, чтобы не повредить пылезащитный колпачок и не допустить выплескивания тормозной жидкости из бачка,

переместить через окно поршень как можно дальше внутрь цилиндра, отталкиваясь отверткой от поверхности тормозного диска. Подняв суппорт, заменить наружную колодку новой и опустить суппорт в рабочее положение. Еще раз переместить поршень внутрь цилиндра и, подняв суппорт, заменить внутреннюю колодку. Опустив суппорт, завернуть и законтрить болт. (Резьба этого болта имеет покрытие, предотвращающее самоотворачивание направляющего пальца.)

Если в процессе эксплуатации автомобиля в бачок доливалась тормозная жидкость, то перед утапливанием поршня необходимо выбрать часть тормозной жидкости из бачка, чтобы не допустить ее выливания из горловины бачка.

При замене колодок проверить состояние и посадку в гнездах защитных колпачков поршней и чехлов направляющих пальцев. При необходимости заменить их или обеспечить правильную посадку в гнездах.

**Регулировка стояночного тормоза.** Если стояночный тормоз не удерживает автомобиль на уклоне 25% при перемещении рычага на 4–5 зубцов храпового устройства, отрегулировать его в следующем порядке:

- поднять рычаг стояночного тормоза на 1–2 зубца сектора;
- ослабить контргайку натяжного устройства и, завертывая регулировочную гайку, натянуть трос;
- проверить полный ход рычага стояночного тормоза, который должен быть 4–5 зубцов по сектору, затем затянуть контргайку.

Выполнив несколько торможений, проверить, не изменился ли ход рычага. При нижнем положении рычага колеса должны вращаться свободно, без прихватывания.

## Вопрос 5. Техническое обслуживание шин

*Монтажно-демонтажные работы* относятся к наиболее ответственным технологическим операциям. Неправильное их проведение может привести к травме исполнителя (разрыву шин под давлением, срыву запорного кольца), к снижению безопасности движения автомобиля. Места проведения этих работ должны быть оснащены инструкциями, технологическими картами, техническими условиями; персонал должен пройти специальный инструктаж.

Радиальное и осевое биение для новых дисков легковых автомобилей не должно превышать 1,2 мм, для ободьев грузовых автомобилей в зависимости от их типа и размера – 2,5 мм. На ободьях и элементах крепления не должно быть деформаций, повреждений, коррозии, особенно в местах контакта с шиной.

Камера при монтаже, особенно отремонтированные места, должна быть припудрена тальком. Этим предотвращается ее прилипание и образование складок в накачанном состоянии. Складки разрываются, что может

привести к мгновенной разгерметизации шины. Закраины обода и борта должны быть смазаны специальным гелем для равномерной посадки шины на обод, чтобы не возникали дополнительные биения и дисбаланс и сохранилась поверхность бортов – для бескамерных шин это особенно важно.

Чрезвычайно опасно исправлять положение бортовых и замочных колец, если шина находится под давлением. Демонтажно-монтажные работы следует механизировать.

При установке колеса на автомобиль следует

- контролировать состояние резьбовых соединений; восстанавливать смятую резьбу, так как момент усилия затяжки будет приходиться не на крепление колеса к ступице, а на преодоление сопротивления в самой резьбе;

- соблюдать очередность затяжки крепежных соединений и выдерживать значения момента усилия затяжки; нарушение этих условий приводит к осевому биению колеса.

*Балансировка колес.* Согласно ГОСТу новые шины могут иметь дисбаланс, но для грузовых шин статический дисбаланс не должен превышать значения, равного произведению 0,5-0,7% массы шины и ее радиуса, для легковых – 1000-2000 г·см (в зависимости от посадочного диаметра шины).

Для легковых шин, например на 13 дюймов, динамический дисбаланс должен устраняться грузиками массой не более 60 г на каждой из плоскостей балансировки.

В эксплуатации балансировка должна проводиться после монтажа шины, а также при ТО-2. После 10 тыс. км пробега для колеса легкового автомобиля может потребоваться изменение массы балансировочных грузиков по каждой плоскости на 30-50 г.

Необходимо проводить балансировку колес и у грузовых автомобилей, и у автобусов. Наряду с повышенным износом протектора быстро изнашиваются подшипники ступиц, детали рулевого привода. При отсутствии станков промышленного изготовления АТП могут самостоятельно изготовить несложные приспособления для статической балансировки.

Ресурс шины – это ее наработка до предельно допустимого износа протектора или до возникновения какого-либо повреждения: оголения нитей корда, отрыва протектора, вздутия, пробоя, отрыва борта и т.д.

*Предельная остаточная высота рисунка протектора*, установленная для шин грузовых автомобилей, – 1 мм, для шин легковых автомобилей – 1,6 мм, для шин автобусов – 2 мм.

Согласно ГОСТ 25478 "шина считается непригодной к эксплуатации, если появился один индикатор при равномерном износе или два индикатора в каждом из двух сечений – при неравномерном износе беговой дорожки". В практической деятельности удобнее исходить из того, что эта площадь суммарного предельного износа протектора не должна превышать участка его беговой дорожки, равного по длине половине радиуса шины.

Согласно ГОСТ 4754 и ГОСТ 5513 для шин постоянного давления воздуха установлен гарантийный срок на предъявление рекламаций – 5 лет на любом пробеге до допустимого износа рисунка протектора.

Согласно ГОСТ 13298 для шин с регулируемым давлением (в зависимости от их размера) установлен гарантийный пробег 15-35 тыс. км и гарантийный срок на предъявление рекламации – 10–12 лет. Если шины вышли из строя по вине изготовителя на пробеге до 6-10 тыс. км, то они обмениваются безвозмездно. При пробеге, превышающем указанную величину, но не достигшем гарантийного, завод компенсирует разницу до гарантийной нормы.

Гарантийный срок для восстановленных шин в зависимости от класса их восстановления установлен равным 1,0-1,5 года.

По импортным шинам ответственность изготовителя действует на всем пробеге до достижения предельного износа рисунка протектора.

Эксплуатационная норма пробега определяет минимальный пробег шины по экономическим соображениям. Выполнение нормы не есть основание для снятия шины с эксплуатации, если ее техническое состояние соответствует "Правилам эксплуатации автомобильных шин".

Нормы пробега для конкретных типов и размеров шин могут быть установлены централизованно. При их отсутствии автоподразделение должно разработать свои внутренние временные нормы пробега.

Первым циклом эксплуатации шины считается период ее работы на новом (исходном) протекторе. Вторым (и последующим) циклом – работа шины на обновленном протекторе, наваренном на изношенную покрышку.

Шины легковых автомобилей в основном снимаются с эксплуатации из-за износа протектора.

На грузовых автомобилях и автобусах 60-70% шин (по отечественной статистике) снимается преждевременно из-за разрушения каркаса, что не позволяет использовать шины для наложения нового протектора. В большинстве случаев эти повреждения являются следствием неаккуратного вождения автомобиля, низкого давления воздуха в шинах, плохого состояния дорог. Примерно 30% шин снимается из-за повреждения боковин, 20% – из-за повреждения протектора. Остальные причины: отрыв борта (15%), расслоение каркаса и брекера (12%), износ до нитей корда (10%), брак заводов-изготовителей и пр.

У шин, снятых по износу протектора, также имеют место потери ресурса. Только примерно 25% шин имеет равномерный износ протектора, остальные различные виды неравномерного износа. При этом односторонний износ является доминирующим (более 40%). Внешним показателем правильной эксплуатации шины является равномерный износ протектора. Любые отклонения в работе шины вызывают дополнительные проскальзывания элементов протектора, его неравномерный износ.

Ухудшение *дорожного покрытия* сокращает ресурс шин – на 25% на гравийно-щебеночных дорогах, на 50% на каменистых разбитых дорогах.

*Температура* окружающего воздуха влияет на нагрев шины. Оптимальный температурный режим шины 70-75 °С. При нагреве до 100 °С износостойкость резины и прочность связи между резиной и кордом снижаются в 1,5-2 раза. Нагрев до 120 °С считается опасным, выше – критическим: при неправильной эксплуатации возможно возгорание шины.

При температуре -40 °С и ниже непрогретые шины из неморозостойкой резины при резком трогании с места и ударах могут растрескаться.

*Скорость движения* также влияет на темп износа. Так, при 140 км/ч он примерно в 2 раза выше, чем при 60 км/ч. А по мере увеличения силы тяги или тормозной силы темп износа возрастает в степенной зависимости.

*Нагрузка* на шину и ее ресурс также взаимосвязаны. Перегрузка шины на 10% снижает ресурс на 20% в основном из-за перегрева шины. Частично компенсировать это можно снижением скорости движения.

*Давление воздуха* является наиболее значимым техническим параметром эксплуатации шины. Основную нагрузку в шине (60-80%) несет воздух. Снижение давления вызывает большую нагруженность боковин и их деформацию. Увеличивается расход (до 15%) топлива, возрастают усталостные напряжения в каркасе, рвутся нити (особенно металлокорда), значительно повышается температура. У радиальных шин наблюдаются случаи кольцевого излома в зоне посадки шины на обод. Быстрее изнашивается протектор, в частности по краям беговой дорожки протектора (радиальные низкопрофильные шины такому виду износа подвержены в меньшей степени). На хороших дорогах эксплуатация шин в интервале допустимых для данной модели максимальных значений давления дает лучшие результаты по ресурсу шин, по расходу топлива. Но комфортабельность автомобиля при этом несколько снижается, из-за увеличения жесткости шины.

*Дисбаланс* (статический и динамический) бывает почти в каждой шине. Это последствия некоторых обычных отклонений при изготовлении шины, неправильного монтажа, неравномерного износа протектора при эксплуатации.

*Статический дисбаланс* – это неравномерное распределение массы шины (колеса) относительно оси вращения. При движении статический дисбаланс вызывает биение (колебание) колеса в вертикальной плоскости; возникает вибрация кузова, ослабевают крепежные и сварочные соединения.

*Динамический дисбаланс* – это неравномерное распределение массы шины (колеса) относительно ее центральной продольной плоскости качения. Биение колеса происходит в горизонтальной плоскости. На подшипники ступицы, на детали рулевого привода и механизма действует знакопеременная высокочастотная нагрузка, и они интенсивно изнашиваются. Характерным признаком такого дисбаланса является биение рулевого колеса.

Любой вид дисбаланса вызывает пятнистый износ протектора.

*Торцевое биение* ("восьмерка") возникает в результате деформации автомобильного колеса при его сильных боковых ударах. У легкового автомобиля при биении колеса в 4-5 мм темп износа в отдельных частях протектора возрастает на 15-25%. Для грузовых автомобилей и автобусов, имеющих бездисковые колеса, торцевое биение может возникнуть при неравномерной затяжке или нарушении последовательности затяжки гаек крепления.

#### *Восстановление шин.*

Шина является многократно восстанавливаемым изделием. При качественной эксплуатации и использовании современных ремонтных технологий на одну изношенную грузовую шину можно последовательно наложить (наварить) два-три новых протектора.

В настоящее время отечественный автотранспорт на восстановление протектора направляет не более 10% шин из числа поступающих в эксплуатацию. Большинство повреждений покрышки можно отремонтировать, но существующие технологии ремонта повреждений на практике осваиваются низкими темпами. При использовании даже наиболее доступных методов и способов ремонта повреждений и обслуживания шин затраты на них можно сократить, минимум, на 20%; по оптимистическим прогнозам – на 30-35%.

Восстановление изношенного протектора проводят по двум технологиям: горячей и холодной (термины условные, широко применяются на практике, иногда в технических публикациях).

Основные этапы ремонта следующие.

*Контроль* (визуальный на стадии приемки) направлен на выбраковку шин с дефектами, ремонт которых нецелесообразен. Существуют отраслевые стандарты с требованиями к "ремфонду".

*Мойка и сушка* – для обеспечения качества последующих операций.

*Срезание* старого протектора и "шероховка" обрабатываемой поверхности. При холодном восстановлении к качеству этих операций предъявляются повышенные требования.

Обработанную покрышку *повторно контролируют* с использованием сканеров, рентгеновских или ультразвуковых установок и т.д.

Технологии наложения протектора при горячем и холодном способах восстановления принципиально различны.

При горячем восстановлении на зашерохованную часть распыляют клеевой раствор и наносят промежуточный тонкий слой прослоечной резины. Новый протектор может накладываться по двум технологиям: одним слоем толстой нерифленой и невулканизированной ленты или навивкой жгута из невулканизированной резины. В первом случае трудоемкость работ меньше, но необходима подгонка длины ленты, хорошая ее прикатка для удаления остатков воздуха, во втором – возможность использования более доступных ремонтных материалов.

Основной операцией является *вулканизация*. Это процесс получения резины при нагревании каучука с серой (примерно при 140 °С). В настоящее время есть материалы, вулканизация которых проходит при более низких температурах: примерно 80 °С при наварке нового протектора и 20 °С при ремонте камер и повреждений покрышки. Горячую вулканизацию проводят в вулканизационном аппарате. Внутренняя оболочка его представляет собой металлическую форму с рельефным рисунком протектора, который отпечатывается на шине.

При холодном способе (нагрев шины имеет место, но он меньше) на обработанную поверхность накладывают готовый протектор. Его изготавливают на специализированных производствах при высоких температурах и давлениях для улучшения износостойкости резины. Если эти режимы создать в вулканизационном аппарате, каркас шины будет разрушен. Покрышку "упаковывают" в упругую оболочку, которая будет обжимать протектор при его вулканизации, и помещают в специальную камеру (можно с покрышками другого размера). Давление и температура в камере не превышают те, что возникают в шине при эксплуатации в жаркий летний период. Тем самым не нарушаются исходные прочностные свойства ремонтируемой шины.

Последняя операция – это выходной контроль, включающий статическую балансировку нанесением клеевого раствора на наиболее легкую часть внутренней полости покрышки.

Каждый из приведенных способов имеет преимущества и недостатки. Ресурс шин, восстановленных горячим способом, составляет примерно 50-80% ресурса новых. Холодный способ энергоэкономичен, с меньшим загрязнением воздушного бассейна, требует меньше производственных площадей. Его целесообразно использовать в автообъединениях или на крупных АТП. Пробег таких шин не ниже пробега новых, а зачастую превышает его. Возможен выбор любого рисунка протектора из имеющегося ассортимента. Но материалы дорогостоящие. Экономически целесообразно восстанавливать только шины грузовых автомобилей, их прицепов, автобусов, троллейбусов (чем больше размер, тем выгоднее), авиационных шин.

Согласно ОСТ 38-47-171-95 шинам с восстановленным протектором присваивается 1-й класс, если у них отремонтировано не более трех-пяти проколов, 2-й или "Д", класс – при большем числе повреждений в зависимости от их размеров.

Ремонт местных повреждений покрышек, или, как принято называть, местный ремонт шин, позволяет устранять сквозные порезы до 110×20 мм, разрывы до 50×40 мм. Но в зависимости от применяемой технологии могут быть отремонтированы и большие повреждения.

Последовательность восстановления следующая. Удаляют застрявшие предметы. Скругляют края порезов, разрывов, чтобы предотвратить их разрастание. Контур повреждений обрабатывают на всю его глубину,

промазывают клеем, обкладывают специальной прокладочной резиной. Все свободное пространство повреждения заполняется резиновым составом. Он может быть многокомпонентным. Покрышку устанавливают в вулканизатор двустороннего нагрева. Для восстановления прочности покрышки на внутреннюю ее полость приклеивают самовулканизируемый пластырь. "Выдерживается" шина в течение 1-3 дней в помещении с температурой не ниже +18 °С для процесса самовулканизации. В зависимости от технологии может потребоваться частичная подкачка шины. Если был проведен ремонт беговой дорожки протектора, то его канавки будут завулканизированы. Их надо прорезать специальным термоножом. У каркаса шин, отремонтированных по современным технологиям, восстанавливаются прочностные и ресурсные характеристики. Эти шины в дальнейшем могут быть подвергнуты наложению нового протектора.

В дорожных условиях для ремонта повреждений камер следует применять самовулканизируемые заплатки. Ими можно ремонтировать разрывы до 100 мм. Время вулканизации 3–5 мин. Камеру можно сразу накачивать. Качество ремонта высокое при условии хорошей подготовки поврежденного места. Для шин грузовых автомобилей при гвоздевом проколе диаметр заплатки должен быть примерно 45 мм. Если шина в дорожных условиях повреждена круглым предметом до 10 мм в диаметре, то это место следует отремонтировать самовулканизирующимся резиновым "грибком". Если этого не сделать, то при движении по мокрой дороге в поврежденное место будет закачиваться вода, вызывая коррозию металлокорда и впоследствии – расслоение каркаса.

Свои особенности имеет технология ремонта бескамерных шин. Эти шины конструктивно не предназначены для многократных демонтажно-монтажных работ – нарушается герметизирующий слой бортов. Все проколы до 7 мм – а их подавляющее большинство – надо ремонтировать без снятия шины с обода. Для этих целей применяют ремонтные вставки – резиновые жгуты, покрытые самовулканизирующимся составом, клеем (иногда клей прилагается отдельно). Устанавливают жгуты специальным шилом.

Технологии местного ремонта шин и холодной вулканизации камер могут быть реализованы на любом автопредприятии.

Ответственным за техническую эксплуатацию шин в автотранспортных предприятиях является техник по шинам. В его обязанности также входит ведение учета и контроля за использованием ресурса шинами, выявление причин потерь ресурса.

#### *Контроль и установка колес.*

Передние управляемые колеса автомобилей должны устанавливаться с определенными **углами развала и схождения колес** (на практике иногда вместо углов схождения используют линейное значение схождения – разность расстояний *A* и *B*, замеренную в горизонтальной плоскости), что обеспечивает облегчение управления автомобилем (особенно на больших

скоростях движения), снижает динамические нагрузки на узлы и детали переднего моста и интенсивность изнашивания шин. Важным фактором повышения устойчивости автомобиля, путем стабилизации управляемых колес (их стремление вернуться после поворота в исходное положение, соответствующее прямолинейному движению и т.д.), является наличие **углов продольного и поперечного наклона шкворня**. Кроме того, на автомобиле должно соблюдаться **соотношение углов поворота колес** (характеризующих правильность установки рулевой трапеции в целом) – при повороте (влево) левого колеса на  $20^\circ$ , правое колесо, имеющее больший радиус поворота, должно повернуться на меньший угол, соответствующий нормативному (для различных моделей от  $17,5$  до  $18,5^\circ$ ) – при нарушении соотношения углов поворота нарушается процесс нормального качения колес при повороте, слышен "визг" покрышек, а износ протекторов, при этом, может увеличиваться в несколько раз.

Необходимо помнить, что если линейное схождение регулируется на всех моделях автомобилей, а углы развала колес только у легковых автомобилей, то углы продольного и поперечного наклона шкворня вообще не регулируются – их отклонение от нормы свидетельствует о погнутости балок, рычагов подвески и т.д.

Системы освещения и сигнализации.

#### Вопрос 6. Характерные неисправности приборов освещения и сигнализации

Недостаточная сила светового пучка фар значительно снижает качество освещения, сокращает длину освещаемого участка дороги, а неправильно отрегулированные фары ослепляют водителей встречных транспортных средств. Неисправная работа, недостаточная сила света или несоответствие требованиям ГОСТ габаритных огней, стоп-сигнала, указателей поворота и т.д. мешают в темное время суток заблаговременно обнаружить опасность, правильно оценить обстановку на участке движения водителями (по статистике по вышеуказанным причинам происходит от 20 до 30% ДТП от общего количества).

Неисправности звуковых сигналов заключаются в следующем:  
сигналы не звучат – или звучат прерывисто.

Причины:

- плохой контакт щетки с контактным диском в рулевой колонке;
- окисление клеммы или разряжена батарея;
- подгорели контакты реле;
- нарушен контакт в штекерных клеммах реле или сигнала.

Сигналы звучат хрипло или прерывисто (при работающем двигателе).

Причины:

- подгорели вольфрамовые контакты прерывателя сигналов;

сломалась пружина верхнего контакта прерывателя.  
Один сигнал не звучит и потребляет ток большой силы.

Причины:

спеклись контакты прерывателя;  
замыкание витков в катушке.

Сигнал издает дребезжащий звук.

Причины:

ослабло крепление;  
трещина в мембране.

### *Характерные неисправности аккумуляторных батарей*

Батарея (АБ) не дает номинального тока и напряжения, быстро разряжается – **при этой неисправности не обеспечивается нормальная работа приборов электрооборудования автомобиля при неработающем двигателе, а при его пуске стартер не развивает достаточную частоту вращения коленчатого вала и с трудом проворачивает его (при нормальной вязкости масла).**

Причины:

**разряженность АБ (эксплуатационная)** – сопровождается понижением плотности электролита;

окисление выводных штырей и клемм проводов, неудовлетворительное соединение проводов с клеммами;

**сульфатация пластин** – при этом кристаллы сульфата образуются на пластинах АБ в виде крупных белых пятен, которые препятствуют контакту серной кислоты электролита с активной массой пластин. Этому способствуют частые глубокие разряды (например, при пуске двигателя при низких температурах), эксплуатация АБ с пониженным уровнем электролита (при этом верхние края пластин контактируют с кислородом воздуха), а также эксплуатация АБ с их систематическим недозарядом. При глубокой сульфатации пластин резко снижается емкость АБ. Так как серная кислота не успевает проникать через плотный налет сульфата и контактировать с активной массой пластин АБ – она быстро разряжается при включении приемников. Например, при пуске двигателя стартером, включенные лампы различного назначения практически гаснут, а повторный пуск возможен обычно лишь через некоторый промежуток времени (от 0,5 до 3 и более минут), пока кислота снова не пропитает активную массу пластин;

**повышенный саморазряд АБ** – при использовании для электролита недистиллированной воды или при загрязнении ее через вентиляционные отверстия в пробках в процессе эксплуатации. Сущность этого состоит в том, что попадающие в электролит частички металлического происхождения образуют с кислотой растворимые соли, откладывающиеся на отрицательных пластинах, а загрязнения органического характера в электролите (а также находящиеся в виде примесей в материале пластин) образуют с

решетками пластин гальванические пары, что и приводит к усиленному саморазряду. Иногда АБ, находясь в нерабочем состоянии, разряжаются всего за несколько часов (например, за ночь). Саморазряд способствует также появлению тока утечки при загрязнении крышек аккумуляторов, в том числе пролитого на поверхность АБ электролитом;

**короткое замыкание пластин** – происходит из-за выкрашивания большого количества активной массы пластин и скопления ее на дне АБ. Этому способствует заряд током большой силы, заряд "пульсирующим" током при неисправной работе генератора или реле-регулятора, а при разряде АБ током большой силы (например, при длительном включении стартера при пуске) возможно даже коробление пластин с осыпанием большого количества активной массы. Признаком этого может служить слишком раннее и обильное газовыделение ("кипение" электролита с выбросом его на поверхность АБ) при подзаряде АБ как на автомобиле, так и в зарядных отделениях аккумуляторных цехов в АТП.

*Повреждение элементов и деталей батарей.*

Причины:

сколы и трещины на поверхности моноблока и крышек – помимо механического характера, трещины могут возникать при замерзании электролита (при этом возможно полное разрушение моноблока АБ);

трещины, отслоения или вспучивание мастики;

повреждение и износ полюсных выводов (штырей) или накидных клемм проводов – иногда имеет место облом штырей в местах соединения с перемычками аккумуляторов или распайка и поломка самих перемычек;

разрушение сепараторов, выкрашивание активной массы, деформация или разрушение пластин – в основном положительных, происходит по вышеуказанным причинам (перезаряд АБ током большой силы, использование электролита с высокой плотностью для данной климатической зоны).

## Вопрос 7. Обслуживание аккумуляторных батарей

В целях поддержания аккумуляторной батареи в исправном состоянии и продления срока службы необходимо своевременно обслуживать батарею и строго соблюдать правила технической эксплуатации, а именно: содержать батарею в чистоте, систематически очищать ее поверхность от пыли, грязи и пролитого электролита; закрывать плотно пробки наливных отверстий во избежание попадания грязи в аккумулятор и выплескивания электролита на поверхность батареи; проверять и при необходимости прочищать вентиляционные отверстия; устанавливать батарею в гнезде на резиновой или войлочной подкладке и закреплять осторожно, без излишних усилий, равномерно затягивая гайки крепления во избежание появления трещин в баках; проверять крепление и плотность контакта наконечников,

проводов с выводами батареи, очищать их от окислов и смазывать поверхность техническим вазелином. Для предупреждения порчи выводов не допускать натяжения проводов; систематически проверять уровень электролита в аккумуляторах, пользуясь стеклянной трубкой диаметром 4-6 мм и длиной 100-150 мм, для этого трубку опустить в наливное отверстие аккумулятора до упора в предохранительный щиток пластин аккумулятора, затем закрыть пальцем верхнее отверстие трубки и вынуть ее из аккумулятора, по высоте столбика электролита в трубке судят о его уровне в аккумуляторе.

Нормальный уровень электролита в аккумуляторах должен находиться выше предохранительного щитка на 10-15 см. При пониженном уровне электролита следует долить в аккумулятор дистиллированную воду, а если имела место утечка электролита, а также при очень низкой температуре окружающей среды вместо воды долить электролит соответствующей плотности.

Иногда при обслуживании аккумуляторов допускаются ошибки, приводящие к замерзанию электролита и преждевременному выходу батарей из строя. Это происходит зимой во время доливки дистиллированной воды в электролит. Вода замерзает, не успев как следует перемешаться с электролитом. Поэтому необходимо знать, что в холодное время года во избежание замерзания заливать воду в электролит нужно перед запуском двигателя для быстрого перемешивания ее с электролитом, а при снятой с автомобиля батарее заряжать ее в течение 50-60 мин.

В аккумуляторных батареях, у которых вентиляционные отверстия расположены рядом с пробкой и внутренняя кромка наливного отверстия находится на расстоянии 12 мм от предохранительного щитка (защитной пластины), уровень электролита при доливке дистиллированной воды в аккумуляторе устанавливается автоматически, для чего необходимо действовать следующим образом: вывернуть пробку наливного отверстия и плотно закрыть этой пробкой вентиляционное отверстие; долить в аккумулятор дистиллированную воду до верхнего края наливного отверстия; снять пробку с вентиляционного отверстия и вернуть ее в наливное отверстие. После снятия пробки требуемый уровень электролита устанавливается автоматически.

Нормальный уровень электролита в аккумуляторах с полупрозрачным корпусом должен быть между метками «Min» и «Max», нанесенными на корпусе батареи.

Для подзаряда аккумуляторной батареи необходимо:  
присоединить положительный вывод батареи к положительному полюсу источника тока, а отрицательный – к отрицательному;

включить батарею на подзаряд, если температура электролита в ней не выше 30 °С в холодной и умеренной зонах и не выше 35 °С в жаркой и теплой влажной зонах;

ток подзаряда численно должен составлять 1/10 емкости батареи;

подзаряд батареи ведут до тех пор, пока не наступит обильное газовыделение во всех аккумуляторах батареи, а напряжение и плотность электролита будут оставаться постоянными в течение 2 ч. Напряжение аккумуляторов батареи контролируется вольтметром четвертого класса точности со шкалой на 3 В и ценой деления 0,02 В для батареи с открытыми переключателями; вольтметром со шкалой на 30 В и ценой деления 0,2В для батареи с закрытыми переключателями;

во время подзаряда периодически проверять температуру электролита и следить за тем, чтобы она не поднималась выше 45 °С в холодной и умеренной климатических зонах и выше 50 °С в жаркой и теплой влажной зонах. Если температура электролита окажется выше указанных значений, следует уменьшить зарядный ток наполовину или прервать подзаряд на некоторое время для снижения температуры электролита до 30-35 °С;

в конце подзаряда, если плотность электролита, замеренная денситометром, с учетом температурной поправки будет отличаться от нормированного значения, корректируют плотность электролита доливкой дистиллированной воды или электролита плотностью 1,40 г/см<sup>3</sup>. Плотность электролита в аккумуляторе является критерием степени его разряженности.

Заводы выпускают батареи с сухими заряженными пластинами. Для приведения их в рабочее состояние достаточно залить в аккумуляторы электролит нужной плотности.

Температура электролита, заливаемого в аккумуляторы, должна быть не ниже +25 °С в холодной и умеренной зонах и не выше +30 °С в жаркой и теплой влажной зонах, за исключением особых случаев, например при необходимости срочного ввода в эксплуатацию сухозаряженных батарей, хранящихся при отрицательной температуре до -30 °С. В этом случае допускается приведение их в рабочее состояние путем заливки электролита с температурой +(40±2) °С и плотностью (1,27±0,01) г/см<sup>3</sup>.

## Лекция 5

### Контрольно-диагностические работы по автомобилю

Вопрос 1. Способы и средства диагностирования технического состояния автомобиля

Предназначены для определения и обеспечения соответствия автомобиля требованиям безопасности движения и воздействия на окружающую среду, для оценки технического состояния агрегатов, узлов без их разборки. Эти работы являются составной частью процесса технического обслуживания и ремонта.

Диагностирование какого-либо агрегата (системы) проводится специальными стендами, приспособлениями, приборами. Принцип их действия зависит от характера диагностических признаков, которые присущи объекту контроля (табл. 5.1).

Различают *встроенное диагностирование*, когда информация выводится на приборную панель автомобиля, например момент износа тормозных накладок до предельного состояния; *экспресс-диагностирование*, когда за минимальный промежуток времени, обычно в автоматическом режиме, определяется одно из значений технического состояния (исправен-неисправен) без выдачи информации о конкретной причине неисправности, например контроль давления воздуха в шине по ее деформации; *поэлементное диагностирование*, когда диагностический прибор подсоединяется к каждому контролируемому агрегату (системе) и проверяются все его параметры. На современных автомобилях получило распространение *электронное сканирование* (опрос) специальных датчиков, регистрирующих параметры процессов, происходящих при работе автомобиля.

Регулировочные работы, как правило, являются заключительным этапом процесса диагностирования. Они предназначены для восстановления работоспособности систем и узлов автомобиля без замены составных деталей. Регулировочными узлами в конструкции автомобиля могут быть эксцентрики в тормозных барабанах, натяжные устройства приводных ремней, поворотные устройства прерывателей-распределителей, нормали, которыми перекрывают сечения для прохода газов, жидкостей и т.д.

Основные характеристики автомобиля, обеспечивающие его экономичность, экологическую и дорожную безопасность (расход топлива, выбросы вредных газов, износ шин, тормозной путь), в большинстве случаев зависят от своевременности и качества выполнения диагностических и регулировочных работ.

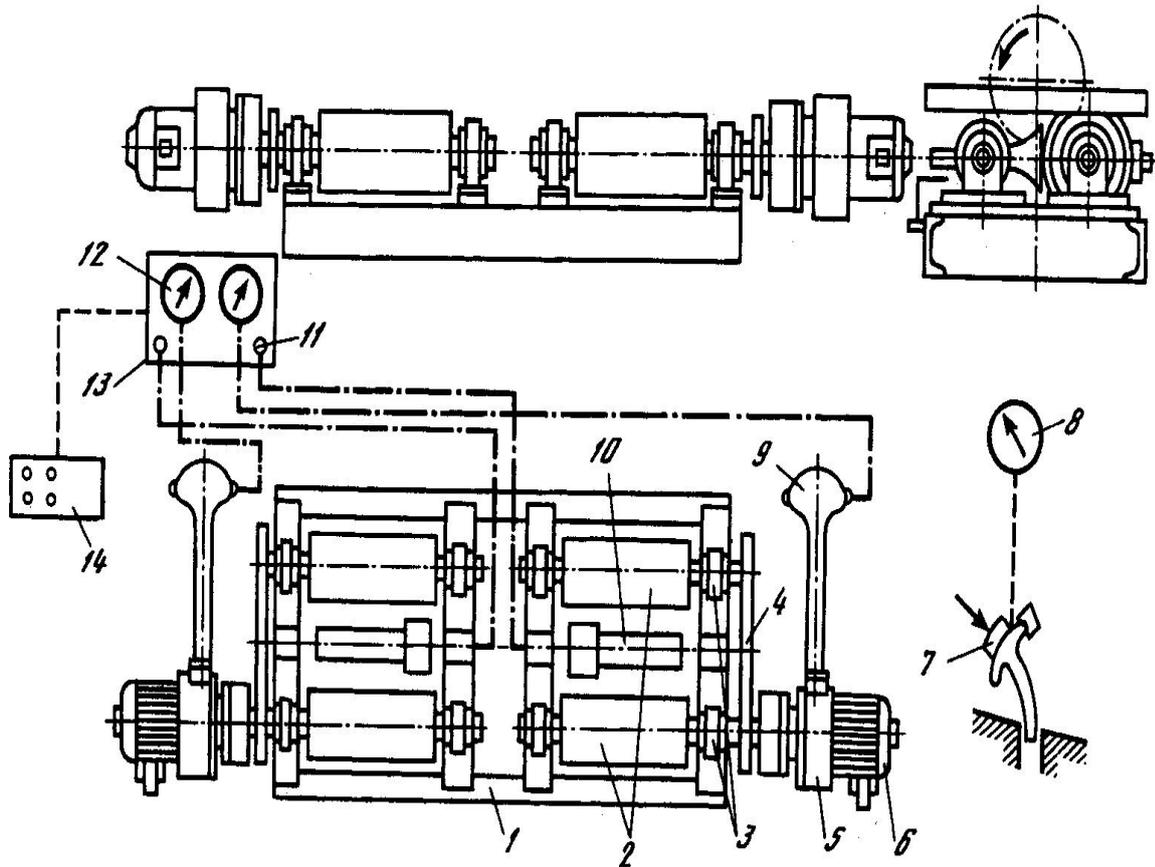


Рис. 5.1 Схема роликового тормозного стенда силового типа:  
 1 – рама; 2 – ролики; 3 – подшипники; 4 – цепная передача; 5 – редуктор;  
 6 – электродвигатель; 7 – датчик усилия на педали; 8 – измеритель усилия  
 на педали; 9 – датчик тормозной силы; 10 – промежуточный ролик;  
 11 – указатель блокировки колеса; 12 – измерители тормозных сил;  
 13 – пульт управления; 14 – блок дистанционного управления

Таблица 5.1

## Основные способы и средства диагностирования

Признаки, определяющие техническое состояние автомобиля	Принцип диагностирования	Приборное обеспечение
Температура охлаждающей жидкости, масел, узлов трения, агрегатов	Измерение температуры	Термометры, термопары, терморезисторы
Зазоры, люфты, свободные и рабочие ходы, установочные углы	Измерение линейных или угловых перемещений, геометрических параметров	Щупы, индикаторы, люфтомеры, линейки, отвесы, оптические или жидкостные уровни
Частота, амплитуда звука, вибрация	Измерение колебательных процессов	Стробоскопы, виброакустическая аппаратура, стетоскопы
Компрессия, разрежение, объем газов	Измерение давления, разрежения, количества проходящих газов	Компрессометры, компрессографы, расходомеры газов и воздуха, вакуумметры
Давление воздуха, масла, топлива	Измерение давления	Манометры воздушные, жидкостные
Компоненты моторного и трансмиссионного масел	Исследование состава масел	Спектрографы, микрофотометры
Состав продуктов отработавших газов	Исследование состава отработавших газов	Газоанализаторы многокомпонентные
Тормозной путь	Измерение тормозной силы на колесах, усилия на тормозной педали, замедления автомобиля	Стенды для контроля тормозных качеств, педальмеры, деселерометры
Направленность и сила света светового пучка	Измерение силы света и направленности светового пучка	Экраны с разметкой, фотометры
Значение электрических сигналов	Измерение параметров работы электроприборов	Электронные газоразрядные трубки, стробоскопы, мотор-тестеры, электронные индикаторы, стрелочные приборы
Расход топлива, мощность	Измерение количества топлива, колесной мощности автомобиля, крутящего момента двигателя	Расходомеры топлива, стенды для измерения тяговых характеристик
Соппротивление в трансмиссии, ступицах колес, усилие на рулевом колесе	Измерение силы сопротивления вращению	Стенды с беговыми барабанами, динамометры

## Вопрос 2. Оборудование для диагностических работ

Это оборудование используется для механизации и автоматизации проверки технического состояния автомобиля и основных его узлов, обеспечения достоверности и качества выполнения контрольно-диагностических работ.

Для проверки *эффективности тормозов* наибольшее распространение получили роликовые стенды силового типа. Принцип действия этих стендов основан на измерении тормозной силы, развиваемой на каждом колесе, при принудительном вращении заторможенных колес от роликов стенда (рис. 5.1, 5.2). Данные стенды состоят из двух пар роликов 2, соединенных цепной передачей 4, пульта управления 13, блока дистанционного управления 14 и, возможно, печатающего устройства.

Каждая пара роликов имеет автономный привод от соединенного с ней жестким валом электродвигателя 6 мощностью от 4 до 10 кВт с встроенным редуктором (мотор-редуктором). Вследствие использования редукторов планетарного типа, имеющих высокие передаточные отношения, обеспечивается невысокая скорость вращения роликов при испытаниях, соответствующая скорости автомобиля от 2 до 6 км/ч. Стенд имеет систему сигнализации блокировки колес: при блокировании колеса происходит уменьшение скорости вращения промежуточного ролика 10, в то время как скорость вращения ведущих роликов остается прежней; уменьшение скорости вращения промежуточного ролика на 20-40% приводит к срабатыванию системы сигнализации. Стенд укомплектован датчиком усилия на тормозной педали 7 и обеспечивает возможность определения максимальной тормозной силы и времени срабатывания тормозного привода.



Рис. 5.2. Роликовый тормозной стенд силового типа:  
1 – тормозные барабаны; 2 – следящий ролик;  
3 – блок контрольно-измерительных приборов

Методика диагностирования тормозов на стенде силового типа заключается в следующем (см. рис. 5.1). Автомобиль устанавливается колесами одной оси на ролики стенда 2. Включают электродвигатель 6 стенда, после чего оператор нажимает на тормозную педаль в режиме экстренного торможения. На колесе автомобиля создается тормозной момент, который вследствие сцепления колеса с роликами тормозного стенда передается на ведущие ролики 2 и от них через жесткий вал на балансирно установленный мотор-редуктор 5.

Под воздействием тормозного момента балансирный мотор-редуктор 5 поворачивается относительно вала на некоторый угол и воздействует на специальный датчик 9 (гидравлический, пьезоэлектрический и др.), который воспринимает усилие, преобразует его и передает на измерительное устройство 12. Измерительный сигнал выдается на устройство отображения данных (стрелочный прибор, цифровая индикация, графопостроитель), на котором фиксируется тормозное усилие.

Диагностирование на данных стендах может осуществляться в управляемом (ручном) и автоматическом режимах. При автоматическом режиме при въезде автомобиля колесами на ролики стенда после определенного времени задержки автоматически включается привод роликов. После достижения пределов проскальзывания одного из колес автоматически отключается привод стенда. Максимальная производительность силовых стендов при работе в автоматическом режиме – 20 авт./ч, в неавтоматическом режиме – 10 авт./ч.

Основным недостатком стендов данного типа является ограничение измеряемой тормозной силы силой сцепления колеса с роликом, поэтому на роликах стенда нанесена насечка или специальное покрытие, обеспечивающее стабильность сцепления колес с роликами.

Из средств технического диагностирования *тяговых качеств автомобиля* наибольшее распространение получили стенды силового типа, позволяющие, кроме оценки мощностных показателей, создавать постоянный нагрузочный режим, необходимый для определения показателей топливной экономичности автомобиля.

Тяговый стенд состоит из двух барабанов (двух пар роликов), из которых один соединен с нагрузочным устройством, а другой является поддерживающим блока контрольно-измерительных приборов и вентилятора для охлаждения двигателя. В качестве нагрузочного устройства применяется гидравлический или индукторный тормоз.

Стенд тяговых качеств обеспечивает измерение скорости, силы тяги на ведущих колесах, параметров разгона и выбега, а в комплекте с расходомером – расхода топлива на различных нагрузочных и скоростных режимах и проведение соответствующих регулировок.

Методика диагностирования автомобиля на стенде тяговых качеств силового типа следующая. Автомобиль устанавливают на барабаны стенда

колесами ведущей оси (трехосные автомобили устанавливаются колесами средней оси, а для колес задней оси в конструкции таких стендов предусматриваются специальные поддерживающие ролики). Оператор в кабине выводит автомобиль на заданный скоростной режим, после этого оператор у стенда увеличивает нагрузку на ведущем барабане, а оператор в кабине автомобиля поддерживает заданную скорость увеличением подачи топлива. При достижении максимального развиваемого тягового усилия на ведущих колесах дальнейшее увеличение нагрузки на стенде приводит к падению скорости, что является признаком, по которому определяется максимальная сила тяги на ведущих колесах.

Для оценки показателей топливной экономичности автомобиля с помощью стенда тяговых качеств имитируются режимы движения, отражающие различные условия эксплуатации (заданные скорости движения автомобиля на прямой передаче и заданная нагрузка на барабаны стенда), а расход топлива определяется с помощью расходомера.

Для определения *токсичности отработавших газов автомобилей с бензиновыми двигателями* применяются газоанализаторы, которые могут измерять содержание  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_2$  и  $\text{C}_x\text{H}_y$ , а также контролировать состав топливно-воздушной смеси, частоту вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания (ДВС) и тепловой режим.

Действие большинства газоанализаторов основано на поглощении газовыми компонентами инфракрасных лучей с различной длиной волны. Принципиальная схема такого газоанализатора приведена на рис. 5.3. Определение содержания  $\text{CO}$  в отработавших газах происходит следующим образом: исследуемый газ, пройдя через фильтры 2–4 и насос 5, поступает в рабочую камеру, включающую измерительную кювету 6 и мембранный конденсатор 12, и удаляется в атмосферу. Сравнительные камеры, состоящие из сравнительной кюветы 10 и инфракрасного лучеприемника 11, заполнены азотом и герметично закрыты. В каждой схеме измерения излучение от двух накаливаемых спиралей, сфокусированное параболическими зеркалами 7, через обтюраторы 9 направляется соответственно в сравнительную и рабочую камеры. В сравнительных камерах поглощения инфракрасного излучения не происходит, в рабочих камерах продуваемые отработавшие газы поглощают из спектра лучи соответствующей длины волны. Сравнение интенсивности двух потоков излучения позволяет определить содержание  $\text{CO}$ . Аналогично происходит определение содержания в отработавших газах  $\text{C}_x\text{H}_y$  и  $\text{CO}_2$ .

Инфракрасные анализаторы чувствительны к изменению параметров среды, поэтому газ фильтруют, удаляют из него конденсат и подают насосом с постоянной скоростью. Метрологические характеристики данных газоанализаторов обеспечены при температуре окружающей среды 5-40 °С и относительной влажности воздуха до 80%.

Проверка *дизелей* проводится по уровню дымности отработавших газов. Оценивается дымомерами, работающими по принципу поглощения светового потока, проходящего через отработавшие газы.

Для проверки *системы зажигания* применяются мотор-тестеры, которые подразделяются

- по типу – на переносные и стационарные;
- по способу питания – на питающиеся от аккумуляторной батареи автомобиля и от внешней сети;
- по способу индикации – на аналоговые, цифровые, комбинированные, а также с отображением на экранах осциллографов и дисплеев.

В ряде случаев мотор-тестеры дополнительно комплектуются вакуумметрами, газоанализаторами и другими измерительными блоками. Мотор-тестером можно проверить: состояние конденсатора, первичной обмотки катушки зажигания, контактов прерывателя, вторичной обмотки катушки зажигания и высоковольтных проводов, пробивное напряжение на свечах зажигания и т.д.

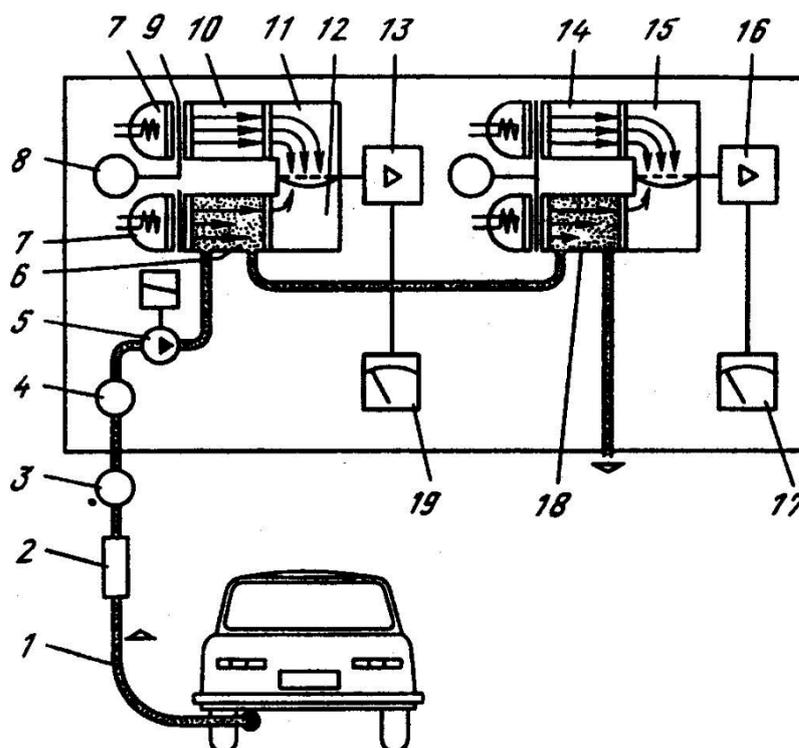


Рис. 5.3 Принципиальная схема газоанализатора:

- 1 – зонд; 2-4 – фильтры; 5 – насос; 6 – измерительная кювета CO;  
 7 – инфракрасный излучатель; 8 – синхронный двигатель; 9 – обтюратор;  
 10 – сравнительная кювета CO; 11 – инфракрасный лучеприемник CO;  
 12 – мембранный конденсатор; 13, 16 – усилители; 14 – сравнительная кювета  $C_xH_y$ ; 15 – инфракрасный лучеприемник  $C_xH_y$ ; 17, 19 – индикаторы;  
 18 – измерительная кювета  $C_xH_y$

При диагностировании *системы освещения* наиболее ответственной является проверка направленности и силы света светового пучка фар.

Проверка установки фар производится с использованием оптической камеры (рис. 5.4) по смещению светового пятна на экране прибора, а силы света – при помощи фотометра. Проверка направленности светового пучка и силы света осуществляется в режиме ближнего и дальнего света.

Приборы диагностирования систем питания для автомобилей с карбюраторными и дизельными двигателями различны.

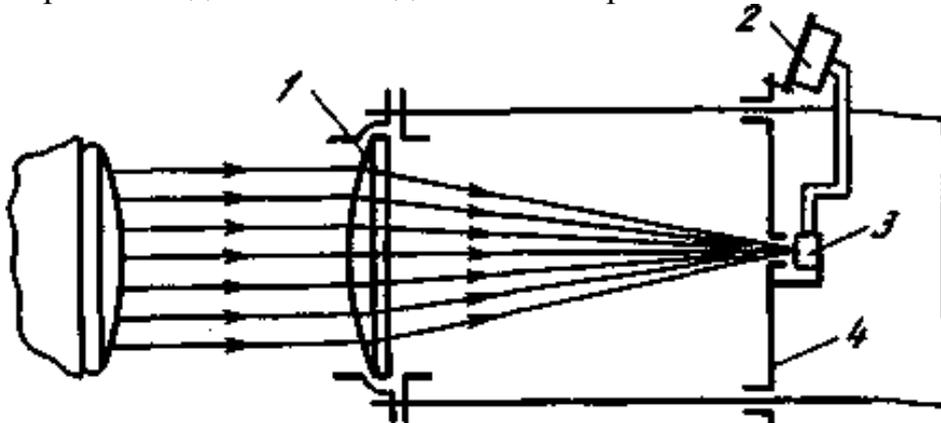


Рис. 5.4 Оптическая схема прибора для контроля фар:  
1 – линза; 2 – индикатор силы света; 3 – фотозлемент; 4 – экран

Для проверки системы питания карбюраторного двигателя применяются установки для проверки карбюратора, которые имитируют условия работы двигателя, и приборы для проверки бензонасоса на подачу, максимальное давление и плотность прилегания клапанов. Система питания бензинового ДВС, оборудованная инжекторами, требует периодической проверки давления в системе подачи бензина и ультразвуковой очистки инжекторов моющим раствором (рис. 5.5).

Проверка системы питания дизеля проводится с помощью специальных дизель-тестеров, которые обеспечивают определение частоты вращения коленчатого вала, кулачкового вала топливного насоса, регулятора частоты вращения (начальной и конечной), характеристики впрыскивания топлива (при наличии осциллографа – визуально). Для регулирования параметров работы топливных насосов высокого давления (ТНВД) используются стационарные стенды (рис. 5.6).

Для контроля расхода топлива наибольшее распространение получили расходомеры следующих типов: объемные, весовые, тахометрические (рис. 5.7) и массовые (ротаметрические). Первый и второй типы представляют собой расходомеры дискретного действия (для определения расхода топлива необходимо израсходовать порцию топлива на интервале пробега или времени). Третий и четвертый типы расходомеров – приборы непрерывного действия, показывающие в каждый момент времени мгновенный расход топлива и определяющие суммарный расход. К основным преимуществам расходомеров такого типа относятся возможность их установки непосредственно на автомобиле и использования как при стендовых испытаниях для

оценки показателей топливной экономичности на различных режимах, в том числе и на холостом ходу, так и при работе автомобиля на линии для диагностирования его технического состояния, аттестации навыков водителя, и обучения его экономичным методам вождения и определения маршрутных норм линейного расхода топлива.

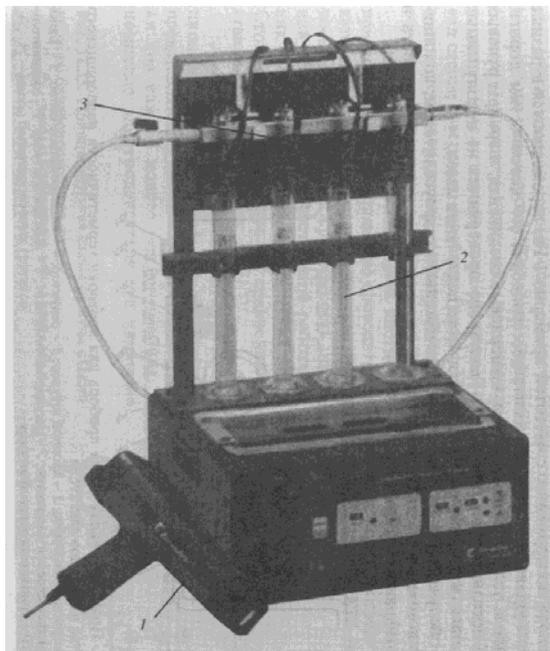


Рис. 5.5. Стенд для проверки и очистки инжекторов:  
1 – стробоскоп; 2 – контрольные бюретки; 3 – места установки инжекторов

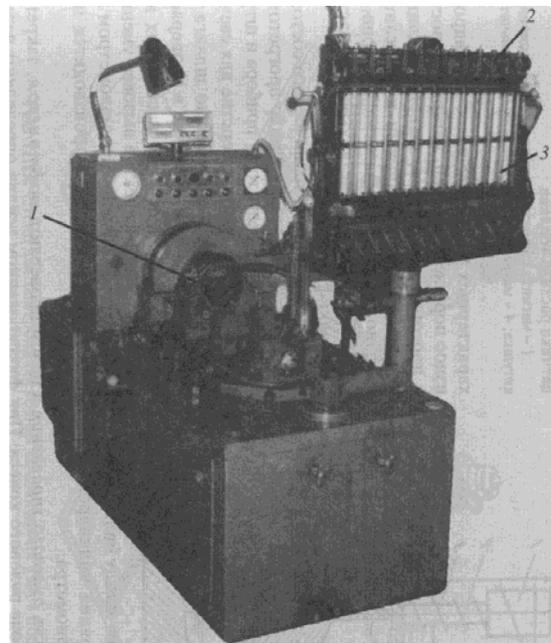


Рис. 5.6. Стенд для проверки и регулировки топливного насоса высокого давления:  
1 – место крепления ТНВД; 2 – места установки форсунок; 3 – контрольные колбы

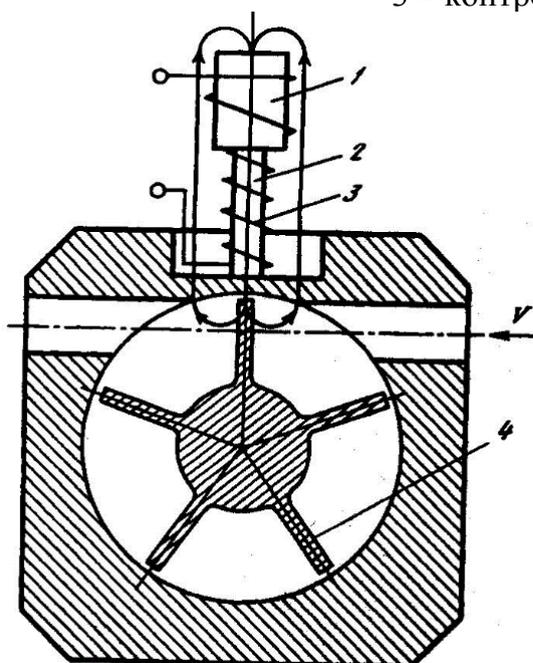


Рис. 5.7. Схема турбинно-тахометрического датчика расхода топлива:  
1 – магнит; 2 – магнитопровод; 3 – индукционная катушка;  
4 – магнитопроводящие лопасти крыльчатки

Состояние *цилиндропоршневой группы и клапанного механизма* проверяют по давлению в цилиндре в конце такта сжатия. Измерение производят в каждом из цилиндров с помощью компрессометра со шкалой для карбюраторных двигателей до 1 МПа, а дизелей – до 6 МПа или компрессографа. Давление в конце такта сжатия (компрессию) проверяют после предварительного прогрева двигателя до 70-80°С, при вывернутых свечах, полностью открытых дроссельной и воздушной заслонках. Установив резиновый наконечник компрессометра в отверстие свечи, проворачивают стартером коленчатый вал двигателя и считывают показания прибора. Компрессию в дизеле замеряют также поочередно в каждом цилиндре. Компрессометр устанавливают вместо форсунки проверяемого цилиндра.

Состояние цилиндропоршневой группы и клапанного механизма можно проверить, измеряя утечку сжатого воздуха, подаваемого в цилиндры (рис. 5.8). Сравнительно быстро и просто определяют наличие в любом из них следующих характерных дефектов: износ цилиндров, износ поршневых колец, негерметичность и прогорание клапанов, задиры по длине цилиндра, поломка пружин и зависание клапанов, поломка и "залегание" поршневых колец, прогорание внутренней части прокладки головки блока.

Для определения технического состояния воздух подается в цилиндр прогретого двигателя через редуктор 3 прибора и штуцер 10, вставленный в отверстие для свечи и присоединенный с помощью шланга и муфты 9 к прибору. Наличие в проверяемом цилиндре одного или нескольких из указанных выше дефектов вызовет уменьшение давления между цилиндром и соплом 4, которое фиксируется манометром 5. Оценка состояния цилиндров, поршневых колец и клапанов производится по показаниям манометра.

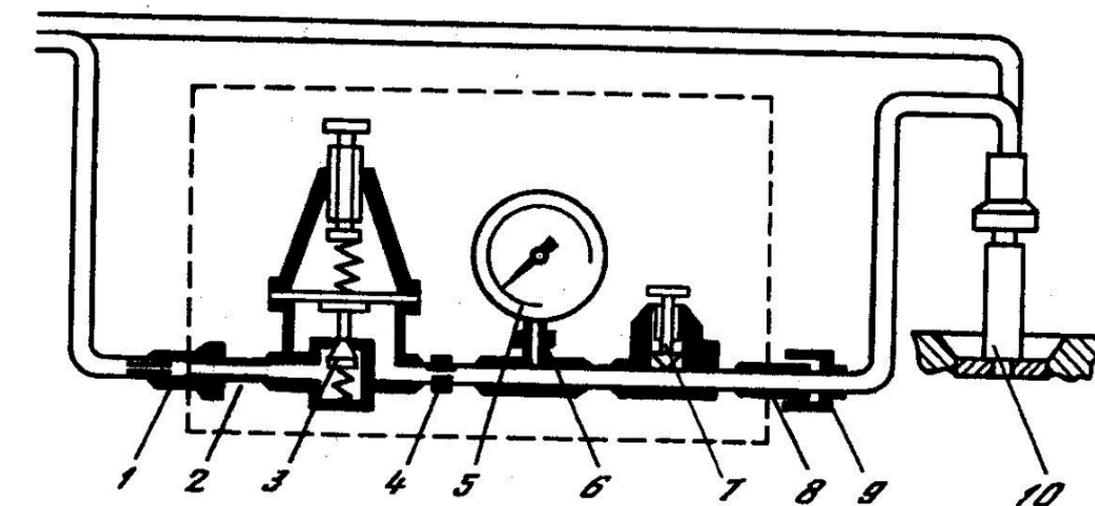


Рис. 5.8. Принципиальная схема прибора для проверки герметичности надпоршневого пространства цилиндров двигателя:

- 1 – быстросъемная муфта; 2 – входной штуцер; 3 – редуктор; 4 – калиброванное сопло; 5 – манометр; 6 – демпфер стрелки манометра; 7 – регулировочный винт; 8 – выходной штуцер; 9 – соединительная муфта; 10 – присоединительный штуцер

Исправность *рулевого управления* в целом проверяют *люфтомером*, закрепляемым на ободе рулевого колеса. При фиксированном усилии определяют величину люфта, который характеризует суммарные зазоры в механизме и приводе. Проверяется также наличие износа в сочлененных соединениях. Передние колеса автомобиля устанавливают на две площадки (рис. 5.9), которые под действием гидропривода попеременно, с частотой примерно 1 Гц, перемещаются в разные стороны, создавая на колесах имитацию движения по неровностям дороги. Сочлененные узлы: шаровые опоры, шкворневые соединения, шарниры рулевых тяг, узел посадки сошки руля и др. – визуально проверяются на недопустимые перемещения, стуки, скрипы. Выявляются места подтекания масел.

При обслуживании рулевых систем, снабженных гидроусилителем, дополнительно с помощью специальной аппаратуры проверяют производительность и давление гидравлического насоса.

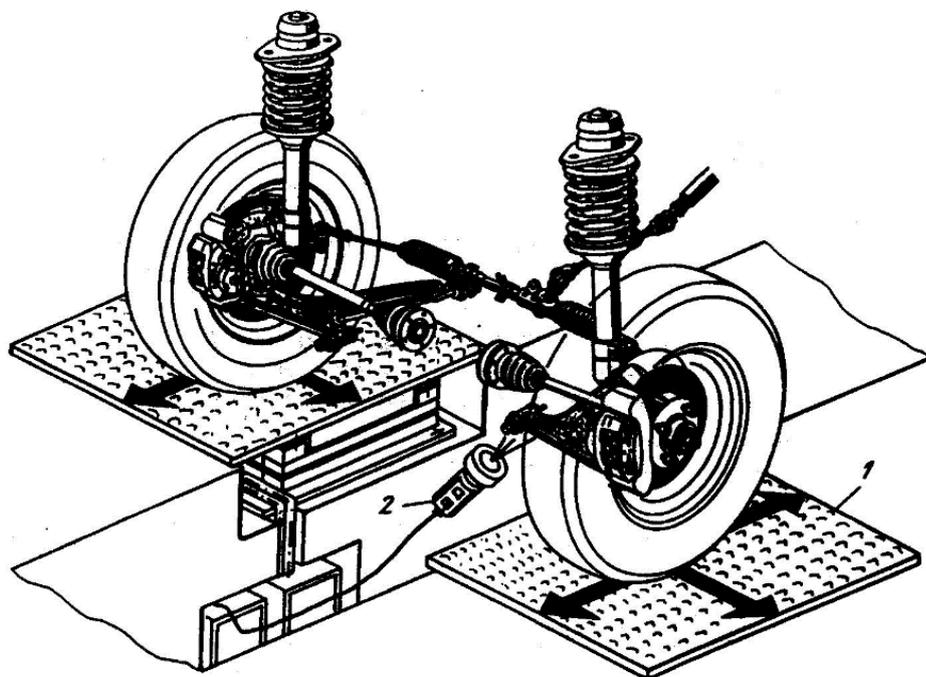


Рис. 5.9. Стенд для контроля состояния сочлененных узлов подвески:  
1 – площадка, 2 – лампа

Для *балансировки колес* в основном применяют стационарные станды, требующие снятия колеса с автомобиля и обеспечивающие совместную статическую и динамическую балансировку. Колесо закрепляют на валу станда и раскручивают в зависимости от конструкции станда вручную или электродвигателем. От несбалансированных масс возникает знакопеременный изгибающий момент, в результате чего вал станда совершает колебания (рис. 5.10). Если вал закреплен жестко, в опорах возникают напряжения, регистрируемые специальными датчиками. Сигналы обрабатываются и выводятся на пульт (информационное табло) или на монитор.

Для легковых автомобилей иногда применяют передвижные (подкатные) приспособления, позволяющие проводить балансировку колеса непосредственно на автомобиле, но, как правило, вначале статическую, затем, что сложно технологически, динамическую. Трудоемкость операций большая. Для качественной работы на них требуется большой практический опыт. Стоимость этих стенов по сравнению со стационарными меньшая.

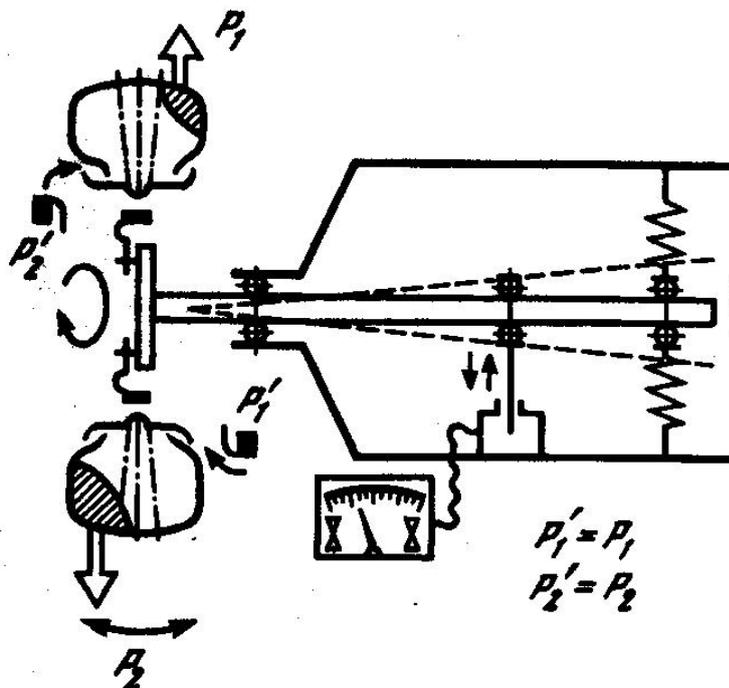


Рис. 5.10. Принципиальная схема работы стационарного балансирующего стенов:

$P_1, P_2$  – несбалансированные массы шины; массы балансирующих грузиков

Амортизаторы проверяются на вибрационных стенов, в большинстве случаев представляющих собой специальные площадки под каждое колесо оси автомобиля. С помощью электродвигателя эти площадки начинают вибрировать с высокой частотой (рис. 5.11). По амплитуде колебаний, возникающих в подрессоренных узлах, определяется работоспособность амортизаторов.

Наиболее обширная номенклатура стенов (приборов) – для контроля углов установки колес.

Проездные площадочные или реечные стенов для проверки углов установки колес (рис. 5.12) предназначены для экспресс-диагностирования геометрического положения автомобильного колеса по наличию или отсутствию в пятне контакта боковой силы. Когда углы установки колес не соответствуют нормам, то в пятне контакта шины возникает боковая сила, которая воздействует на площадку (рейку) и смещает ее в поперечном направлении. Смещение регистрируется измерительным устройством. Какой конкретно угол требует регулировки, данные стенов не указывают.

При необходимости дальнейшее обслуживание автомобиля выполняют на стендах, работающих в статическом режиме.

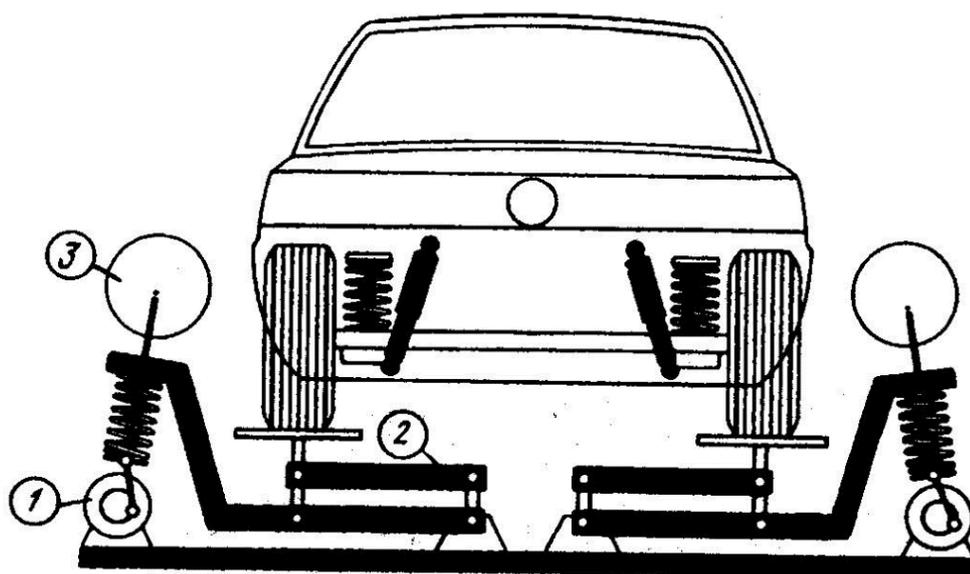


Рис. 5.11. Диагностирование амортизаторов по вынужденным колебаниям: 1 – механизмы, создающие вибрацию; 2 – подвижные площадки; 3 – самописцы

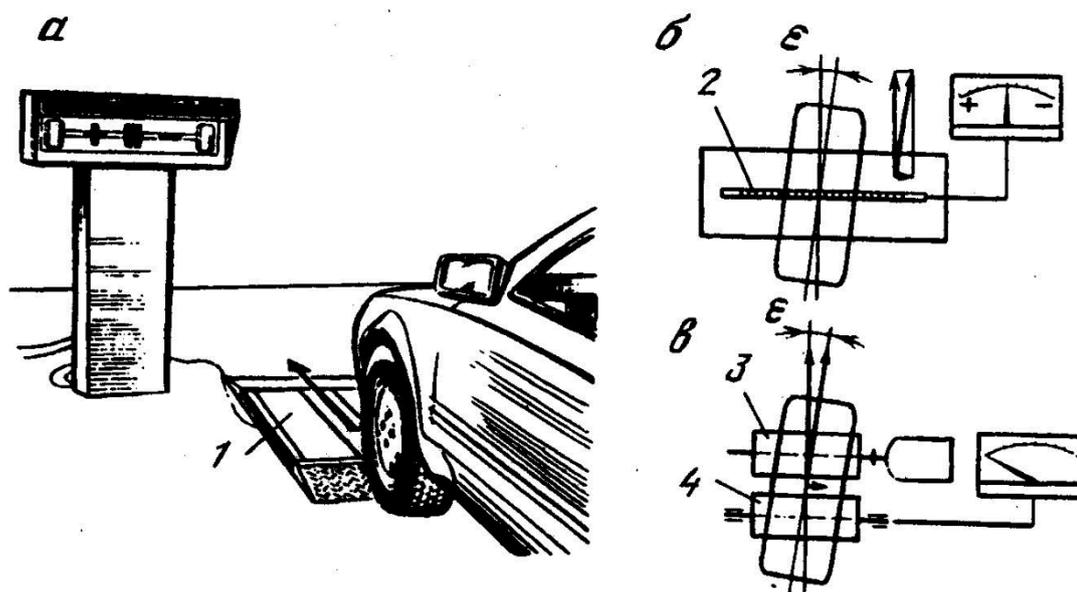


Рис. 5.12. Экспресс-контроль положения колес (в динамическом режиме): а – проезной площадочный стенд; б – схема проезного реечного стенда; в – стенд с беговыми барабанами; 1, 2, 4 – соответственно, площадка, рейка, барабан, имеющие свободу поперечного перемещения; 3 – барабан ведущий; ε – угол схождения колеса

Площадочные стенды устанавливают под одну колею автомобиля, реечные – под две. Автомобиль должен двигаться со скоростью примерно 5 км/ч.

Стенды с беговыми барабанами (рис. 5.12,в) предназначены для измерения боковых сил при контакте управляемых колес автомобиля с

поверхностью барабанов. При вращении колес с помощью рулевого колеса добиваются равенства боковых сил на обоих колесах, фиксируют эту величину. Если показания не соответствуют норме, регулируют сходжение. Стенды этого типа в основном предназначены для автомобилей, у которых регулируется только сходжение. Стенды металлоемкие и дорогостоящие, использование их целесообразно только на крупных АТП. В случае если требуемого результата достичь не удалось, дальнейшее обслуживание автомобиля выполняют на стендах, работающих в статическом режиме.

Стенды (приборы) для контроля углов установки колес в статическом режиме позволяют измерять углы продольного и поперечного наклонов оси поворота колеса (шкворня), развала, соотношения углов поворотов, сходжения. Эти стенды компактны, удобны и получили наибольшее распространение. Их функциональные возможности примерно одинаковы. Отличаются они в основном конструкцией измерительной системы, точностью, стоимостью. Измерительный прибор или его элемент крепят на автомобильное колесо перпендикулярно плоскости его вращения.

Наиболее просты конструкции, работающие на принципе проецируемого (рис. 5.13, а) или отраженного (рис. 5.13, б) луча.

В первом случае на автомобильное колесо крепят проектор, посылающий на экран лазерный или узкий световой луч (см. рис. 13, а). Изменяя в определенной последовательности положение прибора и колес, по соответствующим шкалам поочередно считывают углы установки колес, а также геометрию базы автомобиля. Стенды недорогие, точность измерения удовлетворительная. Основной недостаток – трудоемкость измерения значительно большая, чем на других стендах.

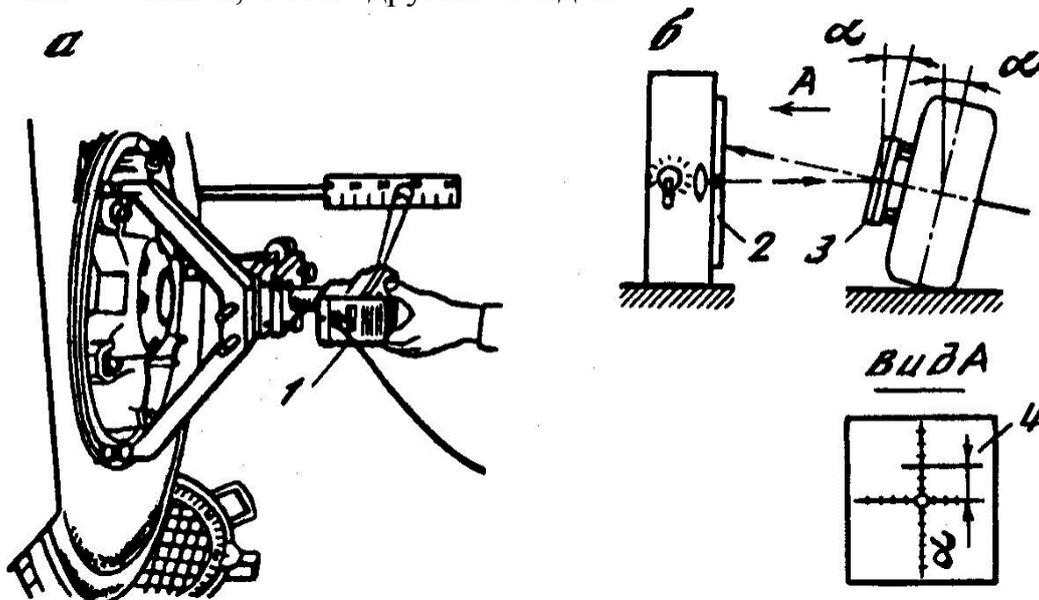


Рис. 5.13. Измерение углов установки колес по проецируемому (а) и отраженному (б) лучу:  
1 – проектор светового или лазерного луча; 2 – источник светового или лазерного луча с измерительной шкалой; 3 – зеркальный отражатель; 4 – шкала; а – угол развала колеса

Во втором случае на колесо (см. рис. 5.13, б) крепят трехгранный зеркальный (в некоторых конструкциях плоский) отражатель 3. На зеркало посылают лазерный, иногда световой, луч с визирным символом. При фиксированных поворотах колеса по положению пятна лазера или визира на соответствующих шкалах 4 поочередно считывают углы установки колеса. Стенды данного типа недорогие, имеют высокую точность измерения, наиболее долговечны, трудоемкость измерения умеренная. Юстировку стенда может освоить работник поста. Стенды требуют стационарной установки на специализированном посту.

В большинстве измерительных систем использован принцип действия уровня (или отвеса). Отклонение плоскости колеса относительно горизонта или вертикали считывается визуально или фиксируется специальными датчиками с выдачей информации на табло световой панели или монитор. Иногда измеренные параметры выводятся на печать в сопоставлении с нормативными значениями.

Прибор, снабженный жидкостными уровнями, после закрепления на колесе выставляют "в горизонт" (рис. 5.14, а). Поворачивая колеса вправо и влево на фиксированный угол, определяют, какой наклон зафиксировали уровни. Конструкциями такого типа можно измерить только углы развала и наклона шкворня.

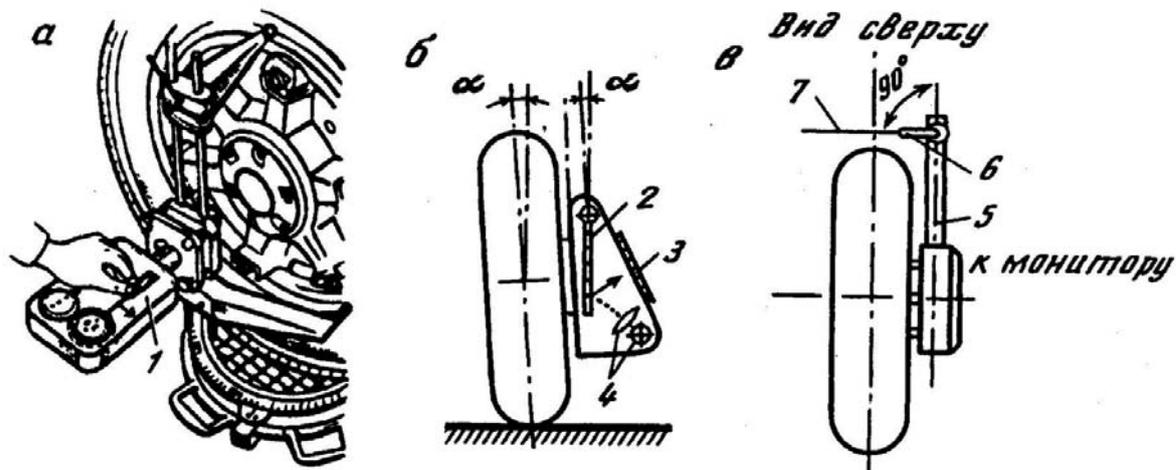


Рис. 5.14. Средства измерения углов установки колес:  
а – с уровнем горизонта; б – с зеркальным отвесом; в – с датчиком угловых перемещений; 1 – жидкостной уровень; 2 – зеркальная рамка-отвес; 3 – корпус со шкалой; 4 – источник светового луча; 5 – выносная штанга; б – датчик угловых перемещений; 7 – упругая нить

Приборы, использующие принцип отвеса, могут быть лучевые (рис. 5.14, б) или, что чаще, электронные (рис. 5.14, в). Последние обычно называют компьютерными, хотя компьютер используется только для обработки электрического сигнала и выдачи информации.

В корпусе прибора (см. рис. 5.14, б) находится излучатель 4, проецирующий световой луч на шарнирно закрепленный и поэтому всегда вертикально располагаемый зеркальный отражатель – "отвес" 2. Отраженный

луч попадает на шкалу 3. Его положение меняется при изменении положения корпуса прибора (автомобильного колеса) относительно вертикали. Так считают углы развала или продольного наклона. Для измерения угла схождения прибор снабжен выносными штангами. С каждой из штанг перпендикулярно ее продольной плоскости проецируется луч на шкалу другой штанги. По положению луча на шкале считывается величина схождения. Эти приборы недорогие, но малоинформативные, особенно при измерении углов развала и наклона оси поворотов. Работать с ними удобнее вдвоем.

Компьютерные приборы в основном действуют по принципу отвеса, аналогично схеме на рис. 5.14, б. Отвес с корпусом соединен через датчик угловых перемещений, который регистрирует угловые перемещения корпуса прибора. Так измеряют углы развала и наклона оси поворотов. Для измерения углов схождения корпус прибора (см. рис. 5.14, в) снабжен выносными штангами 5, на концах которых также расположены датчики угловых перемещений 6, например потенциометры с рукоятками. Эти рукоятки соединяют упругой нитью 7, которая обеспечивает их постоянное положение, параллельное передней оси автомобиля. При углах  $90^\circ$  между нитью и продольной плоскостью каждого удлинителя угол схождения колес считывается как  $0^\circ$ .

Электрический сигнал датчиков обрабатывается электронной системой по примерно общей схеме и выдается на монитор. Точность и надежность измерений стенда в целом зависят только от датчиков. По конструкции они могут быть различными. Рассмотренный принцип "отвеса" – наиболее простой.

Компьютерные стенды более поздних конструкций определение положения колеса проводят с помощью лазерного или инфракрасного луча с выводом информации на монитор. Наличие монитора и электронной памяти позволяет иметь обширную базу данных по конструкциям автомобилей различных марок, их нормативной базе, что ценно для начинающего диагноста, или при разнообразии марок обслуживаемых автомобилей. Основным недостатком этих устройств является высокая стоимость и подверженность датчиков сбоям от ударных воздействий, которыми, как правило, сопровождается процесс регулировки углов установки колес. Юстировку приборов может проводить только специалист с применением эталонных стоек.

Геометрия положения колеса также может быть определена контактным способом на стационарном стенде (рис. 5.15). На автомобильное колесо параллельно плоскости его вращения крепят металлический диск 1. К нему по направляющим подводят измерительную головку 2 с подвижными стержнями 3. Глубина, на которую утапливаются стержни (см. рис. 5.15), фиксируется датчиками и переводится в значение угла развала. Для измерения угла схождения головку 2 поворачивают относительно ее оси на

90°. Этот тип стендов технологически удобен для диагностирования положения колес грузовых автомобилей, автобусов.

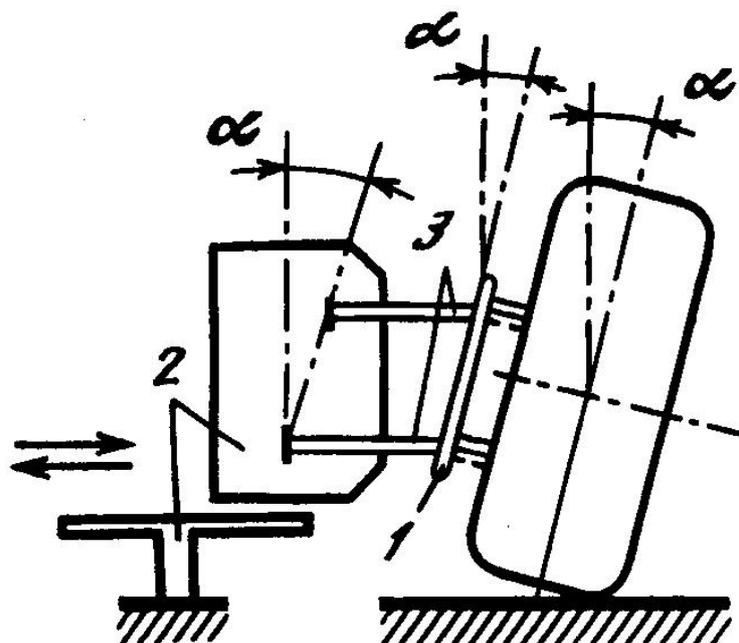


Рис. 5.15. Контактный способ измерения углов установки колес:  
1 – диск, устанавливаемый на колесо; 2 – измерительная головка с направляющими; 3 – контактные измерительные стержни

Для контроля только угла схождения применяют специальную измерительную линейку, которая универсальна и пригодна для всех автомобилей. Ее применение оправдано только при отсутствии другого оборудования, так как точность измерения примерно в 2...4 раза ниже, чем у стационарных стендов, что недостаточно для современных автомобилей.

Совмещая (комбинируя) определенные методы и оборудование, можно проводить *общее диагностирование автомобиля* в следующих случаях:

- при плановых ТО (это контроль узлов и систем, обеспечивающих дорожную и экологическую безопасность, проверка мощностных характеристик, расхода топлива и пр.);
- при государственных технических осмотрах (это в основном контроль узлов и систем, обеспечивающих дорожную и экологическую безопасность).

## Контрольные вопросы

1. Техническая эксплуатация автомобилей. Введение. Понятия и определения.
2. Качество, техническое состояние и работоспособность автомобилей.
3. Техническая эксплуатация автомобилей. Понятия и определения.
4. Основные причины изменения технического состояния.
5. Влияние условий эксплуатации на техническое состояние автомобилей: дорожные условия и условия движения; природно-климатические и транспортные условия; сезонные условия.
6. Классификация закономерностей характеризующих изменение технического состояния автомобилей.
7. Закономерности изменения технического состояния автомобилей, их классификация.
8. Закономерности изменения технического состояния по наработке автомобилей.
9. Закономерности случайных процессов изменения технического состояния автомобилей.
10. Экспоненциальный закон распределения отказов машин.
11. Нормальный закон распределения отказов автомобилей.
12. Логарифмически-нормальный закон гамма распределения отказов автомобилей.
13. Закон распределения Вейбулла – Гнеденко отказов автомобилей.
14. Обработка и анализ статистических данных надежности автомобилей.
15. Закономерности процессов восстановления.
16. Свойства и основные показатели надежности автомобилей.
17. Понятие об основных нормативах технической эксплуатации.
18. Периодичность технической эксплуатации автомобилей понятия и определения.
19. Метод определения периодичности технического обслуживания по допустимому уровню безотказности.
20. Метод определения периодичности технического обслуживания автомобилей по допустимому значению и закономерности изменения параметра технического состояния.
21. Техничко-экономический метод определения периодичности технического обслуживания автомобилей.
22. Экономико-вероятностный метод определения периодичности технического обслуживания автомобилей.
23. Метод статистических испытаний определения периодичности технического обслуживания автомобилей.
24. Трудоемкость технического обслуживания автомобилей.
25. Техническая диагностика автомобилей. Термины и определения.

26. Определение предельных и допустимых значений параметров технического состояния автомобилей.
27. Классификация параметров технического состояния автомобилей.
28. Диагностика, как метод получения информации об уровне работоспособности автомобилей.
29. Категории систем диагностирования.
30. Задачи технического диагностирования автомобилей при разработке методов и средств диагностирования.
31. Характеристика методов поиска неисправностей при диагностировании автомобилей.
32. Методы диагностирования автомобилей.
33. Диагностирование по изменению герметичности рабочих объемов.
34. Диагностирование двигателей по параметрам рабочих процессов
35. Виброакустические методы диагностирования.
36. Методы оценки качества нефтепродуктов.
37. Диагностирование автомобиля по мощностным и топливным показателям.
38. Прогнозирование технического состояния автомобилей.
39. Среднестатистическое прогнозирование технического состояния автомобилей.
40. Прогнозирование технического состояния автомобилей по реализации.
41. Прогнозирование остаточного ресурса автомобилей при известной наработке.
42. Прогнозирование остаточного ресурса автомобилей при неизвестной наработке.
43. Назначение и основы системы технического обслуживания и ремонта автомобилей.
44. Методы формирования системы технического обслуживания и ремонта автомобилей.
45. Техничко-экономический метод формирования системы технического обслуживания и ремонта автомобилей.
46. Метод формирования системы технического обслуживания и ремонта автомобилей с помощью группировки по стержневым операциям.
47. Экономико-вероятностный метод формирования системы технического обслуживания и ремонта автомобилей.
48. Метод формирования системы технического обслуживания и ремонта автомобилей с помощью естественной группировки.
49. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава.
50. Назначение работ технического обслуживания автомобилей.
51. Назначение ремонтных работ.

52. Количественная оценка состояния автомобилей и показателей эффективности технической эксплуатации автомобилей.

53. Неисправности кривошипно-шатунного механизма и способы их выявления.

54. Неисправности кривошипно-шатунного механизма и способы их устранения.

55. Неисправности газораспределительного механизма и способы их выявления.

56. Неисправности газораспределительного механизма и способы их устранения.

57. Неисправности системы охлаждения и способы их выявления.

58. Неисправности системы охлаждения и способы их устранения.

59. Неисправности системы смазки и способы их выявления.

60. Неисправности системы смазки и способы их устранения.

61. Неисправности системы питания карбюраторного двигателя и способы их выявления.

62. Неисправности системы питания карбюраторного двигателя и способы их устранения.

63. Неисправности системы питания дизельного двигателя и способы их выявления.

64. Неисправности системы питания дизельного двигателя и способы их устранения.

65. Операции технического обслуживания кривошипно-шатунного механизма двигателя по видам ТО.

66. Операции технического обслуживания газораспределительного механизма двигателя по видам ТО.

67. Операции технического обслуживания системы охлаждения двигателя по видам ТО.

68. Операции технического обслуживания системы смазки двигателя по видам ТО.

69. Операции технического обслуживания системы питания карбюраторного двигателя по видам ТО.

70. Перечислите виды ТО.

71. Характеристика категорий условий эксплуатации автомобилей.

72. Какова периодичность номерных ТО, зависимость ее от условий эксплуатации.

73. Виды операций ТО.

74. Покажите основные точки смазки (заправки) двигателя (трансмиссии, ходовой части, рулевого управления) и поясните способ смазки (заправки), марку масла, периодичность.

75. Какие проверочные работы проводятся при ТО-1.

76. Какие соединения регулируют при ТО-2.

77. Диагностирование каких узлов производится только при ТО-2.

78. У каких элементов автомобиля и при каких ТО проверяют, доливают и заменяют масло, рабочую жидкость.
79. При каких ТО очищают и промывают фильтры различных систем.
80. У каких элементов производят подтягивание креплений и при каких номерных ТО.
81. Какие операции сезонного ТО выполняются по автомобилю.
82. Какое влияние оказывает ТО на состояние кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов?
83. Перечислите крепежные операции кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов и виды ТО при которых они выполняются.
84. Какие группы операций проводятся при ежесменном обслуживании (ЕО) для кривошипно-шатунного и газораспределительного механизмов?
85. Каковы особенности проведения ТО-1, ТО-2, СО кривошипно-шатунного механизма?
86. Назовите причины возникновения неисправностей газораспределительного механизма и способы их устранения.
87. При каком ТО проводят проверку величины компрессии?
88. Назовите причины возникновения стуков в кривошипно-шатунном механизме и способы их устранения.
89. Какое влияние оказывает ТО на состояние системы охлаждения?
90. Перечислите контрольно-регулирующие операции системы охлаждения и виды ТО при которых они производятся.
91. Какие группы операций проводятся при ТО-2 для системы смазки?
92. Каковы особенности проведения ТО-1, ТО-2, системы охлаждения?
93. Как часто и каким образом промывают смазочную систему?
94. Операции технического обслуживания системы питания дизельного двигателя по видам ТО.
95. Методика притирки клапанов газораспределительного механизма.
96. Методика проверки действия термостата.
97. Методы проверки качества картерного масла.
98. Методика проверки пропускной способности жиклеров карбюратора.
99. Принцип действия и порядок проверки форсунок с помощью максиметра.
100. Методика проверки начала нагнетания топлива секциями топливного насоса высокого давления.

## Вопросы для тестирования

### Раздел 1. Основы обеспечения работоспособности автомобилей

ПК-15 – владение знаниями технических условий и правил рациональной эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, причин и последствий прекращения их работоспособности;

1. Как классифицируются отказы по причине возникновения

- 1) конструкционные;
- 2) производственные;
- 3) эксплуатационные;
- 4) все перечисленные (правильно).

2. Как классифицируются отказы по закономерности возникновения

- 1) постепенные (правильно);
- 2) кратковременные;
- 3) нарастающие.

3. Надежность – это ...

1) свойство изделия, агрегата или механизма выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования ТО, ремонтов, хранения и транспортировки (правильно);

2) время работы детали до появления отказа и характеризует её долговечность;

3) свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определённого времени или пробега;

4) свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе проведения ТО и ремонта.

4. Безотказность – это ...

1) свойство изделия, агрегата или механизма выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования ТО, ремонтов, хранения и транспортировки;

2) время работы детали до появления отказа и характеризует её долговечность;

3) свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определённого времени или пробега (правильно);

4) свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе проведения ТО и ремонта.

5. Ресурс детали – это ...

1) свойство изделия выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в заданных пределах,

соответствующих заданным режимам и условиям использования ТО, ремонтов, хранения и транспортировки;

2) время работы детали до появления отказа и характеризует её долговечность (правильно);

3) свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определённого времени или пробега (правильно);

4) свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе проведения ТО и ремонта.

6. Долговечность – это

1) свойство изделия, агрегата или механизма выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования ТО, ремонтов, хранения и транспортировки;

2) время работы детали до появления отказа и характеризует её долговечность;

3) свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определённого времени или пробега;

4) свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе проведения ТО и ремонта (правильно).

7. Надёжность автомобиля, как единого целого, характеризуется следующими основными свойствами:

1) безотказность;

2) долговечность;

3) ремонтпригодность;

4) сохраняемость;

5) все перечисленные (правильно).

8. Ремонтпригодность – это ...

1) свойство изделия, агрегата или механизма выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования ТО, ремонтов, хранения и транспортировки;

2) свойства автомобиля, заключающиеся в его приспособленности к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений, поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путём проведения ТО и ремонта (правильно);

3) свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определённого времени или пробега;

4) свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе проведения ТО и ремонта.

9. Сохраняемость – это ...

1) свойство изделия, агрегата или механизма выполнять заданные функции, сохраняя во времени установленные эксплуатационные показатели в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования ТО, ремонтов, хранения и транспортировки;

2) свойство автомобиля сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после хранения и транспортирования (правильно);

3) свойство автомобиля непрерывно сохранять работоспособность в течение определённого времени или пробега;

4) свойство автомобиля сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе проведения ТО и ремонта.

10. Сколько существует способов обеспечения работоспособности автомобилей в эксплуатации при наименьших суммарных, материальных и трудовых затратах и потерях времени

1) 2 (правильно);

2) 3;

3) 4;

4) 5.

11. Что такое эталонные условия эксплуатации?

1) работа базовых моделей автомобилей, имеющих пробег от начала эксплуатации в пределах 50-75% от нормы пробега до КР, в условиях эксплуатации первой категории в умеренном климатическом районе, с умеренной агрессивностью окружающей среды (правильно);

2) работа базовых моделей автомобилей, имеющих пробег от начала эксплуатации в пределах 50-75% от нормы пробега до КР, в условиях эксплуатации первой категории в засушливом климатическом районе, с низкой агрессивностью окружающей среды;

3) работа базовых моделей автомобилей, имеющих пробег от начала эксплуатации в пределах 50-75% от нормы пробега до КР, в условиях эксплуатации первой категории в умеренном климатическом районе, с высокой агрессивностью окружающей среды;

4) работа базовых моделей автомобилей, имеющих пробег от начала эксплуатации в пределах 50-75% от нормы пробега до КР, в условиях эксплуатации второй категории в арктическом климатическом районе, с умеренной агрессивностью окружающей среды.

12. Какие факторы учитываются при корректировании нормативов ТО и ремонта при работе в других условиях?

1) категория условий эксплуатации;

2) модификация подвижного состава и особенности организации его работы;

3) природно-климатические условия;

4) уровень концентрации подвижного состава;

5) все перечисленное.

13. Система – это:

1) совокупность элементов или подсистем, находящихся во взаимодействии и образующих определенную целостность (правильно);

2) упорядоченная совокупность элементов, выполняющих определенные целевые функции;

3) множество элементов, взаимно дополняющие друг друга и имеющие нестабильные иерархические связи.

14. Цель системы представляет собой:

1) возможное ее будущее состояние, достижимое с помощью определенных действий (правильно);

2) желаемый конечный результат, который должен быть достигнут;

3) состояние системы, которое может возникнуть как результат принятия решений.

15. Дерево целей определяет:

1) содержание целей и показатели эффективности, которые необходимо достичь (правильно);

2) мероприятия, с помощью которых можно добиться достижения поставленных целей;

3) уточнение целей (определение формы, терминов, ограничений целей).

16. Управление является рациональным если:

1) произошло улучшение состояние системы, но цели полностью не достигнуты (правильно);

2) произошло улучшение состояние системы и полностью достигнуты цели;

3) полностью достигнуты системой назначенные цели в заданное время.

17. Программа управления системой при жестком управлении строится исходя из следующих условий:

1) полная определенность будущих воздействий среды и состояния системы и несущественность влияния непредвиденных возмущений (правильно);

2) значительное влияние непредвиденных возмущений или защита объекта управления от них и неопределенность будущих воздействий среды;

3) неопределенность будущих воздействий среды и несущественность влияния непредвиденных возмущений.

18. В каких этапах управления участие руководителя высшего уровня является обязательным:

1) на этапе определения цели, на этапе анализа информации, принятия решений, на этапе анализа причин, по которым не были достигнуты цели (правильно);

2) на этапе определения цели, на этапе обработки информации, на этапе реализации управляющего действия;

3) на этапе получения и анализа информации о состоянии системы, ее экспертизы, на этапе доведения решений до исполнителей.

19. Какой элемент структуры системы ТО и ремонта непосредственно предназначен для снижения интенсивности изменения параметров технического состояния?

- 1) диагностирование;
- 2) ежедневное обслуживание;
- 3) периодическое техническое обслуживание (правильно);
- 4) технический осмотр.

20. Текущий ремонт автомобиля предназначен для ...

1) для обеспечения соответствия ресурсов автомобилей и агрегатов до капитального ремонта нормативным значениям (правильно);

2) для регламентированного восстановления работоспособности автомобилей и агрегатов;

3) обеспечения ресурса до следующего ремонта не менее норм для новых автомобилей и агрегатов;

4) Поддержания автомобиля в работоспособном состоянии.

21. С помощью каких диагностических параметров определяют общее состояние тормозной системы автомобиля?

1) тормозные силы и их разность на колёсах каждой оси (правильно);

2) сила нажатия на педаль;

3) скорость нарастания и спада тормозных сил;

4) время срабатывания тормозных механизмов.

22. Анализ отработавших газов проводится у прогретого двигателя и ...

1) на пусковой частоте вращения коленчатого вала;

2) на минимально устойчивой частоте вращения холостого хода (правильно);

3) на частоте вращения коленчатого вала соответствующей 50% номинальной частоты вращения;

4) на частоте вращения коленчатого вала соответствующей 70% номинальной частоты вращения;

23. Какие из перечисленных свойств не являются составными свойствами надежности?

1) безотказность;

2) эргономичность (правильно);

3) ремонтпригодность;

4) долговечность.

## **Раздел 2. Общая характеристика технологических процессов обеспечения работоспособности автомобилей**

ПК-14 – способность к освоению особенностей обслуживания и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования и транспортных коммуникаций.

1. Техническое обслуживание – это комплекс организационно-технических мероприятий, которые проводятся для...

- 1) уменьшения интенсивности изнашивания деталей автомобиля;
- 2) предупреждения неисправностей;
- 3) поддержания надлежащего внешнего вида транспортного средства;
- 4) обеспечения всех перечисленных показателей (правильно).

2. Система технического обслуживания, принятая в России, направлена на ...

1) оперативное устранение выявленных в процессе эксплуатации неисправностей;

2) своевременное выявление технического состояния и предупреждение неисправностей (правильно);

3) уменьшение тяжести последствий дорожно-транспортных происшествий, возникающих из-за технических неисправностей;

4) достижение всех перечисленных целей.

3. Техническое обслуживание проводится...

1) принудительно в плановом порядке (правильно);

2) по потребности после выявления неисправности автомобиля;

3) в плановом порядке или по потребности, в зависимости от особенностей эксплуатации;

4) в гарантийном периоде.

4. Объем операций, которые должны выполняться при каждом виде технического обслуживания, определяется...

1) водителем по результатам осмотра автомобиля;

2) механиком, в зависимости от условий эксплуатации автомобиля;

3) нормативным перечнем (правильно);

4) характером выявленных неисправностей.

5. Периодичность выполнения технического обслуживания ТО-1 и ТО-2 измеряется...

1) временем работы автомобиля;

2) пробегом автомобиля с грузом;

3) общим пробегом автомобиля (правильно);

4) объемом выполненной транспортной работы.

6. Периодичность выполнения отдельных видов технического обслуживания зависит от...

1) квалификации водителя;

2) категории условий эксплуатации (правильно);

3) объема выполненной транспортной работы;

4) характера перевозимого груза.

7. Периодичность какого из указанных ниже видов технического обслуживания не зависит от пробега автомобиля?

- 1) ТО-1;
- 2) ТО-2;
- 3) СО (правильно);
- 4) всех перечисленных.

8. Для каких видов технического обслуживания периодичность измеряется в километрах пробега?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-1 (правильно);
- 3) СО;
- 4) всех перечисленных.

9. Какой вид технического обслуживания имеет, наименьшую трудоемкость?

- 1) СО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) ЕО (правильно).

10. Несвоевременное или некачественное выполнение операций технического обслуживания в полном объеме ведет к...

- 1) преждевременному износу и уменьшению сроков службы;
- 2) увеличению эксплуатационных затрат;
- 3) увеличению вероятности появления неисправностей;
- 4) всех перечисленных (правильно).

11. Какие виды технического обслуживания включают операции по поддержанию надлежащего вида автомобиля?

- 1) СО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) все виды ТО (правильно).

12. Какие виды технического обслуживания включают операции по подготовке автомобилям к летнему и к зимнему периоду эксплуатации?

- 1) СО (правильно);
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) ЕО.

13. Какие виды технического обслуживания включают операции по углубленной проверке технического состояния?

- 1) СО и ТО-2 (правильно);
- 2) ТО-1;
- 3) ЕО;
- 4) все виды ТО.

14. Какие виды технического обслуживания включают операции по заправке автомобиля эксплуатационными материалами?

- 1) СО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) все виды ТО (правильно).

15. Какие виды технического обслуживания включают операции по проверке и подтяжке мест креплений узлов и агрегатов?

- 1) СО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) все выше перечисленные виды ТО (правильно).

16. Техническое обслуживание включает различные работы (крепежные, смазочные, регулировочные и др.), которые, как правило, выполняются...

- 1) без разборки агрегатов и без снятия узлов с автомобиля (правильно);
- 2) с частичной разборкой агрегатов;
- 3) с полной разборкой узлов и агрегатов;
- 4) со снятием узлов с автомобиля.

17. Периодичность технического обслуживания зависит от категории условий эксплуатации, в которой работает автомобиль. Для какой категории установлена наименьшая периодичность, выражаемая в тысячах километров пробега?

- 1) для первой;
- 2) для второй;
- 3) для третьей (правильно);
- 4) для четвертой.

18. Чему равна периодичность выполнения ТО-1 (в тыс. км пробега) автомобиля ГАЗ-24 для I категории условий эксплуатации?

- 1) 4 (правильно);
- 2) 8;
- 3) 12;
- 4) 16.

19. Автомобиль ГАЗ-53-12, работающий в I категории условий эксплуатации, прошел ТО-2. Через сколько километров пробега этот автомобиль должен вновь пройти ТО-2?

- 1) 5 тыс.;
- 2) 10 тыс. (правильно);
- 3) 15 тыс.;
- 4) 20 тыс.

20. Какие виды технического обслуживания выполняются в межсменное время?

- 1) СО;

- 2) ТО-2;
- 3) ТО-1;
- 4) ЕО (правильно).

21. Если различные автомобили работают в условиях, отнесенных к одной категории эксплуатации, то для каких автомобилей установлена наименьшая периодичность выполнения ТО-1?

- 1) для легковых;
- 2) для грузовых с бортовой платформой;
- 3) для автомобилей-самосвалов (правильно);
- 4) для автобусов.

22. Если различные автомобили работают в условиях, отнесенных к одной категории эксплуатации, то для каких автомобилей установлена наибольшая периодичность выполнения ТО-1?

- 1) для легковых. (правильно);
- 2) для грузовых с бортовой платформой;
- 3) для автомобилей-самосвалов;
- 4) для автобусов.

23. Техническое обслуживание выполняется в соответствии с...

- 1) планом-графиком (правильно);
- 2) письменным заявлением водителя;
- 3) приказом начальника АТП;
- 4) любым из указанных документов.

26. Ремонт подвижного состава проводят...

1) по потребности в зависимости от его технического состояния (правильно);

2) в плановом порядке через определенный пробег независимо от технического состояния;

3) только по окончании установленного межремонтного пробега независимо от технического состояния;

4) по графику.

27. Различают два вида ремонта: текущий и капитальный. Оба указанные виды могут выполняться...

1) только при ремонте одного из агрегатов (узлов);

2) только при ремонте автомобиля в целом;

3) как при ремонте автомобиля в целом, так и при ремонте отдельных узлов и агрегатов (правильно);

4) только при ремонте детали.

28. Капитальный ремонт автомобилей производится на...

1) автомобильных заводах-изготовителях;

2) авторемонтных заводах (правильно);

3) крупных автотранспортных предприятиях;

4) всех перечисленных предприятиях.

29. Чему равен пробег до капитального ремонта новых автомобилей ГАЗ-53-12 (в тыс. км)?

- 1) 50;
- 2) 150;
- 3) 250;
- 4) 350 (правильно).

30. Какие явления происходят с новым автомобилем при пробеге первой тысячи километров?

- 1) интенсивное прирабатывание трущихся поверхностей;
- 2) уплотнение (утонение) прокладок между деталями;
- 3) ослабление крепления деталей;
- 4) все перечисленные (правильно) .

31. Во время обкатки грузового автомобиля рекомендуется...

- 1) не ездить по плохим дорогам;
- 2) не развивать скорость более 45 км/ч;
- 3) загружать автомобиль не более 80% от полной грузоподъемности;
- 4) соблюдать все перечисленные указания (правильно) .

32. Первую замену масла в картере двигателя грузового автомобиля, проходящего обкатку, рекомендуется провести через ... пробега после начала эксплуатации.

- 1) 250 км;
- 2) 500 км (правильно);
- 3) 1000 км;
- 4) 2000 км.

33. Первую замену масла в картерах главных передач, раздаточных коробок и ведущих мостов грузовых автомобилей, проходящих обкатку, рекомендуется провести через ... пробега после начала эксплуатации.

- 1) 1000 км (правильно);
- 2) 2000 км;
- 3) 4000 км;
- 4) 8000 км.

ПК–39 – способность использовать в практической деятельности данные оценки технического состояния транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования, полученные с применением диагностической аппаратуры и по косвенным признакам.

1. При проверке технического состояния выявляются...

- 1) количественные значения его параметров;
- 2) его состояние: исправен или неисправен;
- 3) места возникновения неисправностей;
- 4) все перечисленные показатели (правильно) .

2. Прогнозирование длительности безотказной работы...

- 1) обычно возможно при проверке общего технического состояния;

2) требует, как правило, углубленной поэлементной проверки (правильно);

3) проводится на основе субъективных методов диагностирования;

4) проводится на основе инструментального контроля.

3. Диагностированием называется процесс...

1) выявления дефектов, влияющих на безопасность движения;

2) определения технического состояния агрегатов, систем и механизмов (правильно);

3) выявления и устранения неисправностей и отказов;

4) устранения неисправностей, влияющих на безопасность.

4. Диагностирование...

1) является неотъемлемой частью системы технического обслуживания и ремонта автомобиля (правильно);

2) служит только для уточнения потребности в текущем ремонте;

3) непосредственно не связано с системой технического обслуживания;

4) предназначено только для выявления качества технического обслуживания и ремонта.

5. В результате диагностирования техническое состояние автомобиля ....

1) изменяется;

2) остается неизменным (правильно);

3) частично изменяется;

4) полностью улучшается.

6. Диагностирование осуществляется в большинстве случаев ...

1) без снятия с автомобиля агрегатов и узлов и без их разборки (правильно);

2) со снятием с автомобиля агрегатов и узлов;

3) с частичной разборкой агрегатов и узлов без снятия их с автомобиля;

4) после полной разборки агрегатов и узлов, снятых с автомобиля.

7. Какие диагностические работы выполняются при ежедневном техническом обслуживании автомобилей?

1) проверка комплектности, состояния кузова, номерных и опознавательных знаков;

2) проверка исправности механизмов дверей, запоров, багажника и капота, приборов освещения, сигнализации и контрольно-измерительных;

3) проверка исправности стеклоочистителя, устройств обмыва ветрового стекла, герметичности систем охлаждения, смазки, питания, гидравлического привода тормозов;

4) все перечисленные работы (правильно) .

8. При каких видах технического обслуживания проверяют уровень электролита в аккумуляторной батарее и при необходимости доводят его до нормы?

1) ТО-1;

2) ТО-2;

- 3) СО;
- 4) всех перечисленных (правильно).

9. При каких видах технического обслуживания проверяют плотность электролита и степень заряженности батареи?

- 1) ТО-1;
- 2) ТО-2 (правильно);
- 3) ЕО;
- 4) всех перечисленных.

10. При каких видах технического обслуживания доводят плотность электролита до нормы периода эксплуатации?

- 1) ТО-1;
- 2) ТО-2 (правильно);
- 3) ЕО;
- 4) всех перечисленных.

11. При каких видах технического обслуживания проверяют и при необходимости подтягивают крепление батареи в гнезде?

- 1) ТО-1;
- 2) ТО-2;
- 3) СО;
- 4) всех перечисленных (правильно).

12. При каких видах технического обслуживания проверяют надежность крепления контактных клемм и прочищают вентиляционные отверстия?

- 1) ТО-1;
- 2) ТО-2;
- 3) СО;
- 4) всех перечисленных (правильно).

13. При каких видах технического обслуживания проверяют исправность генератора по показаниям амперметра?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) всех перечисленных (правильно).

14. При каких видах технического обслуживания проверяют крепление генератора и при необходимости закрепляют?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-2 (правильно);
- 3) через 25-30 тыс. км пробега;
- 4) всех перечисленных.

15. При каких видах технического обслуживания проверяют состояние щеток и контактных колец генератора?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2 (правильно);

4) через 25-30 тыс. км пробега.

16. При каких видах технического обслуживания проверяют натяжение ремня привода генератора и при необходимости регулируют натяжение?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-2 (правильно);
- 3) через 25-30 тыс. км пробега;
- 4) всех перечисленных.

17. При каких видах технического обслуживания проверяют состояние обмоток выпрямителя и других узлов?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) через 25-30 тыс. км пробега (правильно).

18. При каких видах технического обслуживания проверяют действие звукового сигнала?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) всех перечисленных (правильно).

19. При каких видах технического обслуживания проверяют правильность регулировки направления света фар?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2 (правильно);
- 4) всех перечисленных.

20. При каких видах технического обслуживания проверяют действие переключателей, выключателей ламп приборов освещения и световой сигнализации?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) всех перечисленных (правильно).

21. При каких видах технического обслуживания проверяют состояние изоляции проводов и изолируют поврежденные места в электрической сети электрооборудования автомобиля?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2 (правильно);
- 4) всех перечисленных.

22. При каких видах технического обслуживания проверяют действие механизма сцепления троганием с места и переключением передач при движении?

- 1) ЕО;

- 2) ТО-1;
- 3) ТО-2;
- 4) всех перечисленных (правильно).

23. При каких видах технического обслуживания проверяют свободный ход педали сцепления?

- 1) ЕО;
- 2) ТО-2 (правильно);
- 3) через 25-30 тыс. км пробега;
- 4) всех перечисленных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Курс лекций направлен на подготовку студентов к обучению на лабораторных и практических занятиях, овладение студентами системой знаний, умений и навыков, полученных в процессе изучения дисциплин и подтвержденных на практике. Курс лекций интегрирующий, он позволяет подготовить студентов к работе на производстве в качестве инженера. При освоении курса лекций происходит более углубленное обобщение и систематизация материала, что позволяет знания и умения поднять на более высокий уровень. А это, в свою очередь, будет способствовать формированию общих компетенций. При систематизации и обобщении знаний и умений обучающихся проявляется в большей степени и развивающий эффект обучения, поскольку на этом этапе особенно интенсивно формируются и систематизируются интеллектуальные умения и навыки.

# БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

## Основная литература

1. Лянденбургский, В.В. Техническая эксплуатация автомобилей. «Курсовое проектирование» [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 260 с.
2. Лянденбургский, В.В. Техническая эксплуатация автомобилей. Лабораторный практикум для лабораторных и практических работ [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 212 с.

## Дополнительная литература

3. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] /под ред. д-ра техн. наук проф. Е.С. Кузнецова. – М.: Транспорт, 2001, 2003. – 413 с.
4. Лянденбургский, В.В. Техническая диагностика на транспорте [Текст]: учебное пособие / В.В. Лянденбургский, П.И. Аношкин, А.С. Иванов, А.М. Белоковильский. – Пенза: ПГУАС, 2012. – 252 с.
5. Лянденбургский В.В. Основы работоспособности технических систем [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.М. Белоковильский, А.С. Иванов. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 144 с.
6. Лянденбургский, В.В. Техническое обслуживание автомобилей и текущий ремонт автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов, А.В. Рыбачков. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 134 с.
7. Лянденбургский, В.В. Техническая эксплуатация автомобилей. «Диагностирование автомобилей» [Текст]: учеб. пособие / В.В. Лянденбургский, А.С. Иванов, А.А. Карташов. – Пенза: ПГУАС, 2011. – 288 с.
8. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учебник для вузов /под ред. Г.В. Крамаренко. – М.: Транспорт, 1983 – 488 с.
9. Прудовский, Б.Д. Управление технической эксплуатацией автомобилей по нормативным показателям [Текст] / Б.Д. Прудовский, В.Б. Ухарский. – М.: Транспорт, 1990 – 239 с.
10. Аринин, И.Н. Диагностирование технического состояния автомобилей [Текст] / И.Н. Аринин. М.: – Транспорт, 1978. – 178 с.
11. Спичкин, Г.В. Диагностирование технического состояния автомобилей [Текст] / Г.В. Спичкин [и др.]. – М.: Высшая школа, 1983. – 368 с.
12. Колесник, П.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей [Текст]: учебник для вузов / П.А. Колесник, В.А. Шейнин. – М.: Транспорт, 1985. – 325 с.
13. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта [Текст]. – М.: Транспорт, 1986. – 72 с.
14. Шумик, С.В. Техническая эксплуатация автотранспортных средств [Текст]: Курсовое и дипломное проектирование / С.В. Шумик [и др.]. – Минск: Вышейш. шк., 1988. – 206 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
1. ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	5
Лекция 1. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ.....	5
Лекция 2. МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НОРМАТИВОВ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	30
Лекция 3. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ.....	60
2. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	76
Лекция 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И АВТОМОБИЛЕЙ.....	76
Лекция 5. КОНТРОЛЬНО-ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ПО АВТОМОБИЛЮ.....	119
Контрольные вопросы.....	136
Вопросы для тестирования.....	140
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	154
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	155

Учебное издание

Лянденбургский Владимир Владимирович

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Курс лекций

В авторской редакции

Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 01.07.16.

Формат 60x84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл.печ.л. 9,07.

Уч.-изд.л. 9,75.

Тираж 80 экз.

Заказ № 458.



Издательство ПГУАС.

440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.