

**Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации**

**ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

А.А. Глущенко

**ТЕХНИЧЕСКАЯ  
ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
АВТОМОБИЛЕЙ**  
(учебное пособие)

**Ульяновск –2019**

УДК 621.45.02

ББК 39.35

Г-55

**Глущенко, Андрей Анатольевич.** Техническая эксплуатация автомобилей: учебное пособие для студентов инженерно-физического факультета / А.А. Глущенко – Ульяновск: УлГУ, 2019. – 232 с.

Рецензенты: Хусаинов Альберт Шамилевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Проектирование и сервис автомобилей» ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»

В учебном пособии рассматриваются теоретические и нормативные основы технической и производственной эксплуатации автомобилей, закономерности изменения технического состояния, формирование системы обеспечения работоспособности автомобилей. Производственно-техническая база и материально-техническое обеспечение системы поддержания и восстановления работоспособного состояния автомобилей.

Учебное пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и направлениям подготовки 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», а также может быть полезно для магистров, аспирантов, инженерно-технических работников и научных организаций.

*Рекомендовано к введению в образовательный процесс Ученым советом Инженерно-физического факультета высоких технологий УлГУ (протокол № 11 от 18 июня 2019 г.).*

© Глущенко А.А., 2019

© ФГБОУ ВО Ульяновский ГУ, 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт играет важную роль в транспортной системе страны. Работой автомобильного транспорта обеспечивается нормальное функционирование предприятий. Свыше 80 % объема всех перевозимых грузов приходится на этот вид транспорта, именно автомобильный подвоз является началом и завершением любых перевозок (железнодорожных, морских, воздушных). Ежедневно автобусы и легковые автомобили перевозят десятки миллионов людей.

Одной из важнейших проблем, стоящих перед автомобильным транспортом, является повышение эксплуатационной надежности автомобилей. Обеспечение работоспособности и реализация потенциальных свойств автомобиля, заложенных при его создании ( в частности, эксплуатационной надежности), снижение затрат на содержание, ТО и ремонт, уменьшение соответствующих простоев. Обеспечивающих повышение производительности перевозок при одновременном снижении их себестоимости, т. е. повышение экономичности и обеспечение экологичности – основные задачи технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта.

Техническая эксплуатация автомобилей как наука определяет пути и методы наиболее эффективного управления техническим состоянием автомобильного парка с целью обеспечения регулярности и безопасности перевозок при наиболее полной реализации технических возможностей конструкции и обеспечении заданных уровней эксплуатационной надежности автомобиля, оптимизации материальных и трудовых затрат, сведении к минимуму отрицательного влияния технического состояния подвижного состава на персонал и окружающую среду.

Техническая эксплуатация автомобилей как область практической деятельности – это комплекс технических, социальных, экономических и организационных мероприятий, обеспечивающих поддержание автомобильного парка в исправном состоянии при рациональных затратах трудовых и материальных ресурсов и обеспечении нормальных условий труда и быта персонала. Эффективность технической эксплуатации автомобилей обеспечивает инженерно-техническая служба.

## ГЛОССАРИЙ

**Автомобильная дорога** - комплекс инженерных сооружений (земляное полотно, проезжая часть, мосты, предприятия придорожного сервиса и т. п.), предназначенных для обеспечения движения нерельсовых транспортных средств и пешеходов.

**Безотказность** - свойство изделия непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного времени или наработки.

**Внезапный отказ** – отказ, характеризующийся скачкообразным изменением параметра технического состояния объекта (например, отказ по причине превышения допустимого уровня нагрузки).

**Диагностирование (контроль)** - процесс определения технического состояния объекта без его разборки путем сопоставления измеренных показателей с нормативными, являющийся технологическим элементом ТО и Р.

**Диагностические параметры** – параметры, характеризующие качественную меру проявления технического состояния автомобилей и их составных частей по косвенным признакам (шум, вибрация, дымность отработавших газов и др.).

**Долговечность** - это свойство длительно сохранять работоспособность до предельного состояния при установленной системе ТО и Р.

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

**Исправное состояние (исправность)** – это такое состояние автомобиля, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической документации.

**Кавитация** - образование, а затем поглощение парогазовых пузырьков в движущейся по поверхности детали жидкости при определенных соотношениях давлений и температур в переменных сечениях потока.

**Конструктивный отказ** – отказ, возникающий вследствие нарушения установленных правил и (или) норм конструирования объекта.

**Коррозия** - процесс разрушения материалов вследствие физико-химического взаимодействия с внешней средой.

**Наработка** - это продолжительность работы автомобиля, определяемая пробегом в км, временем работы в мото-часах, количеством израсходованного топлива в килограммах или циклом.

**Надежность** - это комплексное свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах все параметры, обеспечивающие выполнение требуемых функций в заданных условиях эксплуатации и характеризуемое такими свойствами, как долговечность, безотказность, ремонтпригодность и сохраняемость.

**Неисправное состояние (неисправность)** – это такое состояние автомобиля, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической документации.

**Неработоспособное состояние** - состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации.

**Норматив** - количественный или качественный показатель, установленный нормативно-технической документацией и используемый для упорядочения процесса принятия и реализации решений.

**Операция** - это комплекс последовательных действий по обслуживанию агрегата или группы агрегатов автомобиля.

**Отказ** - это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния автомобиля.

**Периодичность ТО** - это нормативная наработка (в километрах пробега, килограммах израсходованного топлива или часах работы) между двумя последовательно проводимыми однородными работами или видами ТО.

**Повреждение** - событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

**Постепенный отказ** – отказ, характеризующийся монотонным изменением параметров технического состояния объекта (например, износы, усталостные разрушения и т. п.).

**Предельное состояние** - состояние объекта, при котором его дальнейшее применение по назначению недопустимо или нецелесообразно либо восстановление его исправного или работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

**Процесс** - это определенная законченная совокупность воздействий, оказываемых планомерно и последовательно во времени и пространстве на конкретный объект.

**Работоспособное состояние** - состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской документации

**Регулировочные работы** - регулировочные операции по восстановлению работоспособности агрегатов, механизмов и агрегатов при

ТО предусмотренных в них регулировочных устройств, до уровня, требуемого правилами технической эксплуатации автомобиля или техническими условиями.

**Ремонтпригодность** - это приспособленность объекта к предупреждению, обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ТО и Р.

**Ресурс** - это наработка объекта от начала эксплуатации нового или после капитального ремонта до наступления его предельного состояния, оговоренной в нормативно-технической документации.

**Сервис (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.

**Сохраняемость** - свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности после хранения и транспортирования.

**Техническая диагностика автомобилей** - раздел эксплуатационной науки, в котором изучаются, устанавливаются и классифицируются отказы и неисправности агрегатов и узлов, симптомы этих отказов и неисправностей, а также разрабатываются методы и средства для их выявления с целью определения необходимых профилактических и ремонтных воздействий на объект для поддержания высокого уровня его надежности и прогнозирования ресурса его исправной работы.

**Техническое обслуживание** - комплекс профилактических организационно-технических мероприятий, направленных на поддержание изделия в исправном и работоспособном состоянии и надлежащем внешнем виде; обеспечение надежности, безопасности и экономичности работы автомобиля; снижение интенсивности ухудшения параметров технического состояния; предупреждение отказов и неисправностей, а также выявлению их с целью своевременного устранения.

**Техническая эксплуатация машин** - это комплекс технических, экономических, организационных и других мероприятий, обеспечивающих поддержание машин в работоспособном, исправном состоянии, предупреждение их простоев из-за технических неисправностей.

**Технологическое оборудование** - это орудия производства ТО и ремонта автомобилей, используемые при выполнении работ от начала до окончания технологического процесса.

**Технологическая оснастка** - орудия и средства производства, добавляемые к технологическому оборудованию для выполнения определенной части технологического процесса.

**Технологический отказ** – отказ, являющийся следствием нарушения или несовершенства процесса изготовления, ремонта или технического обслуживания.

**Трудоёмкость** - это затраты труда на выполнение в заданных условиях операции или группы операций ТО или ремонта.

**Управление** - процесс преобразования информации в определенные целенаправленные действия, переводящие управляемую систему (автомобиль, цех, предприятие или отрасль) из исходного в заданное или оптимальное состояние.

**Эксплуатационный отказ** – отказ, вызванный нарушением правил и условий эксплуатации.

## II ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС

### РАЗДЕЛ I ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

#### 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

##### 1.1 Основные тенденции развития автомобильной отрасли и технической эксплуатации автомобилей

Как область практической деятельности техническая эксплуатация автомобилей (ТЭА) - это комплекс взаимосвязанных технических, экономических, организационных и социальных мероприятий, обеспечивающих:

1) своевременную передачу службе эксплуатации предприятия или внешней клиентуре работоспособных автомобилей необходимых номенклатуры и количества и в нужное для них время;

2) поддержание автомобильного парка в работоспособном состоянии при:

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

Как отрасль науки ТЭА определяет пути и методы управления техническим состоянием автомобилей и их парков в различных усло-

виях использования для обеспечения:

- своевременности и безопасности выполнения транспортных процессов при максимальном использовании технико-эксплуатационных свойств автомобилей;

- 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 автомобиля 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 подсистема технической эксплуатации автомобилей организационно и экономически может выступать в качестве:

- производственной структуры (подсистемы) конкретного предприятия (АТП, автоколонна) или их объединений (холдинги), осуществляющей наряду с использованием машин по прямому назначению поддержание их парка в работоспособном состоянии;

- 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 производственной или коммерческой эксплуатации предприятия работоспособными и технически исправными автомобилями, т.е. обеспечивает саму возможность реализации транспортного процесса. В этом случае задача подсистемы производственной или 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. Иными словами, 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 (сервис).

Сервис (сервисная система) - совокупность средств, способов и методов предоставления платных услуг по приобретению, эффективному использованию, обеспечению работоспособности, экономично-

сти, производственной, дорожной и экологической безопасности автотранспортных средств в течение всего срока их службы. Исполнитель осуществляет в соответствии с существующими правилами предоставление услуг юридическим и физическим лицам - владельцам автомобилей (потребителям). Потребитель использует, приобретает, заказывает услуги по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей либо имеет намерение воспользоваться ими. Исполнителем и потребителем могут быть предприятие, организация, учреждение, фермеры или граждане. Техническая эксплуатация и сервис обычно включают в различных для разных предприятий комбинациях следующие основные виды работ и услуг:

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

По отношению к автомобилю составными частями являются агрегаты и механизмы, а по отношению к агрегатам и механизмам – детали. Автомобиль, агрегат, механизм, деталь могут объединяться общим понятием – объект или изделие.

Надежность автомобилей может обеспечиваться - с одной стороны, за счет повышения надежности их составных частей на этапах проектирования и производства путем изготовления деталей из новых материалов с более высокими эксплуатационными свойствами, применения высокопроизводительных и технологичных процессов (электро-

искровое легирование, лазерная обработка и др.), разработки и обоснования прогрессивных конструктивных и технологических решений и т.д., а с другой стороны – за счет совершенствования методов и способов технического обслуживания, ремонта (метод дополнительной ремонтной детали, метод ремонтных размеров и др.) и обеспечения более благоприятных условий эксплуатации (путем обоснованного определения режимов работы, которые определены условиями смазки, температурного и силового нагружения и т.п.).

Требования к надежности машин повышаются в связи с увеличением скорости и интенсивности использования, мощности двигателей, грузоподъемности и вместимости автомобилей.

Ежегодно увеличивающийся возраст и количество эксплуатируемых автомобилей, морально и физически устаревшее ремонтно-технологическое оборудование отечественных предприятиях, не всегда удовлетворительное качество ремонта и обслуживания и недостаточный профессиональный уровень ремонтных рабочих и другие причины усугубляют сложившуюся ситуацию и предопределяют снижение эффективности использования автомобилей. Таким образом, возникает необходимость разработки таких организационных, технических, технологических, экономических и социальных мероприятий которые обеспечивали бы решение поставленных задач ТЭА.

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 их в исправном состоянии при экономном расходовании всех видов ресурсов и обеспечении производственной, дорожной и экологической безопасности. Техническая эксплуатация автомобилей, выполняя свои задачи, способствует повышению эффективности работы предприятий, влияет на объем выполняемой работы, прибыль, производительность труда персонала и безопасность производственных и сопутствующих процессов. Это влияние обеспечивается ТЭА в целом и ее подсистемами, которые называются целереализующими. К ним относятся подсистема потребности в автомобилях и количестве технических воздействий; система ТО и ремонта; производственно-техническая база предприятий; система материально-технического обеспечения и качества эксплуатационных материалов; марочный и возрастной стлав парков; условия эксплуатации.

Однако в настоящее время существуют следующие задачи практического и научного характера:

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

- практически прекратились разработки и обеспечение предприятий современной авторитетной нормативно-технологической документацией. В 2019 г. средний «возраст» такой документации, связанной с ТЭА, превысил 20 лет;

- без практики продолжительных приемочных эксплуатационных испытаний новой техники и материалов и замены их кратковременными стендовыми и лабораторными, отрасль оказалась лишена собственной информационной базы по реальным показателям качества и надежности автомобилей в эксплуатации, позволявшей ранее федеральному органу, представлявшему интересы многочисленных владельцев предъявлять обоснованные требования к работоспособности парка страны.

Происходящие изменения существенно повышают требования к персоналу и технической эксплуатации. Изменение форм собственности и диверсификация предприятий расширяют самостоятельность и круг деятельности специалистов и, что особенно важно, повышают требования к обоснованности принимаемых ими решений, оценке их экономических, технических, социальных и экологических последствий.

## **1.2 Основные понятия и определения технической эксплуатации автомобилей**

Основной целью технической эксплуатации автомобилей является обеспечение эксплуатации автомобилей путем проведения своевременного и в полном объеме технического обслуживания и ремонта при минимальных затратах трудовых, материальных, природных, топливно-энергетических и других ресурсов. В соответствии с «Положением о ТО и Р ...» под работоспособным состоянием подвижного состава автомобильного транспорта понимается такое, при котором значения всех параметров, характеризующих способность его выполнять транспортную работу, соответствуют требованиям нормативно-технической документации.

Таким образом, работоспособность – это состояние объекта, при котором оно способно выполнять функции в соответствии с параметрами, установленными нормативно-технической документацией.

Отказ – это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния изделия.

Возникновение отказа - конечный результат ряда последовательных этапов, которые независимо от вида отказа, имеют общие черты. На рисунке 1 приведена блок-схема возникновения отказа при превышении уровня допустимых значений нагрузки (внезапные отказы) или при выходе определяющих параметров за пределы допустимых значений (параметрические отказы). В зависимости от стадии «жизненного цикла» и глубины конструкторской проработки анализ отказов проводится с использованием различных источников информации и методов.



**Рис. 1 – Схема возникновения отказа**

Для разработки мероприятий по предупреждению и устранению существует классификация отказов. Отказы бывают:

1) по характеру возникновения – постепенные и внезапные:

а) постепенные отказы характеризуются монотонным изменением параметров технического состояния объекта (например, износы, усталостные разрушения и т.п.);

б) внезапные отказы характеризуются скачкообразным изменением параметра технического состояния объекта (например, отказ по причине превышения допустимого уровня нагрузки);



**Рис. 2 – Классификация отказов**

2) по источнику возникновения - конструктивные, технологические и эксплуатационные:

а) конструктивные отказы возникают вследствие нарушения установленных правил и (или) норм конструирования объекта (например, было установлено, что значительная доля блоков и головок цилиндров, поступающих в капитальный ремонт, является полностью неремонтопригодными из-за размораживания двигателей. В этой связи, был предложен один из способов предотвращения, либо резкого уменьшения такого вида разрушений путем установки предохранительных заглушек);

б) технологические отказы являются следствием нарушения или несовершенства процесса изготовления, ремонта или технического обслуживания;

в) эксплуатационные отказы вызваны нарушением правил эксплуатации;

3) по влиянию на работоспособность изделия – частичный и полный:

а) при частичном отказе объект перестает выполнять какую-либо одну (или несколько) из своих основных функций, продолжая при этом работать и выполнять остальные функции (например, отказ одной из спиралей ламп ближнего и дальнего света);

б) полный отказ характеризуется не возможностью выполнять все установленные функции;

4) по связи с другими элементами изделия – зависимые и независимые:

а) при зависимом отказе отказ одного из элементов объекта вы-

зывает отказ или неисправность другого и (или) объекта в целом;

б) при независимом отказе отказ одного элемента объекта не влияет на исправность других элементов и объекта в целом;

5) по трудоемкости и продолжительности устранения: малая (до 2 чел.·ч); средняя (от 2 до 4 чел.·ч) и большая (чел.·ч);

б) по частоте возникновения (наработке) – с малой наработкой (до 3...4 тыс. км.), со средней наработкой (от 3...4 до 12...16 тыс. км.) и большой наработкой (более 12...16 тыс. км.);

7) по влиянию на потери рабочего времени – без потерь рабочего времени и с потерей рабочего времени:

а) без потери рабочего времени отказы устраняются во время запланированного ТО и Р или в нерабочее время (например, межсменное время);

б) с потерей рабочего времени отказы устраняются, произошедшие во время выполнения задания;

8) по последствиям – безопасные и опасные:

а) безопасные отказы не влекут за собой человеческие жертвы, не имеют вредного влияния на окружающую среду;

б) опасные отказы являются причинами человеческих увечий, жертв, оказывают вредные влияния на окружающую среду;

9) по возможности устранения – устраняемые и неустраняемые. Кроме того, объект может быть восстанавливаемым или невосстанавливаемым (т.е. объект, работоспособность которого в случае возникновения отказа конструктивно подлежит или не подлежит восстановлению в конкретной ситуации при эксплуатации), а также ремонтируемым или неремонтируемым (т.е. объект, исправность или работоспособность которого в случае возникновения отказа или неисправности подлежит или не подлежит восстановлению с точки зрения их приспособленности к ремонту и ТО с учетом экономической или технической целесообразности (цена или ресурс нового и отремонтированного изделия)).

10) По сложности отказы подразделяют на три группы.

а) отказы первой группы сложности устраняют заменой или ремонтом деталей, расположенных снаружи агрегатов или сборочных единиц, или путем внеочередного проведения операций ежесменного и периодических технических обслуживания (ТО-1 и ТО-2). Как правило, эти отказы устраняют механизаторы в полевых условиях.

б) отказы второй группы сложности устраняют заменой или ремонтом легкодоступных сборочных единиц и агрегатов, с раскрытием внутренних полостей основных агрегатов или проведением операций внеочередного ТО-2. Эти отказы можно устранить на линии, но с уча-

ствием персонала передвижных ремонтных мастерских.

в) отказы третьей группы сложности устраняют, разбирая основные агрегаты (двигатель, ведущие мосты, коробки передач) в стационарных мастерских.

Под исправным состоянием (исправностью) автомобиля понимается такое состояние, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической документации. Соответственно, неисправность – это состояние, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической документации.

*Наработка* – это продолжительность транспортной работы изделия, определяемая пробегом в км, количеством израсходованного топлива в кг, временем работы в мото-часах или циклом.

*Ресурс* – это наработка объекта от начала эксплуатации нового или после капитального ремонта до наступления его предельного состояния, оговоренная нормативно-технической документацией. Предельное состояние объекта в зависимости от значимости определяется 3 критериями:

1) технический критерий устанавливает такое состояние объекта, при котором оно либо не способно выполнять установленные функции, либо его работа обеспечивается критическим (или близком к критическому) состоянием. (Например, не обеспечение к.п.д., мощности, повышенный шум, скрежет и т.п.);

2) экономический критерий устанавливает такое состояние объекта, при котором дальнейшая его эксплуатация экономически не целесообразна. (Например, значительные затраты на запасные части, топливо, эксплуатационные материалы, длительные простои в ТО и ТР и т.п.);

3) критерий безопасности устанавливает такое состояние объекта, при котором он является опасным для людей и окружающей среды по какому-либо условию (безопасность дорожного движения, экологическая безопасность, безопасность труда и т.д.) экологические показатели не соответствуют требованиям экологической безопасности (например, не соответствие требованиям ЕВРО-3, ЕВРО-4, ISO). При этом, безопасность объекта – это свойство, характеризующее его способность исключения угрозы для жизни и здоровья людей и вредного влияния на окружающую среду. Для автомобилей зачастую наблюдается тесная взаимосвязь критериев при определении предельного состояния. Например, износ цилиндро-поршневой группы двигателей выше установленных нормативно-технической документацией параметров характеризуется показателями, не соответствующими требованиям экологической безопасности.

*Надежность* – это комплексное свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах все параметры, обеспечивающие выполнение требуемых функций в заданных условиях эксплуатации и характеризующее такими свойствами, как долговечность, безотказность, ремонтпригодность и сохраняемость.

*Долговечность* – это свойство длительно сохранять работоспособность до предельного состояния при установленной системе ТО и Р. Показателями долговечности являются: ресурс,  $\gamma$  – процентный ресурс, срок службы,  $\gamma$  – процентный срок службы.  $\gamma$  – процентные показатели – это показатели, которые имеют или превышают в среднем обусловленное число ( $\gamma$ ) процентов изделий данного типа.

*Безотказность* – свойство непрерывно  $\gamma$  сохранять работоспособность в течение заданного времени или наработки. Показателями безотказности являются: средняя наработка до отказа (математическое ожидание наработки до отказа невозстанавливаемого изделия), средняя наработка на отказ (отношение наработки восстанавливаемого изделия к математическому ожиданию числа его отказов в течение этой наработки), интенсивность отказов (отношение среднего числа отказавших в единицу времени или наработки объектов к числу объектов, оставшихся работоспособными), параметр потока отказов (отношение среднего числа отказов восстанавливаемого объекта за произвольную малую его наработку к значению этой наработки; соответствует интенсивности отказов для неремонтируемых изделий, но включает повторные отказы).

*Ремонтпригодность* – это приспособленность объекта к предупреждению, обнаружению причин возникновения отказов, поддержанию и восстановлению работоспособности путем проведения ТО и Р. Показатели ремонтпригодности (РП) регламентируются рядом государственных стандартов и отраслевыми нормативно-техническими документами. Согласно действующим методикам, при капитальном ремонте машин рекомендуется оценивать следующими показателями: средними оперативными и гамма-процентными значениями наработок, продолжительности, трудоемкости, стоимости капитального ремонта; удельными суммарными оперативными значениями продолжительности, трудоемкости и стоимости капитального ремонта; значением вероятности выполнения планового ремонта в заданное время; объединенными удельными значениями продолжительности, трудоемкости и стоимости технических обслуживаний и ремонтов. Анализ состояния вопроса показал, что высокий уровень ремонтпригодности автомобилей и их составных частей во многом определяется объективностью системы нормативов, регламентирующих обеспечение ремонтпри-

годности на этапах расчета, проектирования, производства, эксплуатации и ремонта.

*Технологичность* изделий характеризуется приспособленностью конструкции к выполнению определенных операций, которую рекомендуется оценивать следующими показателями:

*Доступность* – свойство конструкции изделия, определяемое следующими факторами:

- наличием рабочих зон для выполнения операций ТО и Р, а также свободного доступа к местам ТО и Р с учетом требований эргономики;

- возможностью использования необходимого инструмента, средств механизации и автоматизации; возможностью выполнения операций ТО и Р отдельных частей изделия без демонтажа других составных частей;

- возможностью выполнения операций одновременно несколькими исполнителями; рациональным размещением разъемов для внешних диагностических средств).

*Легкосъемность* – свойство конструкции изделия, определяемое следующими факторами:

- рациональным членением составных частей изделия, в том числе использования блочно-модульного принципа;

- использованием рациональных способов крепления и соединения составных частей изделия, подлежащих демонтажу при ТО и Р, которые исключают при демонтаже необходимость в местных нагревах, применении химических веществ, больших усилий, ударов, сложной технологической оснастки, одновременного применения двух и более инструментов;

- обеспечением деталей посадками с гарантированным натягом и демонтажными базами; использованием на крышках люков замков, не требующих для открывания и закрывания специального инструмента;

- применением на составных частях, имеющих большую массу, приспособлений, облегчающих их снятие с изделия (захватов, рым-болтов и т.п.).

*Взаимозаменяемость* – свойство конструкции составной части, обеспечивающее возможность ее применения вместо другой аналогичной составной части без дополнительной обработки с сохранением заданного качества изделия, в которое оно входит. Взаимозаменяемость определяется следующими свойствами: применением составных частей изделия одного назначения с одинаковыми характеристиками; допусками на присоединительные размеры, исключаящими подго-

ночные операции и дополнительное регулирование после сборки отдельных сборочных единиц и изделия в целом; применением креплений, исключающих или сокращающих подгоночные и регулировочные операции при демонтаже составных частей изделия; ограничением числа сопряжений, не подлежащих обезличиванию и требующих селективного подбора деталей) и другими изделиями.

Технологичность различают эксплуатационную и ремонтную. Эксплуатационная технологичность проявляется при подготовке изделия к использованию при транспортировании, хранении, ТО и ТР, а ремонтная – при всех видах ремонтов, кроме текущего.

*Сохраняемость* – свойство объекта сохранять значения показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности после хранения и транспортирования. Показателями являются срок сохраняемости средний и  $\gamma$ -процентный.

Эффективность ТЭА обеспечивается также и качеством автомобилей и их составных частей. Под качеством понимают совокупность свойств, определяющих степень пригодности автомобиля к выполнению заданных функций при использовании по назначению. Оценку качества, надежности и других свойств автомобиля осуществляют при помощи параметров. Под параметром понимается качественная мера, характеризующая свойства объекта, определенная конкретным процессом. Параметры могут быть структурными, конструктивными и диагностическими.

Структурные параметры характеризуют свойство структуры и отражают качественную сторону процессов, происходящих в изделиях (тепловая напряженность, изменение микроструктуры, физико-механические свойства и др.). Они подразделяются на основные и дополнительные. При этом основные структурные параметры характеризуют возможность выполнения системой заданных функций, а дополнительные – удобство в эксплуатации, внешний вид и др.

Конструктивные параметры характеризуют качественную меру проявления технического состояния автомобилей и их составных частей по геометрическим характеристикам изделий (размеры деталей, геометрическим положением деталей относительно друг друга и т.п.) Диагностические параметры характеризуют качественную меру проявления технического состояния автомобилей и их составных частей по косвенным признакам (шум, вибрация, дымность отработавших газов и др.).

Кроме того, параметры бывают входными и выходными. Входной параметр – это качественная мера воздействия на систему извне, а выходной характеризует внешнее проявление свойства системы. К

входным относят нагрузку на двигатель, дорожные и климатические условия и др. К выходным относят такие, как мощность двигателя, расход топлива, частота вибрации элементов трансмиссии, усилия торможения автомобиля и др. Номинальная величина параметра характеризует, как правило, объект (сопряжение, узел, агрегат), как новый или капитально отремонтированный (в некоторых случаях после обкатки и приработки).

*Допустимая величина параметра* – величина параметра, при котором объект (сопряжение, узел, агрегат) годен к эксплуатации без ремонта, регулировки или других профилактических мероприятий до следующего регламентированного контроля его технического состояния. Для ряда основных параметров технического состояния машин и механизмов установлены два допустимых значения. При этом, первая величина допустимого параметра определяется исходя из необходимости обеспечения работоспособности механизма до соответствующего технического обслуживания (обычно до ТО-2), вторая величина допустимого параметра – до очередного ремонта. *Предельная величина параметра* – это величина параметра, при которой дальнейшая эксплуатация объекта (сопряжения, узла, агрегата) недопустима по техническому, экономическому критерию и (или) критерию безопасности. *Текущая величина параметра* – это действительная величина параметра, измеренная (установленная) в процессе диагностирования, дефектации, ремонта и (или) ТО. Для эффективной работы предприятий автотранспортного комплекса с учетом составленных и реализуемых планов и программ необходимо использование обоснованных нормативов.

*Норматив* – количественный или качественный показатель, установленный НТД и используемый для упорядочения процесса принятия и реализации решений. По назначению различают нормативы, регламентирующие:

- свойства изделий (надежность, безопасность, производительность, масса и др.);
- состояние изделий (номинальные, допустимые и предельные значения параметров технического состояния) и материалов (плотность, вязкость, содержание компонентов, примесей и др.);
- ресурсное обеспечение (капиталовложения, расход материалов, запасных частей, трудовые затраты и др.);
- 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 или пожарной безопасности и др.);

- региональные, межотраслевые (положение о ТО и Р и др.);

- отраслевые и групповые (группа предприятий, объединений, холдинг);

- внутриотраслевые и хозяйственные (применяемые на предприятии или группе предприятий нормативы, стандарты качества и др.).

Нормативы используются при определении уровня работоспособности автомобилей и их парка, планировании объемов работ, определении необходимого числа исполнителей, потребности в производственной базе, в технологических расчетах.

К важнейшим нормативам технической эксплуатации относятся периодичности ТО, ресурс изделия до ремонта, трудоемкость ТО и ремонта, расход запасных частей и эксплуатационных материалов.

*Диагностирование (контроль)* – процесс определения технического состояния объекта без его разборки путем сопоставления измеренных показателей с нормативными, являющийся технологическим элементом ТО и Р.

*Техническое обслуживание* – комплекс профилактических организационно-технических мероприятий, направленных на поддержание изделия в исправном и работоспособном состоянии и надлежащем внешнем виде; обеспечение надежности, безопасности и экономичности работы АТ; снижение интенсивности ухудшения параметров технического состояния; предупреждение отказов и неисправностей, а также выявлению их с целью своевременного устранения.

Положением по ТО и Р России в зависимости от назначения, периодичности, перечня и трудоемкости выполняемых работ предусмотрены для автомобилей следующие виды ТО: ЕО – ежедневное обслуживание, ТО-1 – первое техническое обслуживание, ТО-2 – второе техническое обслуживание и СО – сезонное обслуживание. Ремонт – комплекс операций по восстановлению исправного и работоспособного состояния, ресурса машины и составных частей. В соответствии с Положением о ТО и Р в зависимости от назначения, характера и объема выполняемых работ ремонт подразделяется на капитальный (КР) и текущий (ТР).

### **1.3 Требования, предъявляемые к инженеру-механику**

Слово и понятие «инженер» происходит от латинского *ingenium*: изобретательный, сообразительный, способный, образованный, знающий. В древности звание инженера присваивалось лицам, занимающимся строительством, прежде всего военным, а также изо-

братательством и производством. Звание инженера почти триста лет существует в России. Инженерный труд, как и всякий другой, имеет свои особенности. Предметом труда инженера в основном являются как сам технологический процесс, так и его отдельные элементы, а также информация в различных формах ее проявления. В качестве средств труда зачастую выступают инженерные и управленческие методы, а также технологические приспособления, инструменты и оборудования. Управленческий характер инженерного труда: передача инженеру (специалисту, руководителю, менеджеру) в связи с разделением труда наиболее сложных функций: координации, подготовки и организации производства. Материальный характер инженерного труда: создание машин, оборудования, комплексов машин и оборудования, технологических процессов и управление ими в процессе эксплуатации.

Производственный характер инженерного труда - организация производства товара, предоставления услуг, т.е. формирование прироста валового внутреннего продукта. В современном понимании инженер - это специалист с высшим образованием, который, опираясь на теоретические знания, профессиональные навыки, деловые качества, обеспечивает создание, преобразование, поддержание в работоспособном состоянии технических, технологических и других систем с требуемыми (заданными) показателями их функционирования.

Исходя из специфики производства, характера и методов решения производственных задач, весь инженерный корпус можно разделить на следующие группы:

1) конструирование и проектирование новых изделий, систем и сооружений (конструкторы, проектировщики, испытатели и др.);

2) промышленное изготовление новых изделий и систем или индустриальное строительство сооружений (технологи, производители работ и др.);

3) поисково-изыскательские работы (геодезисты, геологи, картографы и др.);

4) эксплуатация изделий, сооружений и систем (технологии-эксплуатационники, электрики, гидравлики, инженеры по техническому обслуживанию и ремонту и др.).

Эта группа специалистов является наиболее многочисленной. Именно от этой категории инженерного, а также работающего под его руководством эксплуатационного персонала зависит фактическая задача, т.е. реализация потенциальных свойств новых изделий, сооружений или систем, создаваемых машиностроительным и строительным комплексами. Первая составляющая требований к специалисту кон-

кретизируется в образовательных учреждениях и формирует у специалиста социальную и мировоззренческую позицию. На производстве умение специалиста квалифицированно решать конкретные задачи обеспечит ему конкурентоспособность, профессиональную адаптацию и последующий рост в иерархии управления. Чем лучше при обучении он будет подготовлен к выполнению задач существующего производства, тем быстрее пройдет период адаптации, длящийся до трех лет, и успешнее будет протекать профессиональная деятельность специалиста. Эта вторая составляющая требований к специалисту, которую можно условно назвать стартовыми профессиональными требованиями, определяется существующим уровнем самого производства и стартовыми (первоначальными) должностями, предоставляемыми на производстве молодым специалистам.

В производственной схеме инженер в качестве мастера, механика в начале трудовой деятельности руководит первичными производственными рабочими коллективами (бригадами, участками) и его перемещение происходит в пределах ИТС. Управленческая схема характерна тем, что начальные и последующие должности инженер занимает в аппарате управления ИТС (инженер, старший инженер, начальник технического отдела и др.). Смешанная схема включает наряду с работой специалиста в управлении руководство рабочими коллективами на различных уровнях.

Продвижение специалиста в иерархии управления сказывается на характере и содержании решаемых им задач. Если в среднем по инженерно-технической службе предприятия на основные задачи эксплуатационно-технологической деятельности приходится 36 %, производственно-управленческой 32 % и учебно-производственной и воспитательной – 17 % рабочего времени, то для рядового инженера это соответственно 80, 4 и 17 %, начальника технического отдела - 31, 33 и 23 %, главного инженера - 12, 50 и 27 %. Во-вторых, меняется само производство: уровень автотракторной техники и технологического оборудования, требования, нормативы, законы, методы, технология и критерии управления и др. Адаптация специалиста и готовность его к изменению своего места на производстве и самого производства обеспечиваются третьей составляющей требований, которую можно назвать динамичностью профессиональных знаний. Эта составляющая должна учитывать как текущую модернизацию производства и деловую карьеру специалиста, так и принципиальные изменения производства в перспективе. Основы этой группы требований должны закладываться уже при подготовке специалистов, а затем дополняться с учетом конкретной ситуации (темпы научно-технического прогресса в

отрасли, возникающие проблемы, сложившаяся деловая карьера специалиста и подготовка к перемещению специалиста в иерархии управления и др.) следующими методами:

- регулярная целевая переподготовка и повышение квалификации (курсы, факультеты повышения квалификации), проводимые через 4-5 лет;

- инициативное перманентное повышение квалификации и самообразование;

- получение дополнительного образования в связи с предполагаемым изменением функций и места в системе управления или личным желанием специалиста (второе образование, магистратура, аспирантура, школы бизнеса и др.).

Техническая эксплуатация автомобилей - совокупность средств, способов и методов человеческой деятельности, направленных на эффективное использование и обеспечение работоспособности, экономичности, безопасности и экологичности машин. Объектами профессиональной деятельности инженера являются предприятия и организации автотранспортного комплекса разных форм собственности, конструкторско-технологические и научные организации, автотранспортные, сервисные и авторемонтные предприятия, фирменные и дилерские центры автомобильных и ремонтных заводов, маркетинговые и транспортно-экспедиционные службы, система материально-технического обеспечения, оптовая и розничная торговля автотракторной техникой, запасными частями, комплектующими изделиями и материалами, необходимыми в эксплуатации. Инженер является специалистом широкого профиля, способным к самостоятельной инженерной, исследовательской, управленческой и организационной деятельности в сфере эксплуатации автомобилей и в соответствии с фундаментальной и специальной подготовкой может осуществлять следующие основные виды профессиональной деятельности:

- эксплуатационно-технологическую;

- проектно-конструкторскую;

- производственно-управленческую;

- научно-исследовательскую;

- учебно-производственную;

- сервисную.

Согласно государственному образовательному стандарту к инженеру предъявляют следующие требования:

- общие требования к образованности специалиста;

- по гуманитарным и социально-экономическим дисциплинам;

- по математическим и другим естественнонаучным дисципли-

нам;

- по общеобразовательным дисциплинам;
- по специальным дисциплинам (в данном случае и по технической эксплуатации автомобилей и тракторов), которые построены по схеме: иметь представление, знать и уметь использовать, иметь опыт.

Высокие профессиональные знания и навыки:

- знание целей и места ИТС, основ и содержания производственного законодательства;

- понимание экономических методов и механизмов управления отраслью и предприятиями;

- умение проводить маркетинговый анализ своей сферы деятельности;

- знание конструкции современных автомобилей и тракторов, их технического обслуживания и ремонта, технологического оборудования;

- знание основ ведения нормативно-технической документации и умение применять его на практике;

- знание технологических процессов и методов ТО, ремонта, хранения и заправки;

- владение методами инженерных технологических и экономических расчетов;

- знание трудового законодательства, прав и обязанностей персонала, требований техники безопасности и охраны труда;

- знание причин, источников и размеров загрязнения окружающей среды от автомобилей и тракторов; владение методами оценки и сокращения этого загрязнения;

- владение основами учета и делопроизводства;

- умение работать с научно-технической литературой (статистическая отчетность, справочники, стандарты, журналы), получать необходимую информацию;

- владение новыми информационными технологиями и использование их на практике (ПК, сети, серверы, Интернет и др.);

- умение организовать свое рабочее место и поддерживать достойный внешний вид. Умение принимать управляющие и инженерные решения:

- знание своих прав и обязанностей, задач подразделения и его места в иерархии управляющей системы (предприятия, организации, фирмы и т.д.);

- владение основами научного прогнозирования, базирующееся на понимании закономерностей развития системы;

- умение предвидеть появление проблем и рассогласований; -

определение и разделение перспективных и текущих (оперативных) целей подразделения;

- умение сформулировать собственные цели и задачи, соответствующие генеральным целям системы;

- умение организовать поступление необходимой информации, ее своевременную обработку и анализ;

- понимание необходимости альтернативных решений и умение формулировать и сравнивать их;

- владение стандартными методами принятия решений в типовых производственных и рыночных ситуациях; умение идентифицировать эти ситуации;

- владение основами принятия решений в нестандартных ситуациях; - понимание условий, в которых целесообразно обратиться к другим специалистам, руководству или внешним консультантам;

- умение поставить перед ними вопросы, требующие решения или согласования.

Умение реализовать решения и работать с персоналом:

- четкая постановка задач и формулировка целей перед исполнителями и подчиненными;

- умение делегировать часть своих обязанностей подчиненным;

- определение условий реализации решений перед руководством (сроков, ресурсов, ограничений и др.);

- тактичность общения с руководством и клиентурой;

- организация регулярного и поэтапного контроля исполнения решений;

- владение деловым стилем работы и общения с подчиненными: тактичность, требовательность;

- умение передавать знания и навыки, использование схемы: «делай как я!»;

- умение использовать, обобщать и развивать полезную инициативу и активность персонала - забота об образовательном, профессиональном и культурном росте подчиненных; подготовка резерва, в том числе на свою должность;

- справедливое и открытое моральное и материальное поощрение или наказание подчиненных;

- умение организовать и возглавить команду, взять ответственность на себя.

Динамичность знаний специалиста, способствующая его профессиональному росту и адаптации к изменяющемуся производству:

- понимание основных закономерностей и пропорций, действующих в отрасли;

- системность взглядов и методов работы;
- гибкость и адаптивность;
- знание теоретических основ технической эксплуатации, умение их использовать на практике;
- умение обобщать и использовать отечественный и зарубежный опыт;
- понимание основных тенденций развития отрасли, знание прогнозов и направлений научно-технического прогресса;
- ознакомление с результатами НИР в отрасли, включая поисковые и фундаментальные;
- активное участие в профессионально-общественных мероприятиях (семинарах, конференциях, выставках и т.д.);
- самокритичность и систематическое повышение собственной квалификации, умение учиться;
- дозированное повышение самооценки и конкурентоспособности на рынке труда по мере накопления профессиональных знаний, навыков и умений.

Инженерный труд характеризуется определенными особенностями и функциями, который связан с проектированием, производством и эксплуатацией автомобилей и тракторов. По характеру решаемых инженером – механиком задач на долю технологических приходится более 35 %, организационно-управленческих - около 30 %, материально-технические примерно 12 % и остальные – 23 %.

### **Контрольные вопросы:**

1. *Охарактеризуйте область практической деятельности ТЭАиТ.*
2. *Охарактеризуйте область научной деятельности ТЭАиТ.*
3. *Опишите этапы «жизненного цикла» автомобиля и трактора.*
4. *Какие основные виды работ и услуг включает техническая эксплуатация и сервис автомобилей и тракторов?*
5. *Какими основными объективными и субъективными причинами диктуется совершенствование системы ТЭАиТ*
6. *Какими методами и способами обеспечивается надежность машин?*
7. *Что является главной задачей дисциплины «Эксплуатация автомобилей и тракторов»?*
8. *Охарактеризуйте подсистему ТЭАиТ «Потребности в услугах и воздействиях ТО и ремонта».*
9. *Охарактеризуйте подсистему ТЭАиТ «Система и организа-*

ция ТО и ремонта автомобилей и тракторов».

10. Охарактеризуйте подсистему ТЭАиТ «Производственно-техническая база».

11. Охарактеризуйте подсистему ТЭАиТ «Персонал».

12. Охарактеризуйте подсистему ТЭАиТ «Система материально-технического обеспечения».

13. Охарактеризуйте подсистему ТЭАиТ «Состав парка машин».

14. Охарактеризуйте подсистему ТЭАиТ «Условия эксплуатации автомобилей и тракторов».

15. Объясните такие понятия в ТЭАиТ, как работоспособность, отказ, неисправность, наработка, ресурс.

16. Приведите классификацию отказов машин.

17. По каким критериям определяется ресурс машины?

18. Объясните такие понятия в ТЭАиТ, как качество, параметр (структурный, конструктивный и диагностический).

19. Что означает номинальная, допустимая и предельная величина параметра?

20. Что такое норматив? Какие нормативы предусматриваются в ТЭАиТ?

21. Охарактеризуйте управленческий, материальный и производственный характер инженерного труда в ТЭАиТ.

22. Какие требования предъявляются к инженеру-механику?

23. Что подразумевается под способностью к саморазвитию?

24. Укажите основные тенденции развития автотракторной отрасли.

## **2 ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ**

### **2.1 Понятие о техническом состоянии**

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

Техническое состояние автомобиля (агрегата, механизма, системы) определяется совокупностью изменяющихся свойств его элементов, характеризующихся текущим значением конструктивных параметров К, (табл. 1). Обычно текущие значения конструктивных пара-

метров связывают с наработкой.

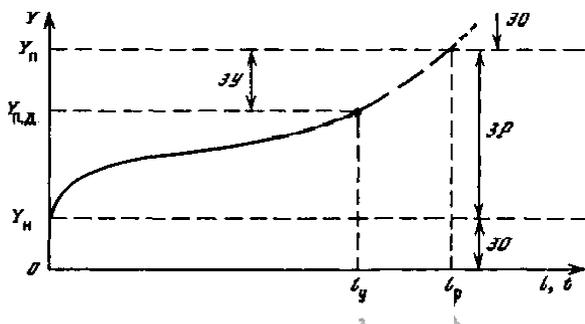
Таблица 1

**Конструктивные элементы автомобиля и их параметры  $Y$**

Конструктивный элемент автомобиля	Число	Конструктивный параметр
Агрегат, система Узел, механизм	15-20, 70-90	Кинематическая схема, степень подвижности, структурная формула. Вид соединения, передач, опор и уплотнений. Взаимное расположение деталей и узлов. Присоединительные размеры, зазоры, люфты, ходы
Деталь	15000- 25000	Размер и конфигурация. Вид материала, прочность. Качество и точность обработки поверхности. Характер взаимодействия и взаимного перемещения. Электрическое, гидравлическое сопротивление и др.

Наработка - продолжительность работы изделия, измеряемая единицами пробега (километры), количеством израсходованного топлива (кг), времени (часы, моточасы), числом циклов, календарным временем (месяцы, годы). Различают наработку с начала эксплуатации изделия, наработку до определенного состояния (например, предельного), наработку интервальную и др. Для автомобилей, как правило, наработку исчисляют в километрах пробега ( $l$ ), реже (специальные автомобили, внедорожные карьерные самосвалы) - в часах, для тракторов и самоходных машин - в количестве израсходованного топлива ( $Q$ ) или моточасах. Наиболее точным является учет в единицах израсходованного топлива, так как в отличие от других показателей учитывает нагрузку на двигатель и агрегаты трактора. Нарботка технологического оборудования исчисляется обычно в часах или календарном времени.

По мере увеличения наработки  $l$ ,  $t$  (рис. 3) параметры технического состоянию изменяются от номинальных  $Y_n$ , свойственных новому изделию, до предельных  $Y_p$ , при которых дальнейшая эксплуатация изделия по техническим, конструктивным, экономическим, экологическим или другим причинам недопустима.



**Рис. 3 – Схема изменения параметров технического состояния:**

*ЗР - зона работоспособности; ЗО - зона отказов; ЗУ - зона упреждения отказов;  $Y_{пд}$  - предельно допустимое значение параметра;  $l_p$  - ресурс изделия;  $l_y$  - ресурс упреждения*

Величины номинальных предельных и предельно допустимых  $Y_{пд}$  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.

## **2.2 Причины и последствия изменения технического состояния**

Техническое состояние и технико-экономические показатели работы машин нестабильны во времени и в процессе эксплуатации претерпевают изменения. Эти изменения зависят от многих факторов, которые действуют не изолированно, а комплексно, находясь в сложной зависимости друг от друга. Все основные факторы обычно делят на три группы: конструктивные, технологические и эксплуатационные.

Основные причины изменения конструктивных параметров и технического состояния:

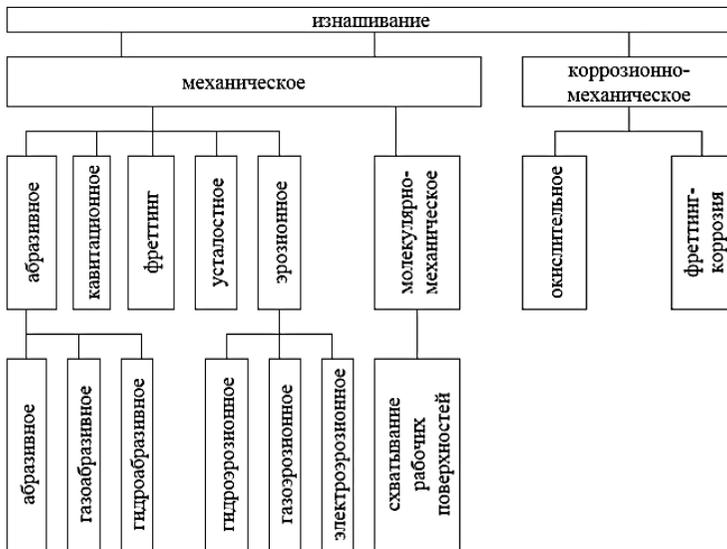
- нагрузка элементов;
- взаимное перемещение элементов;
- воздействие тепловой и электрической энергии;
- воздействие химически активных компонентов;
- воздействие внешней среды (влага, ветер, температура, солнечная радиация);
- воздействие оператора и др.

Последствия и формы изменения конструктивных параметров

во времени:

- изнашивание;
- коррозия;
- усталостные разрушения;
- пластические деформации;
- температурные разрушения и изменения;
- старение и др.

Изнашивание. Процесс изнашивания возникает под действием трения, зависящего от материала и качества обработки поверхностей, смазки, нагрузки, скорости относительного перемещения поверхностей и теплового режима работы сопряжения.

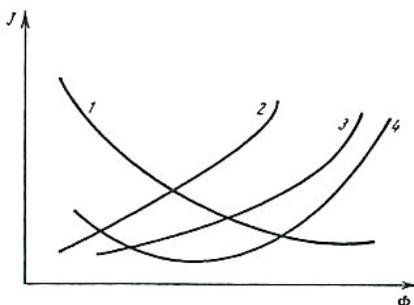


**Рис. 4 - Виды изнашивания**

Изнашивание - это процесс разрушения и отделения материала с поверхности детали и (или) накопления ее остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и формы деталей. Результат изнашивания, определяемый в установленных единицах, называется износом, который может быть линейным, объемным, массовым. Интенсивность изнашивания - это относительные величины износа (отношение износа к пути трения или показателю, связанному с работой изделия, например километру пробега или часу работы автомобиля, числу циклов и т.д.).

Обычно в практике ТЭА выделяют абразивное, усталостное, коррозионно-эрозионное, окислительное, электроэрозионное изнашивание, а также изнашивание при заедании, фреттинге и фреттинг-коррозии (рис. 4). Изнашивание при фреттинге, абразивное, эрозионное и усталостное относятся к механическому виду изнашивания, а окислительное и при фреттинг-коррозии - к коррозионно-механическому.

При преимущественно механическом разрушении поверхности, когда химические, тепловые и другие процессы не имеют решающего значения, интенсивность изнашивания определяется следующими группами обобщенных факторов (рис. 5):



**Рис.5 - Зависимость интенсивности изнашивания  $J$  от обобщенных безразмерных факторов:**

1- $F_{см}$  - определяет относительную толщину смазочного слоя; 2- $F_{н}$  - характеризует напряженное состояние контакта, площадь фактического контакта сопряженных пар трения; 3-  $F_u$  - характеризует усталостную прочность трущихся поверхностей; 4- $F_{ш}$  - определяет влияние шероховатости на процесс изнашивания.

**Абразивное** изнашивание является следствием режущего или царапающего действия поверхностей трения и твердых частиц, находящихся между ними. Такие частицы, попадая извне в виде пыли и песка между трущимися деталями (например, тормозными накладками колодок и барабанами) или в смазочные материалы открытых узлов трения (шкворневое соединение, рессорные шарниры), резко увеличивают их износ. В ряде механизмов, например, кривошипно-шатунном, в качестве абразивных частиц выступают также сами продукты изнашивания, отделившиеся от трущихся деталей.

**Эрозионное** изнашивание происходит в результате воздействия на поверхность потока жидкости, газа или твердых частиц. Такому изнашиванию на автомобиле подвержены в первую очередь рабочие поверхности тарелок выпускных клапанов двигателя, жиклеры карбю-

ратора.

**Усталостное** изнашивание состоит в том, что поверхностный слой материала в результате трения и циклической нагрузки становится хрупким и разрушается, обнажая лежащий под ним менее хрупкий материал, образуя трещины и ямки выкрашивания (питтинг). Такой вид изнашивания может наблюдаться на беговых дорожках подшипников, шестерен, зубьях.

**Изнашивание** при заедании происходит в результате схватывания, глубинного вырывания материала, переноса его с одной поверхности на другую и воздействия возникших неровностей на сопряженную поверхность. Оно приводит к образованию глубоких борозд, наростов, оплавлений, задирам, заклиниванию и разрушению механизмов. Такое изнашивание обуславливается наличием местных контактов между трущимися поверхностями, на которых вследствие больших нагрузок и скоростей происходят разрыв масляной пленки, сильный нагрев и "сваривание" частиц металла. При дальнейшем относительном перемещении поверхностей происходит разрыв связей. Типичный пример - заклинивание коленчатого вала при недостаточной смазке.

**Окислительное** изнашивание происходит в результате сочетания механического изнашивания и агрессивного воздействия среды, под действием которой на поверхности трения образуются непрочные пленки окислов; при механическом трении они снимаются, а обнажающиеся поверхности опять окисляются. Такое изнашивание наблюдается на деталях цилиндропоршневой группы, гидроусилителей, тормозной системы с гидроприводом и др.

**Изнашивание при фретинге** - это механическое изнашивание соприкасающихся деталей при возвратно-поступательных перемещениях с малыми амплитудами. Если при этом агрессивно воздействует среда, то происходит изнашивание при фретинг-коррозии. Такое изнашивание может происходить в местах контакта вкладыша шеек коленчатого вала и постели в картере и крышке, в заклепочных, болтовых, шлицевых и шпоночных соединениях, рессорах.

**Электроэрозионное изнашивание** проявляется в эрозионном изнашивании поверхности в результате воздействия разряда при прохождении электрического тока, например между электродами свечи зажигания.

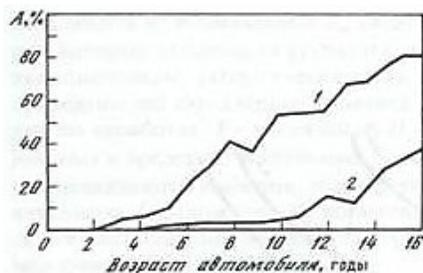
**Пластические деформации и разрушения.** Такие повреждения связаны с достижением или превышением пределов текучести или прочности соответственно у вязких (сталь) или хрупких (чугун) материалов. Обычно этот вид разрушений является следствием либо ошибок при расчетах, либо нарушений правил эксплуатации (перегрузки,

неправильное управление автомобилем, дорожно-транспортные происшествия и т.п.). Иногда пластическим деформациям или разрушениям предшествует механическое изнашивание, приводящее к изменению геометрических размеров и сокращению запасов прочности детали.

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

**Коррозия.** Это явление происходит вследствие агрессивного воздействия среды на детали (ржавление), приводящего к окислению металла и, как следствие, к уменьшению прочности и ухудшению внешнего вида. Основными активными агентами внешней среды, вызывающими коррозию, являются соль и другие химические вещества, которыми обрабатывают дороги зимой, кислоты, содержащиеся в воде и почве, а также компоненты, входящие в состав отработавших газов автомобилей, и их химические соединения. Коррозия главным образом поражает детали кузова, кабины, рамы. Коррозия деталей кузова, расположенных снизу, сопровождается абразивным изнашиванием в результате воздействия на поверхность при движении автомобиля абразивных частиц песка, гравия. Способствует коррозии сохранение влаги на металлических поверхностях, в том числе под слоем дорожной грязи, что особенно характерно для всякого рода скрытых полостей и ниш.

Коррозия способствует усталостному изнашиванию и разрушению, так как создает на поверхности металла концентраторы напряжения в виде коррозионных язв. Такой вид разрушений наблюдается, например, в местах сварки, крепления кронштейнов рессор. Применительно к автомобилям различают местную коррозию, поражающую в основном кузовные панели, и общую, результатом которой является, кроме того, разрушение несущих конструкций кузова или рамы (рис. 6).



**Рис. 6 - Тенденции изменения местной (1) и общей (2) коррозии при старении легковых автомобилей:**

*А - количество автомобилей, подверженных коррозии*

**Старение.** Техническое состояние деталей и эксплуатационных материалов изменяется под действием внешней среды. Так, резинотехнические изделия теряют прочность и эластичность в результате окисления, термического воздействия (разогрев или охлаждение), химического воздействия масла, топлива и жидкостей, а также солнечной радиации и влажности. В процессе эксплуатации свойства смазочных материалов и эксплуатационных жидкостей ухудшаются в результате накопления в них продуктов износа, изменения вязкости и потери свойств присадок.

Детали и материалы изменяются не только при их использовании, но и при хранении: снижаются прочность и эластичность, например, резинотехнических изделий; у топлива, смазочных материалов и жидкостей наблюдаются процессы окисления, сопровождаемые выпадением осадков.

Технологические факторы - неправильно назначенный технологический процесс механической, термической или других видов обработки, изготовления и восстановления деталей. Иначе говоря, это нарушение принятой технологической последовательности изготовления и испытания сборочных единиц, агрегатов и машин в целом.

Эксплуатационные факторы - организация проведения технического обслуживания и ремонта тракторов, хранения и заправки топливом и маслами, хранения тракторов, квалификация тракториста и т. д.

### **2.3 Влияние эксплуатационных факторов на техническое состояние автомобилей**

Основными показателями, отражающими влияние профессионального мастерства операторов (водителей) и ремонтных рабочих на эффективность технической эксплуатации автомобилей, являются по-

казатели эксплуатационной надежности, экономичности и другие, такие как наработка на отказ или неисправность, продолжительность простоя в ремонте, расход запасных частей, расход топлива, наработка до капитального ремонта и другие.

По предварительной оценке совокупного влияния водителей и ремонтных рабочих на уровень технической готовности и затрат на ТО и ТР машин на долю операторов приходится примерно 33 – 36 %, а на долю ремонтных рабочих – 64 – 67 %.

Влияние операторов на показатели надежности и ТЭА проявляются в выборе рациональных режимов работы агрегатов и машин в конкретных условиях работы, способности своевременно фиксировать признаки приближающихся отказов и неисправностей и принимать меры по их предупреждению, в заинтересованности применять рациональные режимы вождения и работы агрегатов и следить за техническим состоянием автомобиля и трактора.

Качество вождения обуславливает соответствие режимов работы автомобиля условиям движения и степень приближения их к оптимальным. Оно определяется методами и мастерством вождения. Из методов вождения (импульсивный: разгон – накат; без применения наката с преимущественным использованием установившейся скорости; комбинированный) наиболее благоприятным является комбинированный в соответствии с реальными условиями движения.

Мастерство вождения заключается в достижении высоких скоростей движения при обеспечении безопасности, плавности хода и установленного расхода топлива. Показателями мастерства вождения могут быть: минимальное число разгонов, торможений, переключений передач; отсутствие частых и резких поворотов; минимально возможный перепад скоростей и нагрузок; поддержание соответствующего теплового режима; обеспечение плавности хода и т. д.

В зависимости от качества вождения изменяются режимы работы механизмов и агрегатов, нагрузки на детали трансмиссии и ходовой части, а значит, и скорость изнашивания деталей, сроки их службы. Например, при резком включении сцепления на механизмах трансмиссии создается динамическая нагрузка в 2 - 3 раза большая, чем при плавном включении. Это является следствием того, что при резком включении сцепления осевое усилие, передаваемое нажимным диском, может в 2 и более раз превышать статические силы сжатия нажимных пружин за счет действия инерционных усилий поступательно движущихся частей сцепления. При резком торможении возникают значительные динамические нагрузки в трансмиссии автомобиля, быстро изнашиваются протекторы шин.

При этом эти факторы обеспечиваются в процессе обучения, стажировки, практического вождения и обмена опытом, а также зависят от личностных психофизиологических свойств водителя, системы контроля и оценки деятельности предприятия, моральной и материальной заинтересованности. Главное влияние на показатели надежности машины оказывает профессиональная подготовленность (мастерство) оператора и ее реализация (удельный вес от 65 до 70 %).

Повышение профессионального мастерства ремонтных рабочих является резервом роста эффективности труда и показателей ТЭА. При этом на долю фактора квалификации ремонтного рабочего приходится от 45 до 50 %.

Условия, при которых осуществляется эксплуатация автомобиля, обеспечивают влияние на режимы работы его агрегатов и систем, вызывая ускорение или замедление интенсивности изменения параметров технического состояния. К таким условиям относят природно-климатические условия, дорожные условия, режим работы машины. В различных условиях эксплуатации реализуемые показатели надежности автомобиля и трактора за одинаковую наработку будут различаться, что скажется и на показателях эффективности технической эксплуатации. Учет условий эксплуатации необходим при определении нормативов ТЭА, потребности в ресурсах (персонал, производственно-техническая база, запасные части и материалы).

**Природно-климатические условия** характеризуются температурой окружающего воздуха, влажностью, ветровой нагрузкой, уровнем солнечной радиации, количеством выпадающих осадков и т.п.

Так, при увеличении скорости ветра до 10 м/с темп охлаждения смазочных и охлаждающих жидкостей основных агрегатов неподвижного автомобиля увеличивается в среднем 2,5 раза по сравнению с безветрием.

При повышении запыленность воздуха от 0,08 г/м<sup>3</sup> до 0,25 г/м<sup>3</sup>, мощность двигателя внутреннего сгорания снижается от 5,7 до 13,8 %, при этом увеличивается расход топлива от 6,6 до 14,1 %.

**К дорожным условиям** относят тип и качество дорожного покрытия, рельеф и изменение радиуса закруглений полотна дороги, а также наличие различных дорожных сооружений (мостов).

Поломка узлов, повышенный износ, в основном, происходит из-за непостоянных, т.е. динамических нагрузок, перегрузок на крутых склонах, увеличенных нагрузках на ходовую часть трактора. Повышение коэффициента изрезанности от 0,89 до 0,99, приводит к росту себестоимости сельскохозяйственных работ на 8 %, а при повышении среднего угла от 100 до 200 расход масла увеличивается на 12 %, про-

изводительность снижается на 23 %.

Влияние **режима работы** автомобиля на его техническое состояние характеризуется числом дней работы в году (для автобусов городских маршрутов может быть 365, для грузовых автомобилей – 357; 305 или 253); числом смен работы в сутки (1; 1,5; 2 или круглосуточно); продолжительностью работы на линии (время в наряде); использованием грузоподъемности в течении рабочей смены; количеством ездов с грузом и т.п. Режим работы автомобиля во время эксплуатации будет определять интенсивность изменения его технического состояния.

## 2.4 Работоспособность и отказ

Работоспособность - состояние изделия, при котором оно может выполнять заданные функции с параметрами, значения которых соответствуют технической документации, т.е. в интервале  $Y_H - Y_{II}$  (см. рис. 3).

Наработка изделия до предельного состояния  $Y_{II}$  называется ресурсом -  $lp$ . В интервале наработки от  $l = l_0$  до  $l = lp$  изделие технически исправно и может выполнять свои функции.

Если продолжать эксплуатировать изделие за пределами его ресурса (см. рис. 3), т.е. при наработке  $l > lp$ , наступает отказ, т.е. событие, заключающееся в нарушении или потере работоспособности.

Распределение причин отказов приведено в табл. 2.

По практическим соображениям внутри зоны работоспособности выделяют так называемую предотказную зону  $3У$  (см. рис. 3), в начале которой (при  $l = ly$ ) параметр технического состояния достигает своего предельно допустимого  $Y_{II,д}$ .

**Таблица 2**

**Группы зон технического состояния изделия (рис. 2)**

Показатель	$3P$	$3У$	$3O$
Техническое состояние $Y$	$Y_H < Y_i < Y_H$	$Y_H \partial < Y_b < Y_H$	$Y_r > Y_H;$ $Y_i < Y_H$
Наработка	$li < lp$	$ly = li < lp$	$li > lp$

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.

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.

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

- опоздание с выходом для выполнения транспортного процесса;
- прекращение уже начатого транспортного (линейный отказ) процесса;

- досрочный возврат с линии (неполное выполнение задания);
- принудительное обоснованное недопущение к работе или прекращение работы автомобиля на линии контрольными органами (ГИБДД, транспортная инспекция, экологическая полиция).

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

Следовательно, из всей совокупности параметров технического состояния (конструктивных  $Y$  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;

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

Исходя из специфики транспортного процесса (потребность и время работы клиентуры, законодательные ограничения и др.), конкретные автомобили используются циклически, т.е. время непосредственной работы (перевозки грузов и пассажиров) чередуется с организационными или техническими простоями.

Поэтому применительно к автотранспортным средствам 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.

$T_{р.в.п}$  - рабочее время предприятия, или конкретная часть суток, в течение которой автомобильный парк предприятия выполняет возложенные на него функции. Рабочее время автотранспортных средств может составлять 12-15 ч, пассажирского - до 20-22 ч.

$T_{р.в.п} = T_n$  - рабочее время автомобиля или время в наряде, время, в течение которого автомобиль участвуют в транспортном процессе. Продолжительность  $T_{р.в.п}$  определяется трудовым законодательством, правилами внутреннего распорядка (односменная, полуторасменная, двухсменная работа).

$T_{н.в.а(т)}$  - нерабочее время автомобиля - время, в течение которого автомобиль не должен работать и находится на предприятии.  $T_{н.в.а(т)} = T_c - T_n$ .  $T_{н.в.а(т)}$  включает часть суток до и после наряда:  $T_{н.в.а(т)} = T_{1н.в.а(т)} + T_{2н.в.а(т)}$ .

$T_c = 24$  ч (сутки);  $T_n$  - время в наряде - работа автомобиля при выполнении транспортного процесса.

$T_{мс.в.а(т)}$  - межсменное время автомобиля - промежуток времени между двумя последовательными циклами работы.  $T_{мс.в.а}$  включает нерабочее время автомобиля после очередного наряда и до последующего наряда.

## 2.5 Методы определения технического состояния

**Техническое состояние** – характеристика соответствия показателей параметров и признаков изменения эксплуатационных свойств, функционирования и целостности компонентов конструкции автотранспортных средств (АТС) установленным в нормативной и эксплуатационной документации изготовителя под влиянием износа, старения и многократного выполнения ТО и ремонта.

Техническое состояние характеризуется показателями:

- структурных (конструкционных) параметров и признаков АТС;
- параметров и признаков функционирования компонентов АТС;
- параметров эксплуатационных свойств АТС, подверженных изменениям при эксплуатации.

При эксплуатации техническое состояние АТС задается:

- 1) диагностическими параметрами и признаками;
- 2) совокупностями неисправностей;

3) обобщающими показателями объема или стоимости требуемых работ по ремонту;

4) статистическими показателями работоспособности автомобильного парка;

5) остаточным ресурсом (до ТО, списания или капитального ремонта);

6) наличием документа, подтверждающего работоспособность АТС;

7) кроме того, при капитальном ремонте, ресурсных испытаниях и автотехнической экспертизе АТС, вовлеченных в ДТП, техническое состояние характеризуют показателями структурных (конструкционных) параметров.

*Диагностическими параметрами и признаками* оценивают техническое состояние АТС:

– при диагностировании, ТО и ремонте;

– предвыездном контроле (на выпуске на линию или на возврате с линии) АТС на автотранспортных предприятиях (АТП);

– техническом осмотре;

– контроле штатными встроенными в конструкцию АТС средствами;

– повседневном контроле износа и работоспособности агрегатов АТС (шин, аккумуляторных батарей, расходования ТСМ и др.) на предприятии.

Это наиболее детальная и объективная из применяемых оценок технического состояния АТС. Она применяется во всех случаях оценки соответствия технического состояния установленным требованиям. Неотъемлемой составляющей такой оценки служит сопоставление результатов проверки отдельных параметров и признаков, или полученных путем вычислений производных от них диагностических параметров, с заранее установленными нормативами или эталонами, разграничивающими работоспособное и неработоспособное состояния АТС и их компонентов. Однако применение этой оценки невозможно без использования средств измерений и технического диагностирования и потому не всегда доступно.

Оценки технического состояния АТС *совокупностями неисправностей или внешних признаков неисправностей* применяется:

– при смене собственника АТС;

– приемке в ТО и ремонт и выдаче из ТО и ремонта;

– списании или передаче АТС на капитальный ремонт;

– эксплуатации автомобилей личного пользования физическими лицами.

Часто вместо перечня конкретных неисправностей при такой оценке используют номенклатуру неисправных компонентов АТС. Подобные оценки привязаны к компоновочным схемам и комплектациям АТС и потому не универсальны для разных семейств АТС. Когда неисправности еще не локализованы, например, на приемке в ТО и ремонт, вместо неисправностей используют их внешние признаки, которые указывают на локализацию неисправностей в системах и агрегатах АТС.

*Обобщающими показателями объема или стоимости требуемых работ ремонта* оценивают техническое состояние АТС:

- при определении остаточной стоимости АТС;
- восстановительном ремонте после ДТП и аварий;
- приемке АТС в ремонт на станциях технического обслуживания автомобилей (СТОА);
- смене собственника.

Такого рода технико-экономическая оценка учитывает ожидаемые тарифы и условия деятельности предприятий автосервиса, на которых планируется выполнение ремонта.

Техническое состояние АТС оценивают групповыми и индивидуальными *статистическими показателями работоспособности*:

К групповым показателям относятся следующие.

1. Коэффициент  $K_{тг}$  технической готовности парка АТС.
2. Число АТС, сошедших с линии по техническим причинам за отчетный период (сутки, месяц, и др.).
3. Число линейных отказов АТС, устраненных на линии в пределах времени в наряде, за отчетный период.

К индивидуальным показателям относятся:

1. Коэффициент технической готовности единичного АТС.
2. Коэффициенты технической готовности парка и единичного АТС рассчитываемые по оценкам технического состояния АТС в каждый момент времени, принимающим только один из двух уровней: работоспособности и неработоспособности.

Значения же этих коэффициентов в диапазоне от 0 до 1 отражают эффективность деятельности технической службы предприятия в расчетный период времени. Коэффициенты технической готовности служат основными критериями оценки работы технической службы и широко применяются во всех предприятиях.

Для оценки технического состояния АТС используют:

- остаточный ресурс до ближайшего ТО;
- остаточный ресурс до списания (или капитального ремонта);
- остаточный ресурс до истечения срока хранения при консер-

вазии.

Такие оценки широко применяют в гарантийный период эксплуатации, при списании АТС, при эксплуатации АТС в отрыве от баз обслуживания и на магистральных перевозках, где вместо комбинации нескольких видов ТО (ТО-1, ТО-2 и др.) практикуется предрейсовое обслуживание.

По документам техническое состояние АТС оценивают при:

- дорожных проверках АТС;
- контроле за лицензируемыми пассажирскими перевозками;
- контроле за выполнением международных перевозок;
- смене собственника.

Это обобщающая двухуровневая оценка технического состояния АТС, в основе которой документальное подтверждение прохождения технического осмотра в установленные сроки.

В ряде случаев, например, при автотехнической экспертизе АТС, вовлеченных в ДТП, при ресурсных испытаниях компонентов АТС и при дефектовке деталей в технологических процессах капитального ремонта техническое состояние компонентов АТС оценивают показателями структурных (конструкционных) параметров. Это наиболее наглядная прямая непосредственная оценка потери работоспособности компонентов (чаще всего – деталей) АТС. В условиях рядовой эксплуатации, при ТО и ремонте на предприятии и в автосервисе редко появляются возможности оценки структурных параметров и то лишь уже после демонтажа деталей.

Таким образом, для технического состояния АТС и их компонентов применяют групповые для автомобильных парков и индивидуальные для АТС двухуровневые качественные и практически непрерывные количественные оценки. Они могут быть детерминированными или вероятностными в зависимости от места их применения в технологических процессах выполнения работ, ТО и ремонта, хранения и транспортирования.

Современные методы определения технического состояния применимы только для оценки текущего состояния АТС и целесообразности продолжения эксплуатации до следующего контроля или ТО. Прогнозирования безотказной работы или оценки вероятности отказа АТС эти методы не обеспечивают.

Терминологический ГОСТ 20911-89 вводит следующие понятия.

**Техническая диагностика (диагностика)** – область знаний, охватывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объекта.

Термин восходит к греческому «диагнозис» – распознавание, определение. Ветвь технической диагностики, ориентированная на определение технического состояния АТС и их разнородных механических, пневматических, гидравлических, электротехнических, цифровых компонентов, именуется диагностикой.

**Техническое диагностирование (диагностирование)** – определение технического состояния объекта.

Согласно этим определениям почти все производные и составные термины, применяемые в автомобильной диагностике, должны формироваться от понятия «диагностирование»: пост диагностирования, операция диагностирования, процесс диагностирования и др.

**Диагностирование АТС** – процедура операций поэтапного поиска места, характера и причин неисправности с использованием диагностических параметров и признаков, их пределов и эталонов, чередующихся с частичной разборкой АТС, ремонтом или заменой компонентов.

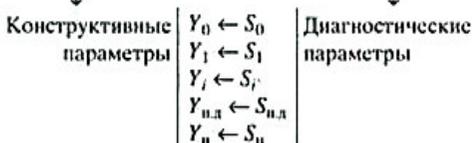
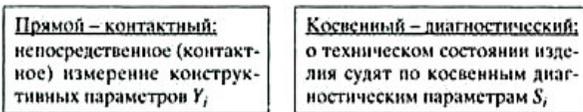
По ГОСТ 20911-89 **объект технического диагностирования (контроля технического состояния)** – это изделие и (или) его составные части, подлежащие (подвергаемые) диагностированию (контролю). В автотракторной диагностике – это АТС и их компоненты.

Процедура диагностирования может включать в себя прямые и косвенные измерения, наблюдения, вычисления, логическую обработку результатов, приведение в действие органов управления и силовые воздействия на компоненты АТС, использование нормативов и сведений о конструкции и функционировании АТС.

Прямой и косвенный методы. Характеристики методов и их взаимосвязь приведены ниже.

Приведенные примеры свидетельствуют, что, как правило, изменение конструктивного параметра может быть зафиксировано несколькими различными диагностическими параметрами, из которых целесообразно выбрать наиболее эффективный. Для этого используются свойства однозначности, чувствительности, стабильности, информативности и системности.

*Однозначность* означает, что при изменении  $Y$  в диапазоне  $Y_H - Y_{II}$  соотношение  $S/Y$  изменяется монотонно и не имеет перегибов.



*Примеры.*

$Y_i$	←	$S_i$
Износ тормозных накладок и барабанов.	←	Тормозной путь. Ход тормозной педали.
Износ цилиндропоршневой группы двигателя.	←	Мощность. Компрессия. Расход (угар) масла. Содержание продуктов износа в масле. Прорыв газов в картер.

Прямой метод

*Преимущества:*

- точность;
- наглядность;
- достоверность;
- достаточно простой инструмент;
- простые технологии.

*Недостатки метода:*

- необходимость частичной или полной разборки, увеличивающей интенсивность изнашивания;
- нарушение приработки;
- большая трудоемкость;
- невозможность комплексного контроля сложных систем.

Косвенный метод

*Преимущества:*

- не нужна разборка агрегата, системы;
- меньшая трудоемкость;
- оперативность;
- возможность контроля неразбираемых элементов, контроля сложных систем (впрыск, компьютерные системы).

*Недостатки метода:*

- сложность диагностического оборудования;
- большая стоимость оборудования и самого контроля;
- необходимость периодического метрологического контроля оборудования;
- высокие требования к персоналу.

*Стабильность* диагностического параметра означает, что измененное его значение  $S_i$ , соответствует конструктивному в пределах

заданной точности, т.е. фактическое значение конструктивного параметра  $Y_i$  лежит внутри интервала шириной  $\Delta Y_i$ .

*Чувствительность* диагностического параметра характеризуется изменением его приращения  $\Delta S$  при изменении конструктивного параметра  $\Delta Y$ . При  $dS/dY \rightarrow 0$  параметр малочувствителен. Для чувствительного диагностического параметра  $dS/dY > 0$ .

*Информативность* является комплексным свойством, объединяющим все предыдущие, и характеризует снятие неопределенности при определении технического состояния объекта диагностирования и сведение к минимуму возможности, используя принятый диагностический параметр, принять фактически неисправный по техническому параметру объект диагностирования за исправный (ошибки первого рода) и наоборот (ошибки второго рода).

При определении технического состояния различают следующие виды диагностических параметров (ДП).

**ДП выходных рабочих процессов** характеризуют функциональные свойства автомобиля, трактора, агрегата, системы.

*Примеры:* мощность двигателя, крутящая мощность, скорость автомобиля, расход топлива, тормозной путь.

**ДП сопутствующих процессов** сопровождают работу двигателя, агрегата, системы.

*Примеры:* температура агрегата, материала; уровень шума или вибрации; содержание продуктов износа в масле; содержание вредных веществ в отработавших газах.

**Средство технического диагностирования (контроля технического состояния)** – аппаратура и программы, с помощью которых осуществляется диагностирование (контроль).

**Встроенное средство диагностирования (контроля технического состояния)** – средство диагностирования (контроля), являющееся составной частью объекта.

Являются конструктивным элементом автомобиля, трактора и осуществляют контроль непрерывно или периодически по определенной программе. Делятся на:

- информационные - информируют о режимах работы и состоянии: температура агрегатов, скорость, частота вращения коленвала, давление масла и т.д.;

- сигнализирующие - предупреждают о возможном наступлении предотказного состояния ( $Y_{П.Д.}$ ) или возникновении скрытых отказов: давление масла, заряд аккумуляторной батареи;

- программируемые, запоминающие - отслеживают и запоминают информацию о состоянии для считывания в стационарных услови-

ях; поиск неисправности; самодиагностика; звуковая, визуальная, речевая информация о предотказном состоянии.

**Внешнее средство диагностирования (контроля технического состояния)** – средство диагностирования, выполненное конструктивно отдельно от объекта. Подсоединяются или работают совместно с контролируемым изделием только в момент контроля и не являются элементом изделия.

Делятся на стационарные (тормозной стенд, стенд для проверки углов установки колес и др.) и переносные (приборы контроля состава отработавших газов, тестеры. и др.).

Как правило, используются два способа диагностирования. При первом в процессе диагностирования на объект диагностирования (ОД), не находящийся в рабочем состоянии, осуществляются определенные механические, электрические, гидравлические и другие воздействия и с помощью датчиков фиксируется его реакция в виде диагностического сигнала  $S_i$ .

При втором способе объект диагностирования выводится на заданный режим работы, и также с помощью датчиков от него воспринимаются сигналы, характеризующие диагностические параметры  $S_i$ . Эти сигналы преобразуются (модулируются) в электрические, улучшаются (очищаются от "шума"), например, с помощью аналогоцифрового преобразователя и аналогового мультипликатора и далее поступают или непосредственно в средства отображения информации и считываются оператором, или, в более сложных диагностических приборах, в микропроцессор (микропроцессоры), где с учетом информации, содержащейся в блоке памяти (запоминающее устройство), осуществляется анализ, а в ряде случаев и прогноз, и полученная информация передается в средства отображения.

В блоке памяти может также содержаться информация о механике-диагносте, проводившем соответствующий контроль.

В ряде диагностических приборов на дисплее может выдаваться рекомендация по конкретному перечню работ, которые необходимо выполнить данному автомобилю или трактору.

В блоке памяти могут содержаться сведения о предыдущем контроле данного автомобиля или трактора, что позволяет проследить динамику изменения диагностических параметров и дать прогноз наработок до предельно допустимого и предельного значений параметров технического состояния.

На практике прямой и диагностический методы взаимодействуют и дополняют друг друга. Надо уметь определить рациональные сферы их использования.

Главным критерием выбора метода является сравнение суммарных затрат на предупреждение, выявление и устранение отказов и неисправностей при использовании прямых и диагностических методов контроля технического состояния, а также продолжительности процедуры.

### **Контрольные вопросы**

1. *Опишите влияние технического состояния автомобилей, тракторов и их составных частей на их выходные показатели.*

2. *Каковы основные причины изменения технического состояния автомобилей и тракторов при эксплуатации?*

3. *Приведите классификацию процессов изнашивания автомобилей, тракторов и их составных частей.*

4. *Охарактеризуйте основные периоды процесса изнашивания в процессе эксплуатации автомобилей и тракторов.*

5. *Опишите влияние квалификации ремонтных рабочих на эффективность технической эксплуатации автомобилей и тракторов.*

6. *Опишите влияние квалификации операторов на эффективность технической эксплуатации автомобилей и тракторов.*

7. *Опишите влияние условий эксплуатации на изменение технического состояния автомобилей и тракторов.*

8. *Опишите влияние конструктивно-технологических факторов на техническое состояние автомобиля и трактора при эксплуатации.*

9. *Как можно представить структуру параметров, определяющих техническое состояние АТС?*

10. *Укажите задачи диагностирования и виды технического состояния. Перечислите реальные формы применения диагностирования при ТО, ремонте и техосмотре.*

11. *Назовите непосредственно измеряемые, диагностические и структурные (конструкционные) параметры АТС, приведите их примеры.*

## **3 ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ**

### **3.1 Виды закономерностей**

Предупреждение и выявление причин возникновения отказов и неисправностей и прогнозирование ресурса автомобилей является одной из основных задач технической эксплуатации. Решение этой задачи неразрывно связано с установлением закономерности изменения

технического состояния автомобилей в процессе эксплуатации.

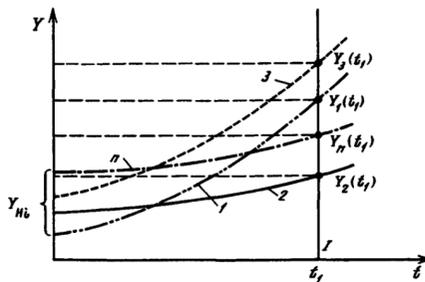
Процессы, происходящие в природе и технике, подразделяются на две группы: процессы описываемые функциональными зависимостями и вероятностные (случайные или стохастические) процессы.

При этом для функциональных зависимостей характерна жесткая связь между аргументом (независимой переменной) и функцией (зависимой переменной), то есть когда одному значению аргумента соответствует определенное значение функции (зависимость пройденного пути от скорости и времени движения)

Вероятностные процессы происходят от многих переменных факторов, поэтому при различных значениях аргумента может быть одно значение функции (наработка на отказ автомобиля или агрегата зависит от многих факторов: материала, из которого изготовлено изделие; качества этого материала; качества изготовления; условий эксплуатации и т.п.). В таком случае, для более или менее достоверной оценки вероятностных процессов проводятся различные теоретические и экспериментальные исследования с целью определения силы влияния того или иного фактора на происходящие процессы.

Случайные процессы могут быть описаны пучком кривых  $Y_i(t)$ , характеризующих изменение технического состояния конкретных изделий 1, 2, 3, ..., n, ..., i от их наработки  $t$  (рис. 7). То есть случайный процесс  $Y_i(t)$ , описан функцией, которая при каждом новом значении аргумента характеризуется набором нескольких случайных величин. Конкретные значения случайной функции при фиксированном значении аргумента  $t$  называется реализацией случайной величины.

При эксплуатации в основном приходится иметь дело со случайными процессами и величинами.



**Рис. 7 - График формирования случайного процесса:**

*$t$  - сечение случайного процесса;  $Y_1 - Y_n$  - случайные величины реализации случайных процессов  $Y_i(t)$  при  $t = 1$*

### 3.2 Закономерности изменения технического состояния по наработке

У значительной части узлов и деталей процесс изменения технического состояния, в зависимости от времени или наработки автомобиля или трактора, носит плавный, монотонный характер, приводящий к возникновению так называемых постепенных отказов. При этом характер зависимости может быть различным (рис. 8). 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

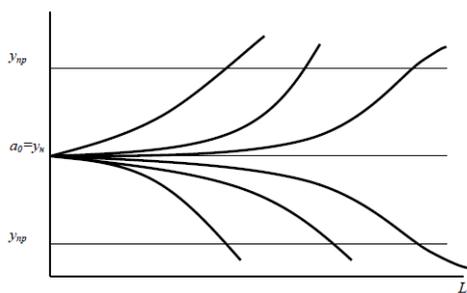
$$y = a_0 + a_1 \cdot L + a_2 \cdot L^2 + a_3 \cdot L^3 + \dots + a_n \cdot L^n,$$

и степенной функцией

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

где  $a_0$  – начальное значение параметра технического состояния;  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, b$  – коэффициенты, определяющие характер и степень зависимости  $y$  от  $L$ .

В практических вычислениях по формуле рациональной функции, как правило, достаточно использовать функции первого – четвертого порядка. Таким образом, зная функцию  $y = \varphi(L)$  и предельное  $y_{np}$  или предельно допустимое  $y_{np.d}$  значение параметра технического состояния, можно аналитически определить из уравнения  $L = f(y)$  ресурс изделия или периодичность его обслуживания.



**Рис. 8 – Возможные формы зависимости параметра технического состояния  $y$  от наработки  $L$**

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

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

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

**Таблица 3**

**Характерные значения интенсивностей изменения параметров технического состояния  $a_1$  механизмов машин**

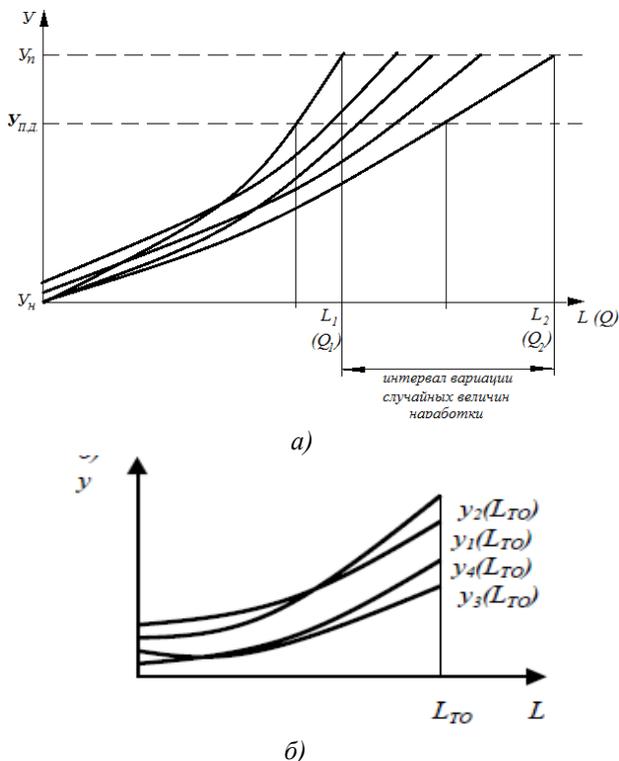
Наименование параметра технического состояния механизма	Единица измерения	Численное значение
Свободный ход педали сцепления	мм/1000 км	$(4 - 6) \cdot 10^{-1}$
Свободный ход педали тормоза	мм/1000 км	$(6 - 9) \cdot 10^{-1}$
Зазор между тормозными накладками и барабанами передних колес	мм/1000 км	$(6 - 9) \cdot 10^{-1}$
Зазор между тормозными накладками и барабанами задних колес	мм/1000 км	$(4 - 6) \cdot 10^{-1}$
Схождение передних колес	мм/1000 км	$(1 - 3) \cdot 10^{-1}$
Прогиб ремня ременной передачи	мм/1000 км	$(3 - 6) \cdot 10^{-1}$
Суммарный угловой люфт карданной передачи	град/1000 км	$(1 - 3) \cdot 10^{-2}$
Суммарный угловой люфт главной передачи заднего моста	град/1000 км	$(2 - 3) \cdot 10^{-1}$

Закономерности первого вида характеризуют тенденцию изменения параметров технического состояния, а также позволяют определить средние наработки до момента достижения деталью, механизмом, агрегатом предельного или заданного состояния.

### **3.3 Закономерности случайных процессов изменения технического состояния**

При работе группы автомобилей приходится иметь дело не с одной зависимостью  $y(L)$  или  $y(Q)$ , которая была бы пригодна для всей группы, а с индивидуальными зависимостями  $y_i(L)$  или  $y_i(Q)$ , свойственными каждому  $i$ -му изделию (рис. 9).

Применительно к техническому состоянию однотипных изделий 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, управления автомобилем и др.



**Рис. 9 - Вариации случайных величин:**

*a* - наработка ( $L_1 - L_2$ ,  $Q_1 - Q_2$ ) при фиксированном значении  $y_n$ ;  
*б* - параметры технического состояния ( $y_1(L_{ТО}) - y_4(L_{ТО})$ ) при фиксированном значении наработки  $L$

В результате при фиксации для группы изделий определенного параметра технического состояния, например зазор в сопряжении коренная шейка коленчатого вала - вкладыш, каждое изделие будет иметь свою наработку до отказа (рис. 9, *a*), т.е. будет наблюдаться вариация наработки. То есть для группы из пяти изделий предельное значение зазора  $y_n$  будет достигнуто при наработке в интервале от  $L_1 - L_2$ , или  $Q_1 - Q_2$ . Данный интервал и будет являться вариацией случайных величин наработки. Определение интервала наработки, в пределах которого происходит достижение каким-либо из параметров своего предельного значения, позволяет прогнозировать наступление предельного состояния. Кроме того служба эксплуатации может прогнози-

ровать наступление предотказного состояния зная величину ее наступления и среднесменную наработку изделия. Это позволяет заранее определить объем предстоящих работ по предотвращению отказа, подготовить место и обслуживающий персонал, приобрести необходимые запасные части и расходные материалы, не допустить выпуска машины на линию для предотвращения отказа при выполнении транспортного или производственного процесса.

При этом актуальным остается задача установления периодичности ТО для группы однотипных автомобилей.

Если все изделия обслуживать с единой периодичностью  $L_{ТО}$ , то будет иметь место вариация фактического технического состояния (рис. 9, б), которая скажется на продолжительности выполнения работ, количестве расходуемого материала и запасных частей.

При технической эксплуатации приходится сталкиваться и с другими случайными величинами: расход топлива однотипными автомобилями даже на одинаковых маршрутах; расход запасных частей и материалов; число требований на ремонт в течение часа, смены работы поста ремонтной мастерской, станции ТО; число заездов на автозаправочных станций и др. Все это сказывается на нормировании и организации ТО и ремонта, определении необходимых для этого ресурсов.

Для решения этих задач необходимо уметь оценивать вариацию случайных величин.

### 3.4 Методы оценки случайных величин

Рассмотрим простейшие методы оценки случайных величин. Исходные данные - результаты наблюдений за изделиями или отчетные данные, которые выявили индивидуальные реализации случайных величин (например, наработки на отказ, фактический расход топлива, материалов и т.д.).

1. Случайные величины (от 1 до  $n$ ) располагают в порядке возрастания или убывания их абсолютных значений:

$$x_1 = x_{min}; x_2; x_3; x_4; \dots; x_i; \dots x_{n-1}; x_n = x_{max}.$$

2. Точечные оценки случайных величин:

среднее значение случайных величин

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n};$$

размах случайных величин  $z = x_{max} - x_{min}$ ;

среднеквадратическое отклонение, характеризующее вариацию,

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

В ТЭА различают случайные величины

- с малой вариацией  $v \leq 0,1$ ;
- со средней вариацией  $0,1 \leq v \leq 0,33$ ;
- с большой вариацией  $v > 0,33$ .

Точечные оценки позволяют предварительно судить о качестве изделий и технологических процессов. Чем ниже средний ресурс и выше вариация ( $v$ ,  $\sigma$ ,  $z$ ), тем ниже качество конструкции и изготовления (или ремонта) изделия. Чем выше коэффициент вариации показателей технологических процессов ТЭА (трудоемкость, простой в ТО или ремонте, загрузка постов и исполнителей и др.), тем менее совершенны применяемые организация и технология ТО и ремонта.

3. Вероятностные оценки случайных величин. При вероятностных оценках рекомендуется размах случайных величин разбить на несколько (как правило, не менее 5-7 и не более 9-11) равных по длине  $\Delta x$  интервалов. Далее следует произвести группировку, т.е. определить число случайных величин, попавших в первый ( $n_1$ ), второй ( $n_2$ ) и остальные интервалы. Это число называется частотой. Разделив каждую частоту на общее число случайных величин ( $n_1 + n_2 + \dots + n_n = n$ ), определяют частоту  $\omega_i = n_i/n$ . Частота является эмпирической (опытной) оценкой вероятности  $P$  т.е. при увеличении числа наблюдений частота приближается к вероятности:  $\omega_i \rightarrow p_i$ .

Следовательно, имея систематизированные данные по отказам, можно прогнозировать и планировать число воздействий (программу работ), потребности в рабочей силе, площадях, материалах и запасных частях.

4. Вероятность случайного события. В общем виде это отношение числа случаев, благоприятствующих данному событию, к общему числу случаев.

Вероятность отказа рассматривается не вообще, а за определенную наработку  $X$ :

$$F(x) = P\{x_i < X\} \cong \frac{m(x)}{n},$$

(где  $m(x)$  - число отказов за  $X$ ,  $n$  - число наблюдений (изделий)), или вероятность отказа изделия при наработке  $X$  равна вероятности событий, при которых наработка до отказа конкретных изделий  $x_i$ , окажется менее  $X$ .

Отказ и безотказность являются противоположными событиями, поэтому

$$R(x) = P\{x_i \geq X\} \cong \frac{n - m(x)}{n},$$

где  $n - m(x)$  – число изделий, не отказавших за наработку  $X$ .

Обычно применяется следующая буквенная индексация рассмотренных событий и понятий:

-  $F$  (failure) - отказ, авария, повреждение, вероятность этих событий;

-  $R$  (reliability) - безотказность, надежность, прочность, вероятность этих событий;

-  $P$  (probability) - вероятность.

5. Следующей характеристикой случайной величины является плотность 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  $F(x) = m(x)/n$ , то, дифференцируя ее при  $n = const$ , 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.

6. При оценке качества изделий, нормировании ресурсов, в системе гарантийного обслуживания применяют гамма-процентный ресурс  $x_\gamma$ . Это интегральное значение ресурса  $x_\gamma$ , которое вырабатывает без отказа не менее  $\gamma$  процентов всех оцениваемых изделий, т.е.

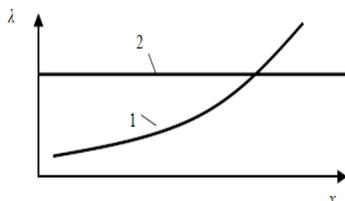
$$R(x) = P\{x_i > x_\gamma\} \geq \gamma.$$

В эксплуатации обычно принимаются  $\gamma = 80, 85, 90$  и  $95\%$ .

Гамма-процентный ресурс используется при определении периодичности ТО по заданному уровню безотказности  $\gamma$ . Выражение  $L_{ТО} = \gamma$  означает, что обслуживание с периодичностью  $L_{ТО}$  гарантирует вероятность безотказной работы  $R \geq \gamma$  и отказа  $F \leq (1 - \gamma)$ .

7. Важным показателем надежности является интенсивность от-

казов  $\lambda(x)$  – 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.



**Рис. 10 – Изменение интенсивности постепенных (1) и внезапных (2) отказов**

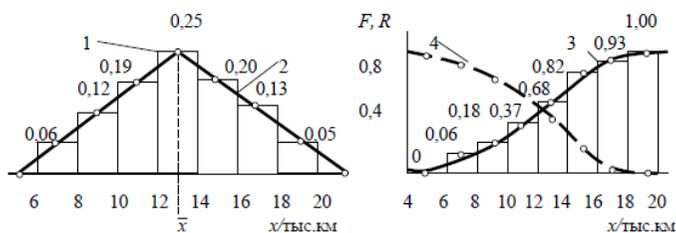
$$\lambda(x) = \left( \frac{dm}{dx} \right) / n - m(x),$$

можно записать:

$$\lambda(x) = -\frac{1}{R} \cdot \frac{dR}{dx},$$

откуда после интегрирования

$$R = \exp \left( -\int_0^x \lambda(x) dx \right).$$



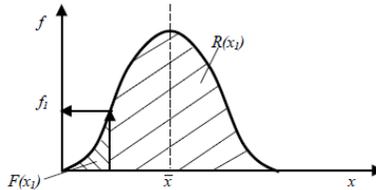
**Рис. 11 – Графическое изображение случайной величины:**

1 – гистограмма; 2 – полигон распределения; 3 – интегральная функция отказов; 4 – интегральная функция безотказной работы

Эта универсальная формула определения вероятности безотказной работы невосстанавливаемого элемента для любого закона распределения. Зная интенсивность отказов, можно для любого момента времени или пробега определить вероятность безотказной работы. Существуют внезапные и постепенные отказы (рис. 11). Последние

описывают работу так называемых стареющих элементов.

9. Наглядное представление о величине и вариации случайных величин дает их графическое изображение: гистограммы (1, рис. 11) и полигоны (2, рис. 11) распределения, а также интегральные функции распределения вероятностей отказа (3, рис. 11) и безотказной работы (4, рис. 11) и дифференциальные функции или законы распределения случайной величины (рис. 12).



**Рис. 12 – Дифференциальная функция распределения – закон распределения случайных величин**

10. В ряде случаев законы распределения случайных величин могут быть описаны аналитически, как функции параметров этих законов. Такие аналитические зависимости имеются для нормального, экспоненциального и ряда других законов распределения случайных величин, описывающих процессы эксплуатации.

Общий вид закона распределения:

$$F(x) = \int_{-\infty(x_{\min})}^x f(x)dx, \quad R(x) = \int_x^{\infty(x_{\max})} f(x)dx,$$

Для процессов технической эксплуатации и непрерывных случайных величин наиболее характерны следующие законы распределения.

Нормальный закон распределения (двухпараметрический:  $\sigma$  и  $x$ ). Такой закон формируется, когда на исследуемый процесс 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.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp \left[ -\frac{(x-\bar{x})^2}{2\sigma^2} \right],$$

$$R(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} dx.$$

Экспоненциальный закон (однопараметрический -  $\lambda$ ). 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  $\Delta x$ , называемого временем выполнения задания. Таким образом, эта модель не учитывает постепенного изменения параметров технического состояния, например, в результате изнашивания, старения и других причин, 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:

$$f(x) = \lambda \exp(-\lambda x),$$

$$R(x) = \exp(-\lambda x).$$

Закон распределения Вейбулла-Гнеденко 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  $x_i$ , отдельных элементов. Функция распределения этой величины может быть выражена следующей зависимостью:

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

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

Примером использования распределения Вейбулла-Гнеденко является распределение ресурса подшипника качения. Этот ресурс ограничивается ресурсом одного из элементов (шарика, ролика, конкретного участка сепаратора и т.д.).

Значение аналитических зависимостей состоит в том, что если известен вид закона (на основе опыта, литературных источников, наблюдений) и его параметры, то можно расчетными методами, не проводя объемных наблюдений, воспроизвести (прогнозировать) ожидаемые вероятности отказов и других состояний изделий и процессов. Например, для нормального закона необходимо знать два параметра ( $\sigma, x$ ), а для экспоненциального - один ( $x$  или  $\lambda$ ), чтобы рассчитать вероятность отказов и безотказной работы.

Если на основании имеющихся наблюдений или анализа механизма возникновения отказов можно предположить о реализации определенного теоретического закона распределения случайных вели-

чин, то соответствующие показатели можно рассчитать аналитически.

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 реализаций 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.

#### **Контрольные вопросы:**

*1. Опишите виды закономерностей изменения технического состояния автомобилей и тракторов.*

*2. Охарактеризуйте закономерности изменения технического состояния изделия по его наработке.*

*3. Охарактеризуйте закономерности случайных процессов изменения технического состояния изделий.*

*4. Опишите основные положительные аспекты оценки случайной величины при реальной эксплуатации автомобилей и тракторов.*

## **4 СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ**

### **4.1 Методы обеспечения работоспособности**

В настоящее время для обеспечения работоспособности автомобилей применяют три стратегии, приведенные в таблице 4.

Выбор стратегии обеспечения работоспособности производится на основе использования обобщенных закономерностей, учитывающих влияние технического состояния на экономические, эксплуатационные и экологические параметры.

Объективную оценку взаимосвязи этих стратегий на примере элемента с постепенным изменением параметра технического состояния – тормозного механизма (рис. 13). Конструктивным параметром У (при прочих равных условиях) этого механизма является зазор между

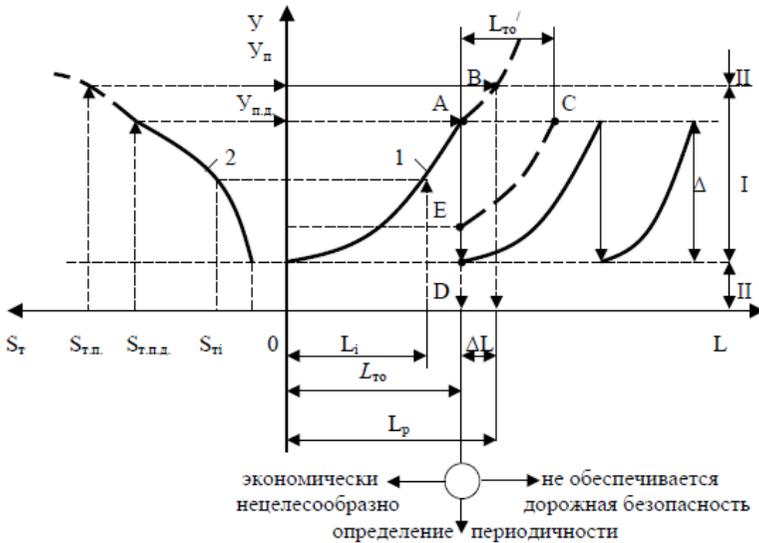
тормозными накладками и барабаном (диском).

Таблица 4

**Стратегии обеспечения работоспособности автомобилей**

Номер стратегии	Метод воздействия	Наименование воздействия
I	Поддержание заданного уровня (интервала) работоспособности	Техническое обслуживание
II	Восстановление утраченной работоспособности	Ремонт
III	Комбинация I и II стратегий	ТО и Р

Одним из диагностических параметров (наряду с тормозной силой, замедлением и др.) является тормозной путь  $S_T$ , предельно допустимое значение которого  $S_{m.д}$  регламентировано (ГОСТ, правила дорожного движения).



**Рис. 13 - Схема изменения и восстановления технического состояния**

При торможении автомобиля сопрягаемые детали (тормозные накладки - диск, барабан) изнашиваются, зазор возрастает (кривая 1, рис. 11), а тормозной путь (кривая 2) увеличивается. Переход за предельное значение конструктивного параметра  $U_n$ , определяемого конструкцией изделия, вызывает отказ тормозного механизма и автомоби-

ля, внешним проявлением которого является резкое возрастание тормозного пути. При этом резко увеличивается вероятность дорожно-транспортного происшествия. При этом чтобы предупредить это событие, необходимо до его наступления, т.е. при наработке  $L_{mo} < L_p$ , «вернуть» механизм в исходное (AD:  $Y_{no} \rightarrow Y_n$ ) или близкое к нему (AE:  $Y_{no} \rightarrow Y_n'$ ) состояние, уменьшив методами регулирования зазор между накладками и барабаном (диском) на величину  $\Delta = Y_{no} - Y_n$  (или  $\Delta' = Y_{no} - Y_n'$ ). Далее, этот процесс предупреждения отказа (I стратегия) может продолжаться в зависимости от конструкции механизма многократно и является типичным примером профилактики, т.е. технического обслуживания, а  $L_{TO}$  - его периодичностью. В саморегулирующихся механизмах это происходит также с определенной периодичностью, но автоматически. Разница  $Y_n - Y_{no}$  (предотказная зона) необходима для обеспечения минимальной вероятности возникновения отказа из-за неучтенных или неизвестных факторов (условия эксплуатации, качество материала, режимы эксплуатации и др.). При этом величина  $\Delta L = L_p - L_{TO}$  определяет запас ресурса при принятой периодичности ТО  $L_{TO}$ .

При увеличении  $\Delta L$  (сокращении  $L_{TO}$ ) обеспечивается рост безопасности работы механизма и одновременно увеличиваются затраты на профилактические работы, т.к. количество воздействий за определенный период возрастает. Увеличение периодичности ТО сокращает затраты на профилактические работы, однако риск появления отказа также увеличивается и связанные с ним затраты (ДТП, нарушение транспортного процесса, компенсация ущерба, простои в ремонте и др.). Поэтому при поддержании работоспособного состояния изделия определение рациональной периодичности ТО  $L_{TO}$  является важнейшей задачей.

В результате техническое состояние достигает предельного значения, при котором работоспособность не может быть обеспечена путем проведения профилактических воздействий, то есть требуется восстановление работоспособности (называемое ремонтом). Ремонт осуществляется путем замены или восстановления рабочих поверхностей, что предполагает II стратегию. В рассматриваемом примере – это замена тормозных накладок и колодок в сборе (или раздельно) с тормозными барабанами (дисками) в зависимости от их технического состояния.

Процесс определения рациональной периодичности технического обслуживания или своевременной постановки изделия на ремонт от момента постановки задачи до практического его применения занимает достаточно долгое время. При проведении экспериментальных исследований, на основании результатов которых устанавливаются зави-

симости изменения параметров технического состояния от наработки, затрачиваются значительные материальные и трудовые ресурсы. Такого рода разработками занимаются в основном организации и предприятия, имеющие научно-исследовательское направление.

Проведенные НИИАТ исследования показали, что наибольший прирост эффективности наблюдается при переходе от стратегии устранения отказов по потребности (II) к предупредительной стратегии (I) с двумя-тремя видами ТО. При этом суммарные удельные затраты на предупреждение и устранение отказов сокращаются на 30-37 %.

#### 4.2 Система технического обслуживания и ремонта

Основная цель ТО состоит в предупреждении и отдалении момента достижения изделием предельного состояния, а также обеспечение требований санитарно-гигиенических норм и правил. Техническое обслуживание должно обеспечивать безотказную работу подвижного состава в пределах установленных периодичностей по воздействиям, включенным в перечень операций.

В соответствии с действующим государственным стандартом (ГОСТ 20793-86) под термином "система технического обслуживания (ТО) и ремонта машин" понимается совокупность взаимосвязанных средств, документации и исполнителей, необходимых для поддержания и восстановления работоспособности машинно-тракторного парка.

К **техническим средствам** относятся: технологическое оборудование, приборы, приспособления, инструмент, снаряжения, запасные части и материалы для проведения операций ТО и ремонта. **Нормативно-техническая документация** регламентирует периодичность, последовательность и технологию выполнения этих операций, в том числе технические требования на восстановление параметров с указанием их допустимых значений. Наконец, в систему ТО и ремонтов входят **исполнители** - мастера-наладчики, диагносты, слесари и другие специалисты, осуществляющие операции обслуживания и ремонта.

Надежность машины в процессе эксплуатации зависит не только от совершенства конструкции и качества изготовления, но и от качества технического обслуживания при ее использовании и хранении. Только при условии своевременного и качественного ТО машин гарантируются ее нормальные показатели надежности. На практике нередко случаи нарушения сроков проведения ТО, не выполнения полного перечня операций или выполнения их с нарушением технических требований. Причиной такого пренебрежительного отношения к ТО машин часто является так называемое "невяное" неработоспособное

состояние машины. Машина, действительно, может продолжать работать, но уже неэкономично, с худшим качеством, а дальнейшее использование такой машины приводит к резкому увеличению внезапных отказов и дополнительных затрат на их устранение. Таким образом, система ТО и ремонтов машин носит **предупредительных** характер. Преимуществом системы является ее **плановость**, что позволяет заранее определять сроки ремонтно-обслуживающих воздействий и требуемые для этого средства, материалы и число исполнителей.

**Планово-предупредительная система ТО** включает в себя пять главных элементов (рис. 14).



**Рис. 14 - Структура планово-предупредительной системы ТО и ремонтов машин**

**Эксплуатационная обкатка** состоит из комплекса операций, предназначенных для подготовки новой или отремонтированной машины к производственной эксплуатации, обеспечивающих нормальную приработку трущихся поверхностей ее деталей.

**Периодические технические обслуживания** включают в себя ежедневное техническое обслуживание (ЕО), номерные обслуживания (ТО-1, ТО-2) и сезонное обслуживание (СО).

Основные задачи ТО:

1) предупреждение (профилактика) отказов и неисправностей (метод: возвращение системы в начальное или близкое к нему техническое состояние);

2) отдаление момента достижения системой предельного состояния  $Y_n$ , т.е. увеличение ресурса (метод: сокращение интенсивности изменения параметров технического состояния изделия - применение более качественных материалов, соблюдение правил эксплуатации,

качественное обслуживание и др.);

3) поддержание санитарно-гигиенического состояния и удовлетворительного внешнего вида автомобиля, а также создание условий для эффективного проведения работ ТО и Р (метод: уборка, мойка, санитарная обработка, очистка, окраска).

Характерные работы ТО: контрольно-диагностические, электро-технические, заправочные, крепежные, смазочные, регулировочные, моечные, уборочные и др. Особенность работ ТО:

1) поддержание технического состояния в заданных пределах;  
2) регулярность и плановость - выполнение с определенной, заранее заданной наработкой, называемой периодичностью;

3) значительное влияние на безотказность, долговечность, экономичность и экологичность;

4) выполнение, как правило, без разборки или с минимальной разборкой;

5) сравнительно малая трудоемкость и продолжительность операций ТО;

6) сравнительно малая наработка (периодичность  $t_{\text{то}} = 3 + 25$  тыс. км);

7) выполнение операций, как правило, группами, называемыми видами (ступенями) ТО. Например, в России: ежедневное обслуживание (ЕО); ТО-1, ТО-2 и др. - периодическое обслуживание; сезонное обслуживание (СО) и др. В зарубежной практике виды ТО: А, В, С, D и др. или ТО-15000, ТО-30000, ТО-45000 и т.д.

ТО выполняется владельцами транспортных средств своими силами или на специализированных предприятиях: станциях технического обслуживания, в мастерских и др.

**Сезонное техническое обслуживание (СО)** состоит из комплекса операций, предназначенных для подготовки машин к соответствующему периоду эксплуатации (весенне-летнему или осенне-зимнему). Как правило, СО совмещается с очередным номерным ТО.

**Периодические технические осмотры** проводят для оценки технического состояния машин и возможности их дальнейшей эксплуатации. При этом средствами диагностики определяют потребность в ремонте или его качество, запас ресурса до повторного осмотра и т.п.

Технические осмотры проводят непосредственно в хозяйствах два раза в год.

Технические осмотры проводят в следующем порядке:

1) проводят очередные технические обслуживания машин;

2) вносят в технические паспорта данные об объемах выполненных работ, даты и виды проведенных ТО и ремонтов;

3) определяют с помощью средств диагностики готовность машин к работе и их остаточный ресурс;

4) проверяют состояние ремонтно-обслуживающей базы и качество хранения техники.

По результатам осмотра составляется подробный акт и разрабатываются мероприятия по устранению недостатков.

Один из осмотров объявляется годовым. Конкретные сроки его проведения устанавливаются директивными органами.

При этом проверяется: наличие технических паспортов и правильность их заполнения; соблюдение правил и сроков технических обслуживаний; наличие технической документации по ТО и ремонту машин; соблюдение правил хранения техники.

**Ремонт** предназначен для восстановления и поддержания работоспособности изделия и его элементов, а также устранения отказов и неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации.

Характерные ремонтные работы: контрольно-диагностические и дефектовочные, разборочные, сборочные, слесарные, механические, сварочные, кузовные, малярные и др.

Особенности ремонтных работ:

1) выполняются, как правило, по достижении предельного состояния, т.е. по потребности;

2) наработка до ремонта обычно превышает периодичность ТО;

3) необходима частичная или полная разборка агрегата, автомобиля;

4) имеют значительную трудоемкость и стоимость;

5) необходимо применение достаточно сложного специального и универсального оборудования (станочное, сварочное, окрасочное и др.);

6) объектом ремонта может быть весь автомобиль, агрегат, сборочная единица или деталь.

Различают следующие виды ремонта.

**Текущий ремонт** проводят для обеспечения (или восстановления) работоспособности машины. Этот вид ремонта заключается в замене и (или) восстановлении отдельных сборочных единиц машины.

Различают плановый и неплановый ремонты. Плановый осуществляют в соответствии с требованиями нормативно-технической документации. Неплановый в большинстве случаев производят для устранения последствий отказов.

**Капитальный ремонт** проводят для восстановления полного (или близко к полному) ресурса машины. При этом заменяются или восстанавливаются все сборочные единицы и детали, отработавшие

свой ресурс.

Следует отметить, что при постановке машины в плановый или неплановый ремонт его характер и объем определяют по техническому состоянию в результате диагностирования.

**Хранение машин**, как составная часть планово-предупредительной системы, объединяет группу организационно-технологических мероприятий, которые обеспечивают сохранность машин, сводят до минимума их износ в нерабочий период, повышают их надежность, способствуют снижению затрат на ТО и ремонты.

### 4.3 Тактики обеспечения и поддержания работоспособности

При обслуживании автомобилей, как и многих других изделий, применяются две тактики проведения профилактических работ, т.е. доведения автомобиля, агрегата, системы до нормативного технического состояния: по наработке (1-1) и по техническому состоянию (1-2).

#### 1. Техническое обслуживание по наработке

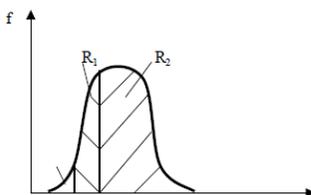
При обслуживании по наработке (1-1) всем изделиям при достижении назначенной наработки  $l_{то}$  (периодичность ТО) выполняется установленный (регламентный) объем профилактических работ (смена масла, регулирование тормозных механизмов и др.), а параметры технического состояния или качества материалов доводятся до номинального или близкого к нему значения. Эта тактика проста в применении и гарантирует работоспособность изделия с вероятностью  $R=1-F$  (см. рис. 11). Ее недостаток состоит в том, что в условиях неизбежной вариации показателей технического состояния (см. рис 9) значительная часть изделий имеет потенциальную наработку до отказа (запас ресурса), существенно превосходящую установленную периодичность ТО  $x > l_{то}$ . Для этих изделий (или случаев) техническое обслуживание с периодичностью  $l_{то}$  является как бы преждевременным и вызывает дополнительные затраты (рис 12).

#### 2. Техническое обслуживание по состоянию

В этом случае с учетом технического состояния изделий в соответствии с установленными (экономическим, экологическим или др.) требованиями необходимо обслуживать реже (или чаще), например через одно ТО ( $2L_{то}$ ). Для этого при каждом ТО необходимо проконтролировать техническое состояние всех изделий и разделить их на две группы (рис. 15). Первая группа имеет потенциальную наработку на

отказ, приходящуюся на очередной межосмотровый промежуток (от  $L_{\text{ТО}}$  до  $2L_{\text{ТО}}$ ):  $2L_{\text{ТО}} > x \geq L_{\text{ТО}}$ . Эти изделия (с вероятностью  $R_1$  требуют не только контроля (контрольная часть профилактической операции), но и выполнения работ (крепежных, регулировочных, смазочных, электротехнических и др.), обеспечивающих восстановление номинального или близкого к нему значения параметров технического состояния - исполнительская часть профилактической операции. Если такая работа не будет выполнена, то эта группа изделий с вероятностью  $R_1$  откажет в интервале наработки  $L_{\text{ТО}} \sim 2L_{\text{ТО}}$ .

Вторая группа изделий с вероятностью  $R_2$  имеет потенциальную наработку на отказ  $x > 2L_{\text{ТО}}$ , т.е. они могут безотказно проработать до очередного ТО. Поэтому для них достаточно ограничиться контролем (диагностикой) технического состояния, а исполнительскую часть отложить до следующего обслуживания ( $2L_{\text{ТО}}$ ).



**Рис. 15 - Тактика технического обслуживания по состоянию**

Преимущество этой диагностической тактики технического обслуживания по состоянию - более полное использование потенциального ресурса конкретных изделий с учетом вариации изменения их фактического технического состояния. С учетом формулы при этом методе с установленной периодичностью выполняется контрольная часть операции, а исполнительская часть проводится в зависимости от результатов контроля с определенной вероятностью (коэффициентом повторяемости), учитываемой при нормировании трудовых и материальных затрат.

Недостатки, а вернее, условия реализации, этой тактики связаны с необходимостью тщательного и дорогостоящего контроля технического состояния всех изделий при каждом ТО с целью разделения изделий на изделия, требующие немедленного доведения до нормативного состояния, и те, которые без отказа могут проработать до очередного ТО.

Таким образом, зная закономерности изменения технического состояния первого, второго и третьего видов, можно:

- во-первых, количественно оценить вероятности нахождения

автомобиля в работоспособном состоянии, позволяющем выполнять перевозки;

- во-вторых, выбирать и эффективно использовать стратегии поддержания (I) или восстановления (II) работоспособности;

- в-третьих, обосновать и применить тактику обеспечения работоспособности по наработке и техническому состоянию и их комбинации;

- в-четвертых, использовать данные по работоспособности при разработке нормативов, методов организации и технологии технического обслуживания и ремонта.

#### **4.4 Понятие о нормативах технической эксплуатации**

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 (положения о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, правила технической эксплуатации);

- отраслевые и групповые (группа предприятий, объединения, холдинг);

- 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, ресурс изделия до ремонта, трудоемкость ТО и ремонта, расход запасных частей и 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.

*Нормативы ТО и ремонта*, установленные Положением, относятся к определенным условиям эксплуатации, называемым эталонными. За эталонные условия принята работа базовых моделей автомобилей, имеющих пробег от начала эксплуатации в пределах 50...75 % от нормы пробега до КР, в условиях эксплуатации I категории в умеренном климатическом районе с умеренной агрессивностью окружающей среды. При этом предусматривается, что ТО и текущий ремонт (ТР) выполняются на предприятии, имеющем ПТБ для обслуживания 200...300 автомобилей, составляющих не более трех технологически совместимых групп.

При работе в иных, отличных условиях эксплуатации изменяются безотказность и долговечность автомобилей, а также трудовые и материальные затраты на обеспечение их работоспособности. Поэтому нормативы ТО и ремонта корректируются.

Регламентируемый Положением вид корректирования (ресурсный) имеет целью корректирование нормативов в зависимости от изменения уровня надежности автомобилей, работающих в различных условиях эксплуатации. Это корректирование приводит к изменению материальных ресурсов, необходимых для проведения ТО и ремонта автомобилей в различных условиях эксплуатации.

При корректировании учитываются следующие пять основных факторов.

1. *Категория условий эксплуатации*. Корректирование нормативов ТО и ремонта автомобилей в зависимости от условий эксплуатации осуществляется в соответствии с их классификацией, которая включает пять категорий условий эксплуатации.

Категория условий эксплуатации автомобилей характеризуется типом дорожного покрытия, типом рельефа местности, по которой пролегает дорога, и условиями движения и учитываются коэффициентом  $K_1$ , который применяется для корректирования трудоемкости ТО и

ТР (1,0...1,5), пробега до капитального ремонта (1,00...0,6) и расхода запасных частей (1,0...1,65), периодичность ТО (1,0...0,6).

2. *Модификация подвижного состава и особенности организации его работы.* При формировании нормативов учитывают необходимость их корректирования по типу и модификации (конструктивному назначению: автомобили с прицепами, самосвалы и т.д.) транспортного средства с учетом специфики его транспортной деятельности.

Модификация подвижного состава и особенности организации его работы в соответствии с «Положением о техническом обслуживании подвижного состава автомобильного транспорта» учитываются коэффициентом  $K_2$ , который применяется для корректирования трудоемкости ТО и ТР (1,0...1,25), пробега до капитального ремонта (1,00...0,75) и расхода запасных частей (1,0...1,3).

3. *Природно-климатические условия* учитываются при определении периодичности ТО, удельной трудоемкости ТР и норм пробега до капитального ремонта. Корректирование по природно-климатическим условиям осуществляется с помощью коэффициента  $K_3$ , который соответственно изменяется с учетом агрессивности окружающей среды при определении: периодичности ТО - от 0,72 до 1,0; удельной трудоемкости ТР - от 0,9 до 1,43; при определении пробега до первого капитального ремонта - от 0,63 до 1,1; расхода запасных частей - от 0,9 до 1,54.

4. *Пробег с начала эксплуатации* (возраст транспортного средства) учитывается при корректировании удельной трудоемкости ТР автомобилей. Корректирование по возрасту в соответствии с Положением выполняется с использованием коэффициента  $K_4$ .

Для грузовых автомобилей этот коэффициент корректирует трудоемкость, изменяясь от 0,4 (для пробега, составляющего менее 25 % ресурса автомобиля до КР) до 2 и более при пробеге автомобиля, в 1,75...2 раза превышающем ресурс до КР.

В зависимости от пробега с начала эксплуатации до капитального ремонта изменяется и продолжительность простоя автомобиля на ТО и в ремонте, которая учитывается коэффициентом  $K'_4$ , изменяющимся в пределах 0,7... 1,4. При пробеге автомобиля, превышающем его значение до первого капитального ремонта, величина  $K'_4$  принимается равной 1,4.

5. *Уровень концентрации подвижного состава.* При корректировании нормативов учитываются размеры АТО и разномарочность обслуживаемого парка. Последнее учитывается числом технологически совместимых групп, т.е. групп, требующих для ТО и ТР одинако-

вых средств обслуживания (постов, оборудования) автомобилей в парке (не менее 25 в группе). Корректирующим коэффициентом является коэффициент  $K_5$ .

Корректирование по данному коэффициенту не имеет смысла в небольших, одно- и маломарочных АТО.

*Результирующий коэффициент* корректирования получается перемножением соответствующих коэффициентов, при этом он не должен быть меньше 0,5.

Кроме указанного вида корректирования (ресурсного) применительно к организациям существует и второй вид - оперативный, который проводится непосредственно в АТО и имеет целью повысить работоспособность автомобилей путем изменения состава операций ТО с учетом конструкции, условий работы автомобилей и особенностей данной АТО.

Оперативное корректирование осуществляется только после внедрения в АТО исходных нормативов, рекомендуемых Положением.

Этот вид корректирования основывается на объективных данных действующей системы учета неисправностей, затрат на ТО и ремонт, а также результатов диагностических работ.

Основным методом оперативного корректирования является совместный анализ фактически выполняемых в данной АТО операций ТО и диагностирования и возникающей при этом потребности в работах сопутствующего ТР, которые непосредственно связаны с режимами и качеством выполнения профилактических работ.

*Нормативы ТО и ремонта* тракторов установлены Межотраслевыми укрупненными нормами времени на техническое обслуживание и ремонт тракторов (гусеничных, колесных) с тяговым усилием от 0,6 тс (6 кН) до 2 тс (20 кН).

#### **4.5 Определение периодичности технического обслуживания**

Периодичность ТО ( $L_{ТО}$ ) – это нормативная наработка (в километрах пробега или часах работы) между двумя последовательно проводимыми однородными работами или видами ТО.

Как отмечалось ранее, при техническом обслуживании применяются две тактики доведения изделия до требуемого технического состояния: по наработке и по состоянию. Поэтому при первой тактике определяется периодичность контроля, которая переходит в исполнительскую часть операции, с коэффициентом повторяемости  $k_1 = 1$ . При второй тактике определяется периодичность контроля, а исполнительская часть операции выполняется по потребности в зависимости от

результатов контроля, т.е.  $1 \geq k_2 \geq 0$ .

Методы определения периодичности ТО подразделяются на: простейшие (метод аналогии по прототипу); аналитические, основанные на результатах наблюдений и основных закономерностях ТЭА; имитационные, основанные на моделировании случайных процессов. Среди широкого спектра методов наиболее распространенными являются методы по допустимому уровню безотказности; по закономерности изменения параметра технического состояния и его допустимому значению; технико-экономический метод и экономико-вероятностный метод.

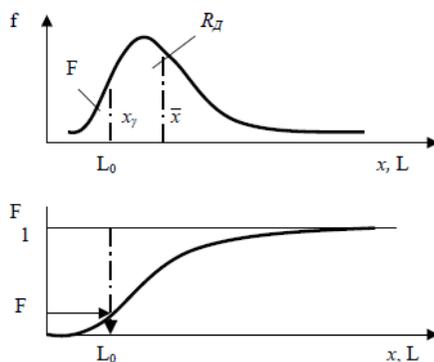
**Определение периодичности по допустимому уровню безотказности.** Этот метод основан на выборе такой рациональной периодичности, при которой вероятность отказа  $F$  элемента не превышает заранее заданной величины (рис. 15), называемой риском.

Вероятность безотказной работы

$$P_D = (x_i \geq L_0) \geq R_D = \gamma, \text{ т.е. } L_0 = x_\gamma$$

где  $x_i$  – наработка на отказ;  $R_D$  - допустимая вероятность безотказной работы;  $\gamma = 1 - F$ ;  $L_0$  – периодичность ТО;  $x_\gamma$  – гамма - процентный ресурс.

Для агрегатов и механизмов, обеспечивающих безопасность движения,  $R_D = 0,9 \dots 0,98$ ; для прочих узлов и агрегатов  $R_D = 0,85 \dots 0,90$ .



**Рис. 16 – Определение периодичности ТО по допустимому уровню безотказности**

Определенная таким образом периодичность значительно меньше средней наработки на отказ (рис. 16) и связана с ней следующим образом:  $L_0 = \beta_n \cdot x$  где  $\beta_n$  - коэффициент рациональный периодичности, учитывающий величину и характер вариации наработки на от-

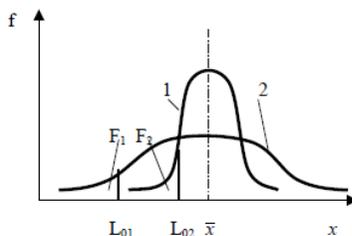
каз или ресурса, а также принятую допустимую вероятность безотказной работы (таблица 5).

**Таблица 5**

**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	0,01

На рисунке 17 приведены распределения наработки на отказы двух элементов (1 и 2), имеющих одинаковые средние наработки ( $\bar{x}_1 = \bar{x}_2 = 21$ ) на разные вариации, причем  $v_1 < v_2$ . При назначении для этих элементов периодичностей ТО, соответствующих равным рискам ( $F_1 = F_2$ ),  $L_{01} > L_{02}$ .



**Рис. 17 – Влияние вариации на оптимальную периодичность**

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

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;
- обеспечение выполнения ТО в установленные периодичности, т.е. регулярность ТО;
- группировка автомобилей при конкретном обслуживании по возрасту и условиям эксплуатации, обеспечивающая относительную однородность технического состояния.

Преимущества метода: простота и учет риска.

Недостатки метода:

- неполное использование ресурса изделия, так как  $L_0 < x$ , а  $R_d$

изделий имеет наработку на отказ  $x_i > L_0$ ;

- отсутствие прямых экономических оценок последствий отказа (косвенный учет - при назначении риска F).

Сферы применения:

- при незначительных экономических и других последствиях отказа;

- для массовых объектов, когда влияние каждого из них на надежность изделия в целом невелико (несиловые крепежные детали);

- при практической невозможности или большой стоимости последовательной фиксации изменения параметров технического состояния (электропроводка, транзисторы, гидро- и пневмомагистраль);

- при необходимости минимизировать риски, затраты на которые обеспечиваются экономией по другим статьям (доставка опасных и скоропортящихся грузов, доставка точно в срок, специальные операции).

**Определение периодичности ТО 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.

Для обеспечения доступности понимания этого метода рассмотрим алгоритм определения периодичности ТО по закономерности изменения параметра технического состояния и его допустимого значения;

- выделим условно из этого пучка три изделия с разной интенсивностью а изменения параметра технического состояния (рис. 18): максимальной (7), средней (2) - выделяем или вычисляем, минимальной (3).

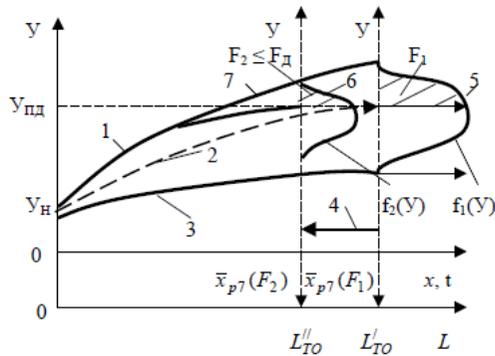
- определим средний ресурс (изделие № 2)  $2x_p$  при  $U_{п.д.}$ ;

- построим при фиксированной наработке всех изделий  $2x_p$  график 5 плотности вероятности распределения параметра технического состояния  $f(Y)$  для всей совокупности изделий;

- если периодичность ТО  $L_{ТО}$  будет равна  $2x_p$ , то значительная часть изделий ( $F_1$  на рис. 18) откажет при наработке  $x < L_{ТО}$ , так как у них  $V_i > U_{п.д.}$ ;

- назначим допустимое для данного изделия значение риска  $F_d$ ;

- уменьшим периодичность ТО до величины таким образом, чтобы вероятность отказа была равна или меньше допустимой  $F_d$  (сдвиг по стрелке 4 на рис. 18);



**Рис. 18 – Определение периодичности  $L_{TO}$  по допустимому значению и изменению параметра технического состояния**

- получим новое распределение плотности вероятности отказа,  $f_2(Y)$  - 6 на рис. 18;

- при этом варианте рациональная периодичность ТО  $L_{TO} = 7px(F_2)$ ;

- при этой периодичности обеспечиваются заданные условия, а именно:

вероятность, что параметр превысит предельно допустимый:  
 $P(Y_i > Y_{ПД}) \leq F_D$ ;

вероятность, что отказ возникнет раньше постановки на ТО:  
 $P(x_i > L_{TO}) \leq F_D$ ;

- определим изделие 7 на рисунке 18, которое имеет предельно допустимое значение интенсивности изменения параметра технического состояния  $a_{ПД}$ , соответствующее условию нулевого риска при  $L''_{TO} = x_{p7}(F_2)$ ;

- по кривой 7 рисунке 17 или аналитически определим

$$L_{TO} \cong \frac{Y_{ПД} - Y_H}{a_{ПД}}, \text{ где } a_{ПД} = \mu \cdot a,$$

где  $a$  – средняя интенсивность изменения параметра технического состояния (для 2 изделия на рис. 18);  $\mu$  – коэффициент максимально допустимой интенсивности изменения параметра технического состояния, превышение которого означает, что риск отказа до направления изделия на обслуживание будет больше заданного, т.е.  $F_2 > F_{Дл}$ .

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

Для нормального закона распределения

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

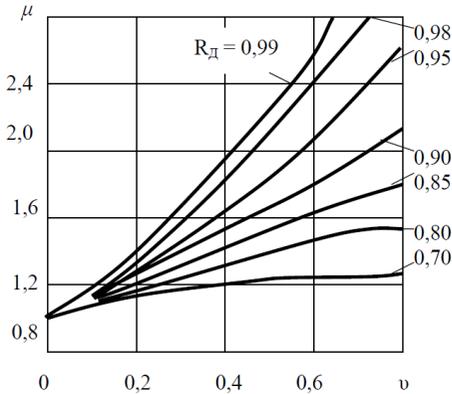
где  $t_d = (a_{ПД} - a) / \sigma$  - нормированное отклонение, соответствующее доверительному уровню вероятности.

Для закона Вейбулла - Гнеденко

$$\mu = \frac{-m \sqrt{-\ln(1 - R_d)}}{\Gamma(1 + 1/m)},$$

где  $\Gamma$  - гамма-функция,  $m$  - параметр распределения.

При этом, чем больше  $\nu$  или  $R_d$ , тем больше  $\mu$  и меньше периодичность ТО.



**Рис. 19 – Влияние коэффициента вариации  $\nu$  на коэффициент максимально допустимой интенсивности  $\mu$**

Таким образом, оценив значение  $\mu$  и определяя в процессе эксплуатации интенсивность изменения параметра технического состояния конкретного изделия  $a_i$ , (конструктивный параметр), можно прогнозировать его безотказность в межосмотровом периоде:

при  $a_i > a_{ПД} = \mu a$  изделие откажет до технического обслуживания с вероятностью  $F_2$ :  $P(a_i > a_{ПД}) = F_2 = F_{ПД}$ ;

при  $a_i \leq a_{ПД}$  изделие не откажет до очередного ТО с вероятностью  $R = 1 - F_2$ :  $P(a_i \leq a_{ПД}) = 1 - F_2 = R_{ПД}$ .

Следовательно:

- сокращение вариации увеличивает при прочих равных условиях периодичность ТО;

- ориентация при определении  $L_{ТО}$  на средние данные ( $a$ , кривая 2 на рис. 18)

- не может обеспечить высокую безотказность между ТО ( $F_1 \approx$

0,5).

Преимущества метода:

- учет фактического технического состояния изделия (диагностика);

- возможность гарантировать заданный уровень безотказности  $F$ ;

- учет вариации технического состояния.

Недостатки метода:

- отсутствие прямого учета экономических факторов и последствий;

- необходимость получать (или иметь) информацию о закономерностях изменения параметров технического состояния.

Сферы применения:

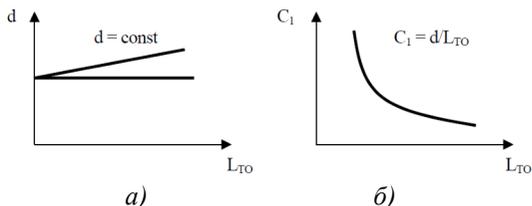
- объекты с явно фиксируемым и монотонным изменением параметра технического состояния (постепенные отказы) - регулируемые механизмы (тормоза, сцепление, установка передних колес, клапанный механизм);

- при реализации стратегии профилактики по состоянию.

**Технико-экономический метод определения периодичности ТО.** Этот метод сводится к определению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт и их минимизации. Минимальным затратам соответствует оптимальная периодичность технического обслуживания  $L$ . При этом удельные затраты на ТО определяются по формуле:

$$C_1 = d/L,$$

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

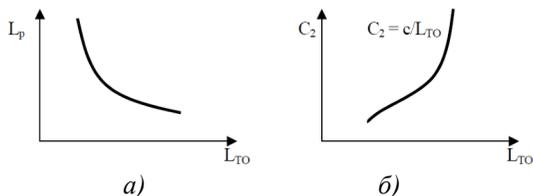


**Рис. 20 - Изменение  $d$  и  $C_1$  в зависимости от периодичности ТО**

При увеличении периодичности разовые затраты на ТО ( $d$ ) или остаются постоянными, или незначительно возрастают (рис. 20, а), а удельные затраты значительно сокращаются (рис. 20, б).

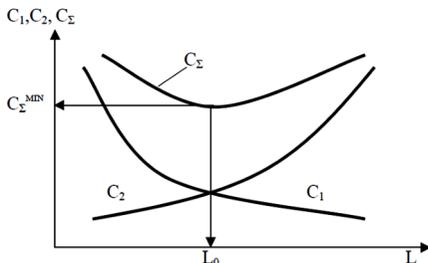
Увеличение периодичности ТО, как правило, приводит к сокращению ресурса детали или агрегата (рис. 21, а) и росту удельных затрат на ремонт:  $C_2 = c/L_p$  (рис. 21, б), где  $c$  - разовые затраты на ремонт;

$L_p$  - ресурс до ремонта. Выражение  $U = C_1 + C_2 = C_\Sigma$  является целевой функцией, экстремальное значение которой соответствует оптимальному решению.



**Рис. 21 - Изменение  $L_p$  и  $C_2$  в зависимости от периодичности ТО**

В данном случае оптимальное решение соответствует минимуму удельных затрат. Определение минимума целевой функции и оптимального значения периодичности ТО проводится графически (рис. 22) или аналитически в том случае, если известны зависимости  $C_1 = f(L_{TO})$  и  $C_2 = \psi(L_{TO})$ .



**Рис. 22 – Изменение удельных затрат 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 ( $L_0$ );
- простота, ясность, универсальность.

Недостатки метода:

- необходимость в достоверной информации о стоимости операций ТО и ремонта, влияния периодичности ТО на ресурс элемента;
- отсутствие учета вариации (случайность) 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.

**Экономико-вероятностный метод определения периодичности ТО.** Этот метод обобщает предыдущие и учитывает экономические и вероятностные факторы, а также позволяет сравнивать различные стратегии и тактики поддержания и восстановления работоспособности автомобиля.

Одна из стратегий поддержания автомобилей в исправном состоянии ( $C_2$ ) сводится к устранению неисправностей изделия по мере их возникновения, т.е. по потребности. Удельные затраты при этом могут определяться по формуле:

$$C_2 = \frac{c}{\int_{x_{\min}}^{x_{\max}} xf(x)dx},$$

где  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$  - максимальная и минимальная 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.

Преимущества метода:

- учет вероятностных и стоимостных факторов;

- гарантия при проведении ТО с оптимальной периодичностью определенных уровней безотказности  $R_0$  и риска  $F_0$  при известных затратах на реализации этой стратегии;

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

Основной недостаток - недоиспользование ресурса элементов, которые имеют потенциальную наработку до отказа.

Метод определения периодичности ТО по **максимальной производительности** основан на том, что с течением времени в результате износа механизмов производительность машины (мощность двигателя  $Ne$ ) уменьшается. При техническом обслуживании показатели

восстанавливают, но в процессе дальнейшей работы они вновь снижаются (рис. 23, а). Значение эффективной мощности представляет собой периодическую функцию от срока работы или наработки  $tn$ .

Таким образом, повышение средней мощности путем уменьшения  $tn$  увеличивает сезонную (годовую) наработку  $W_z$  или производительность машины, а снижение степени использования времени  $\tau$  за счет увеличения затрат времени на ТО ( $t_{TO}$ ) снижает  $W_z$ . Графически это показано на рис. 23 б.

Зависимость средней эффективной мощности двигателя от периодичности ТО можно представить в следующем виде:

$$N_e^{cp} = N_e^n - \frac{\Delta N_e}{2} = N_e^n - \frac{t_n}{2tg\alpha},$$

где  $\alpha$  – угол наклона прямой  $Ne = f(tn)$  к оси абсцисс.

Коэффициент использования времени смены, учитывающий затраты времени на периодические технические обслуживания  $\tau tn$ , определяется по выражению

$$\tau_{t_n} = 1 - \frac{t_{TO}}{t_n}.$$

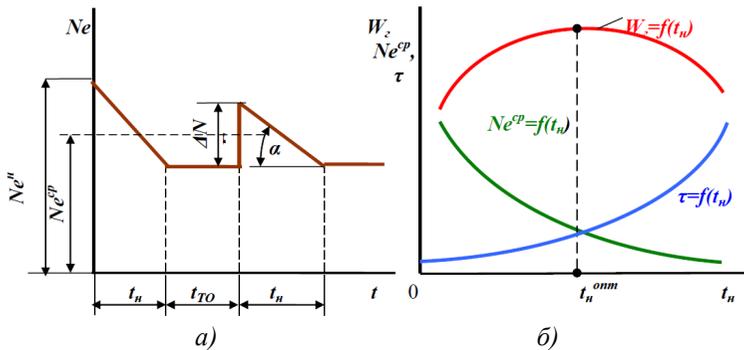


Рис. 23 - Изменение мощности (а), производительности и параметров, на нее влияющих (б), в зависимости от срока работы машины ( $tn$ ) и продолжительности ТО ( $t_{TO}$ )

Используя вышеприведенные выражения при определении годовой производительности агрегатов в функции эффективной мощности двигателя профессор А.Б. Коганов получил

$$t_n^{opt} = \sqrt{\frac{2t_{TO}}{\frac{tg\alpha}{N_e^n}}}$$

Зависимость показывает, что подкоренное выражение прямо пропорционально затратам времени на техническое обслуживание ( $t_{TO}$ ) и обратно пропорционально относительной скорости падения мощности двигателя  $tg\alpha / N_e^n$ .

Аналогично можно определить оптимальную периодичность ТО по критерию минимума удельных затрат.

Недостатком данного метода является то, что в качестве критерия оптимальности в исходных зависимостях принимаются средние значения величин без учета их вероятностного характера. Поэтому часто используют **статистический метод** определения периодичности технического обслуживания. Для определения периодичности этим методом необходимо установить закон распределения времени достижения предельно допустимого значения мощности или производительности машины (рис. 24).

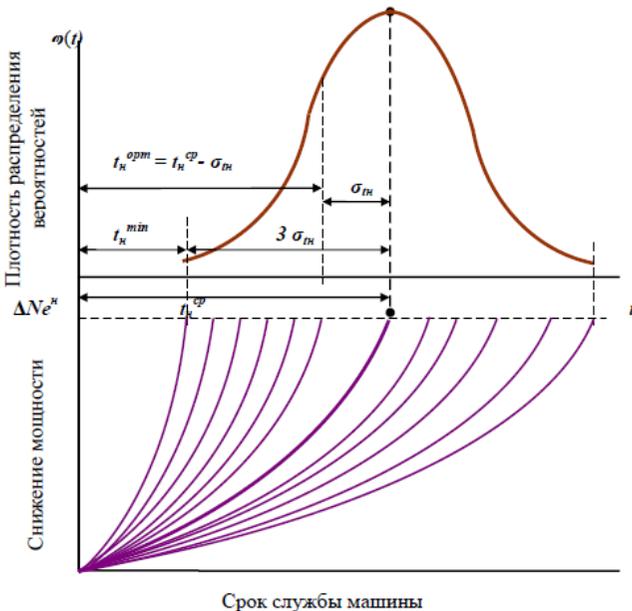


Рис. 24 - Схема определения периодичности технического обслуживания машины

Зная числовые характеристики данного распределения, можно найти искомое значение времени, которое для случая нормального распределения обычно принимают меньше среднего значения  $t_n$  на величину среднеквадратического отклонения  $\sigma_{tn}$ . В этом случае лишь 15-16 % машин будет подвергаться ТО после достижения предельных сроков, интервал же проведения ТО будет достаточно большим, поэтому сохранится его предупредительный характер.

Если принять  $t_n = t_n^{cp}$ , то техническое обслуживание может оказаться слишком поздним, поскольку половина всех машин за этот срок достигнут предельного состояния по рассматриваемому параметру.

### **Контрольные вопросы:**

1. Охарактеризуйте методы обеспечения работоспособности автомобилей.

2. Что такое техническое обслуживание автомобилей?

3. Опишите виды ТО и их назначение.

4. Опишите основные виды работ при проведении ТО и их особенности.

5. Охарактеризуйте капитальный ремонт.

6. Охарактеризуйте текущий ремонт.

7. Охарактеризуйте назначение диагностирования.

8. Опишите такие свойства диагностических параметров, как чувствительность, однозначность, стабильность и информативность.

9. Охарактеризуйте методы диагностирования.

10. Приведите классификацию средств диагностирования.

11. Охарактеризуйте техническое обслуживание по наработке.

12. Охарактеризуйте техническое обслуживание по его состоянию.

13. Что такое периодичность ТО? Какие методы определения периодичности ТО используются при технической эксплуатации?

14. Опишите метод определения периодичности ТО по допустимому уровню безотказности.

15. Опишите метод определения периодичности ТО по закономерности изменения параметра технического состояния и его допустимому значению.

16. Опишите технико-экономический метод определения периодичности ТО.

17. Опишите экономико-вероятностный метод определения периодичности ТО.

## 5 ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

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, производственной, 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:  $s = 200 - 300$  объектов; II стратегия - восстановление работоспособности - ремонт:  $k = 300 - 400$  объектов.

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

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

- планирование направления автотранспортного средства 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 машину направлять на ТО строго в соответствии с оптимальной периодичностью каждой операции ТО ( $L_{os}$ ), то резко возрастает число её обслуживаний.

При пооперационном выполнении ТО обеспечивается высокая эксплуатационная надежность автотранспортных средств, но их производительность сокращается, а затраты на организацию ТО растут. Для устранения недостатков пооперационного проведения ТО поток требований на ТО упорядочивается системой ТО и ремонта.

Система ТО и Р регулируется комплексом взаимосвязанных положений и норм, определяющих порядок, организацию, содержание и нормативы проведения работ по обеспечению работоспособности парка автомобилей.

К системе ТО и ремонта автомобилей предъявляются следующие

щие основные требования:

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

2) ресурсосберегающая и природоохранная направленность, обеспечение производственной и дорожной безопасности;

3) планово-нормативный характер, позволяющий:

- определять и рассчитывать программу работы и ресурсы, необходимые для обеспечения работоспособности машин;

- 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 предприятия;

5) стабильность основных принципов и гибкость конкретных нормативов, учитывающие изменение условий эксплуатации, конструкции и надежности автомобилей и тракторов, 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, 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 составляет 25 %. 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 %.

Разработка системы ТО и ремонта автомобилей является сложной и трудоемкой научно-практической задачей, для решения которой используются закономерности ТЭА. Эта работа включает ряд этапов и является результатом теоретических и экспериментальных исследований, критического обобщения уже имеющегося отечественного и за-

рубежного опыта, учета традиций, прогноза развития конструкции и надежности автомобилей в сочетании с решениями эвристического характера.

Полномасштабная разработка системы ТО и ремонта непосильна отдельным, даже крупным, предприятиям и компаниям. Поэтому на практике используется следующая схема:

1) принципиальные основы системы, техническая политика, структура системы и базовые нормативы централизованно разрабатываются на том или ином уровне, например на государственном или отраслевом уровне (в России), на уровне крупных транспортных объединений и компаний (США, Германия и др.), на уровне производителей (фирменные системы);

2) эти рекомендации являются весьма авторитетными и, как правило, в основном выполняются в соответствии с законодательством или добровольно большинством автотранспортных предприятий и фирм;

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

В России имеется богатый опыт и традиции разработки и применения системы ТО и ремонта автомобилей и тракторов. Принципиальные основы системы и организации ТО и ремонта и ряд необходимых для этого нормативов более 60 лет регламентировались в нашей стране государственными документами.

## **5.1 Формирование структуры системы ТО и ремонта**

Основой системы 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 ТО и ремонта влияют уровни надежности и качества автомобилей и тракторов; цели, которые поставлены перед автотракторной промышленностью и ТЭА; условия эксплуатации; имеющиеся ресурсы; организационно-технические ограничения.

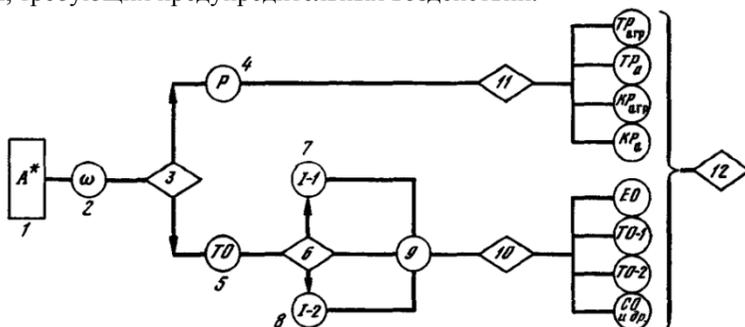
Отдельные элементы структуры системы ТО и ремонта эксплуатируемых в настоящее время автотранспортных средств влияют на затраты по обеспечению работоспособности (без организационно-планировочных затрат) следующим образом:

- обоснованность перечня профилактических операций и их периодичностей - 80-87 %;

- число ступеней (видов) ТО и кратность их периодичностей - 13-20 %.

Таким образом, главными факторами, определяющими эффективность системы ТО и ремонта, являются правильно определенные перечни (что делать) и периодичность (когда делать) профилактических операций, затем 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.



**Рис. 25 - Схема формирования структуры системы ТО и ремонта автомобилей:**

1 - парк автомобилей; 2 - поток отказов, возникающих при работе; 3 - разделение потока по видам стратегий обеспечения работоспособности; 4 - стратегия II - восстановление работоспособности - ремонт; 5 - стратегия I - обеспечение работоспособности - ТО; 6 - разделение ТО на тактики; 7 - тактика I - 1- по наработке; 8 - тактика I - 2- по техническому состоянию; 9 - поток профилактических операций по своим оптимальным периодичностям; 10 - группировка по видам операций ТО; 11 - группировка по видам операций ремонта; 12 - система ТО и ремонта по видам, нормативы, организация, технологии

Каждый узел, механизм, соединение, как отмечалось ранее, может иметь свою оптимальную периодичность ТО. Если следовать этим периодичностям, то автомобиль или трактор 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 сам автомобиль или трактор, 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 на ТО и 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.

**Метод группировки по стержневым операциям ТО** основан на том, что выполнение операций ТО приурочивается к оптимальной периодичности  $L_{ст}$  так называемых стержневых операций, которые обладают следующими признаками:

- а) влияют на экологическую, производственную и дорожную безопасность автомобиля;
- б) влияют на работоспособность, безотказность, экономичность автомобиля;
- в) характеризуются большой трудоемкостью, требуют специальных оборудования и конструкции постов;
- г) регулярно повторяются.

Примерами подобных 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 в, г). Таким образом, по этому методу периодичность ТО стержневой операции  $L_{ст}$  принимается за периодичность вида ТО или группы операций, например  $L_{ТО} = L_{ст}$  (рис. 26).

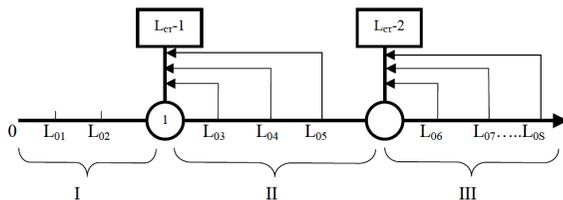
Из рисунка 26, следует, что анализируемые по данному методу профилактические операции могут быть сведены в три группы:

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 стержне-

вой операцией или выводятся из состава профилактических (переводятся в текущий или предупредительный ремонт).



**Рис. 26 – Группировка по стержневым операциям:**

$L$  – периодичность; стрелками показано совмещение выполнения соответствующей операции

Операции, оптимальная периодичность которых  $L_{0i}$  больше периодичности стержневой операции, выполняются с коэффициентом повторяемости

$$K_i = L_{cm} / L_{0i} = (L_{mo})_i / L_{0i}, \text{ где } 0 < K \leq 1.$$

Такие операции, как отмечалось, состоят из двух частей - контрольной (диагностической) и исполнительской. Причем контрольная часть производится каждый раз при направлении автомобиля на данный вид обслуживания, а исполнительская - по потребности в зависимости от его фактического технического состояния. В действующей системе ТО более 65-70 % всех операций выполняются с коэффициентом повторяемости, зависящим от результатов контроля в пределах установленной периодичности.

При **технико-экономическом методе** определяют такую групповую периодичность  $L_{0r}$ , которая соответствует минимальным суммарным затратам  $C_{\Sigma\Sigma}$  на ТО и ремонт автомобиля по всем рассматриваемым объектам (рис. 27):

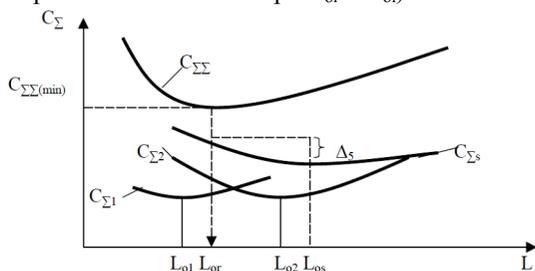
$$C_{\Sigma\Sigma} = \sum_s C_{Is} + \sum_s C_{IIs},$$

где  $C_{Is}$ ,  $C_{IIs}$  - удельные затраты на ТО и ремонт  $i$ -го объекта;  $s$  - число операций в группе (виде ТО).

На рисунке 27  $\Delta_5$  - это увеличение удельных затрат  $s$ -операции при ее выполнении в результате группировки, с групповой  $L_{0r}$ , а не со свойственной ей оптимальной периодичностью  $L_{0s}$ .

Если в группу входит операция, периодичность которой ограничена в рассматриваемых пределах условиями безопасности, экологии или техническими критериями, то выбранная групповая периодичность должна удовлетворять требованиям  $L_{0r} \leq L_{0i}$ ; где  $i$  - номер операции с периодичностью, ограниченной требованиями безопасности

движения или другими техническими критериями (например, прекращение функционирования механизма при  $L_{or} > L_{oi}$ ).



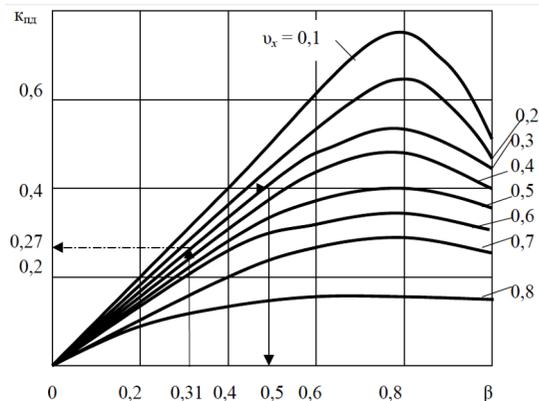
**Рис. 27 – Определение групповой периодичности ТО технико-экономическим методом:**

$L_{o1}, L_{o2}, L_{os}, \dots, L_{og}$  – оптимальные периодичности отдельных операций ТО

Используя **экономико-вероятностный метод**, можно определить целесообразность выполнения данной операции не с оптимальной для нее, а с заданной периодичностью стержневой операции. Воспользовавшись картой профилактической операции, определяют зону работ, 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.

На рисунок 28 приведены графики, позволяющие определить предельно допустимое значение коэффициента относительных затрат на ТО и ремонт  $k_{нд}$ , превышение которого при изменении периодичности нецелесообразно по экономическому критерию.

Если ряд объектов обслуживания имеет весьма близкие рациональные периодичности, то используется метод **естественной группировки**. Например, при обслуживании несомаконтрящихся 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.



**Рис. 28 – Оценка рациональности профилактических воздействий при заданной периодичности**

Таким образом, применяя соответствующие методы ТО, производят группировку операций по видам ТО. Ранее отмечалось, что 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 ЕО) 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. Это позволяет 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.

3) для предприятий с недостаточно организованным ТО (невыполнение перечня, несоблюдение периодичностей) в качестве первого этапа исправления ситуации может быть рекомендована одноступен-

чатая 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, т.е. приблизиться к оптимальным периодичностям ТО отдельных операций;

5) в перспективе 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.

## 5.2 Организация технического обслуживания

*Цель* организации ТО машин заключается в своевременном и высококачественном выполнении операций ТО с наименьшими затратами труда и средств. Для этого применяют специализацию и разделение труда, создают материально-техническую базу для проведения ТО, в зависимости от местных условий выбирают методы организации ТО.

Методы организации ТО машин различают по следующим критериям:

- способу передвижения машин при ТО - поточный и тупиковый;
- месту выполнения ТО - централизованный и децентрализованный;
- выполнению ТО специалистами - эксплуатационным и специализированным персоналом;
- виду организации, выполняющей ТО, — эксплуатирующей или специализированной организацией, предприятием-изготовителем.

При *поточном методе* ТО работы выполняют на специализированных постах в определенной технологической последовательности. Его обычно применяют на СТОТ или СТОА при большой программе обслуживании тракторов или автомобилей.

При *туиковом методе* ТО основные работы выполняют на одном стационарном посту ТО. Этот метод обычно применяют на пунктах ТО в бригадах, отделениях и фермерских хозяйствах.

При *централизованном методе* ТО работы проводят централизованно, персоналом и средствами одного подразделения - СТОТ, СТОА, дилерского предприятия, МТС.

При *децентрализованном методе* ТО работы проводят персоналом и средствами нескольких подразделений хозяйства. Например, ЕТО, ТО-1, ТО-2 машины проводят на пунктах ТО в бригадах, а ТО-3, СТО - на посту ТО в ЦРМ.

При проведении ТО *эксплуатационным персоналом* обслуживание выполняет водитель, который эксплуатирует машину.

При проведении ТО *специализированным персоналом* обслуживание машин выполняют специализированные звенья наладчиков, что широко практикуется, особенно при круглосуточной работе машин, например водитель.

При проведении ТО *эксплуатирующей организацией* обслуживание машины проводит хозяйство или предприятие, эксплуатирующее машину.

При проведении ТО *специализированной организацией* обслуживание машин проводит организация, имеющая специализированные кадры и технические средства для проведения ТО (СТОТ, СТОА и др.). Работы выполняются на договорных условиях.

Проведение ТО *предприятием-изготовителем* (фирменный метод ТО) в настоящее время получает широкое распространение.

Применительно к сложным машинам используют метод ТО специализированным персоналом предприятия. Специализированное звено проводит ТО при эксплуатационной обкатке, периодические и сезонные ТО машин, участвует в ТР автомобилей. При этом водитель-проводит эксплуатационную обкатку машины, ЕО, выполняет технологические регулировки в зависимости от условий работы, участвует в проведении периодических и сезонных ТО, устранении неисправностей, ремонте и постановке машин на хранение.

Сезонное ТО совмещают с очередным ТО-1, ТО-2 и выполняют на стационарном посту.

При проведении ТО устраняют все обнаруженные неисправности.

*Ежесменное ТО* автомобиля проводит, как правило, водитель в начале смены на площадке стоянки машины.

Планирование и организацию ТО автомобилей осуществляют с учетом фактического пробега подвижного состава.

Применяют *три формы организации ТО автомобилей:*

- ТО автомобилей в полном объеме проводят непосредственно на предприятиях. При этом каждое хозяйство должно иметь необходимые помещения, оборудование, квалифицированные кадры рабочих и средства материального обеспечения для выполнения всего объема работ;

- ТО автомобилей в полном объеме проводят на СТОА. Предприятия имеют только закрытые или частично открытые стоянки автомобилей с профилакториями для проведения ЕО.

- предприятие и СТОА совместно участвуют в производстве работ по ТО и ТР на основе рационального разделения функций между ними. В этом случае несложные виды работ (ТО-1) выполняют в предприятии, а более трудоемкие работы (ТО-2), требующие специального оборудования и квалифицированных исполнителей, - на СТОА.

Различают два метода организации работ ТО: на универсальных и на специализированных постах.

*Метод ТО автомобилей на универсальных постах* заключается в выполнении всех работ данного вида ТО на одном посту группой исполнителей, состоящей из рабочих всех специальностей (слесарей, смазчиков, электриков) или рабочих-универсалов.

В том и другом случае исполнители выполняют свою часть работ в определенной технологической последовательности.

Посты могут быть тупиковые и проездные. Тупиковые посты в большинстве случаев используют при ТО-1 и ТО-2, проездные - преимущественно при ЕО и обслуживании длинномерных автомобилей.

Достоинствами метода являются возможность выполнения на универсальных постах зоны ТО неодинакового объема работ.

К недостаткам метода при тупиковом расположении постов следует отнести значительные потери времени на установку автомобилей на посты и съезда с них; повышенное загрязнение воздуха отработавшими газами при маневрировании автомобиля в процессе заезда на посты и съезда с них; необходимость многократного дублирования одинакового оборудования на нескольких постах; потребность в использовании рабочих-универсалов высокой квалификации; увеличенные расходы на заработную плату высококвалифицированных рабочих.

*Метод ТО на специализированных постах* заключается в разделении объема работ данного вида ТО и распределении его по нескольким постам.

Посты и рабочих на них специализируют с учетом однородности работ или их рациональной совместимости. Соответственно под-

бирают и оборудование постов, также специализированное по выполняемым операциям.

Метод ТО на специализированных постах может быть поточным и операционно-постовым. Наиболее распространено расположение постов последовательно в виде поточной линии.

Данный метод организации процесса ТО сокращает потери времени на перемещение (автомобилей и рабочих), позволяет более экономно использовать площадь производственного помещения.

### **5.3 Трудоемкость и трудозатраты при эксплуатации автомобилей**

Универсальным измерителем количества труда, затраченного на выполнение той или иной работы, является рабочее время. Поэтому нормы труда устанавливаются путем определения количества рабочего времени, необходимого для выполнения определенной работы, или объема работы, который должен быть выполнен в единицу времени.

Законодательные основы регулирования вопросов нормирования труда нашли свое отражение в гл. 22 Трудового кодекса РФ.

При нормировании используются нормы и нормативы.

Понятие и классификация норм и нормативов

Под нормой понимается количество времени, необходимого для выполнения определенного объема работ, под нормативом - количество времени, необходимого для выполнения отдельных элементов производственного или трудового процесса.

Статья 160 ТК РФ выделяет такие нормы труда, как нормы выработки, времени, обслуживания.

Положение по нормированию труда среди норм и нормативов выделяет норму времени, норму выработки, норму обслуживания, норму численности, норматив численности.

*Норма времени* - это величина затрат рабочего времени, установленная для выполнения единицы работы работником или группой работников (в частности, бригадой) соответствующей квалификации в определенных организационно-технических условиях. Норма состоит из нормы подготовительно-заключительного времени и нормы штучного времени, состоящей из оперативного времени, времени обслуживания рабочего места и времени на отдых и личные надобности.

*Норма выработки* - это установленный объем работы (количество единиц продукции), который работник или группа работников (в частности, бригада) соответствующей квалификации обязаны выполнить (изготовить, перевезти и т.д.) в единицу рабочего времени в оп-

ределенных организационно-технических условиях.

Норма выработки является величиной производной от нормы времени и определяется делением рабочего времени исполнителей нормируемой работы за учетный период (час, рабочий день, смену, месяц) на норму времени.

*Норма обслуживания* - это количество производственных объектов (единиц оборудования, рабочих мест и т.д.), которые работник или группа работников (в частности, бригада) соответствующей квалификации обязаны обслужить в течение единицы рабочего времени в определенных организационно-технических условиях. Эти нормы предназначаются для нормирования труда работников, занятых обслуживанием оборудования, производственных площадей, рабочих мест. Кроме того, нормы обслуживания разрабатываются для установления норм времени (выработки) при многостаночной работе, а также в тех случаях, когда нецелесообразно нормирование труда работников на основе норм времени (выработки), то есть при полной автоматизации работы.

Разновидностью нормы обслуживания является норма управляемости, определяющая численность работников, которыми должен управлять один руководитель.

С нормой обслуживания связано понятие нормы времени обслуживания, под которой понимается величина затрат рабочего времени, установленная для обслуживания единицы оборудования, производственных площадей или других производственных единиц в определенных организационно-технических условиях.

При выполнении операций ТО 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 %.

*Трудоёмкость* ( $t$ ) – это затраты труда на выполнение в заданных условиях операции или группы операций ТО или ремонта. Трудоёмкость измеряется в норма-единицах (человеко-часах, человеко-минутах). Трудоёмкость 25 чел.-мин. означает, что исполнитель необходимой квалификации в среднем должен выполнить за 25 минут требуемую операцию.

Если одновременно эту работу могут выполнить несколько исполнителей ( $P$ ), то средняя продолжительность выполнения сокращается и составляет  $t_c = t/\varepsilon P$ , где  $\varepsilon$  – коэффициент, определяющий возмож-

ность совместной работы исполнителей  $0 < \epsilon \leq 1$ .

Различают нормативную и фактическую трудоемкость.

Нормативная – является официальной юридической нормой, принятой на данном предприятии и используется для определения численности исполнителей, оплаты труда, расчетов с клиентами.

Фактическая – затраты труда на выполнение конкретной операции конкретным исполнителем. Является случайной величиной и может отличаться от нормативной.

Виды и структура норм при ТЭА.

На автомобильном транспорте действуют следующие виды норм:

- дифференциальные (послеоперационные), устанавливаемые на отдельные операции или их части – переходы (смена масла, регулировка клапанов, замена свечей и т.д.).

- укрупненные - на группу операций, вид ТО и ремонта (мойка, крепежные работы при ТО-1 или ТО-2 и т.д.).

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

Норма трудоемкости складывается из составляющих

$$t_n = (t_{on} + t_{nz} + t_{обс} + t_{омд}) \cdot K,$$

где  $t_{on} = t_{oc} + t_{всн}$  - оперативное время, необходимое для производства операции;  $t_{oc}$  - основное время – в это время осуществляется собственно операция (регулировка тормозов, замена масла и др.);  $t_{всн}$  - время, необходимое для обеспечения возможности выполнения операции, например, во время установки автомобиля на пост ТО или ремонта;  $t_{nz}$  - подготовительно-заключительное время необходимое для ознакомления исполнителя с порученной работой, подготовки рабочего места и инструмента, сдачи наряда и др.;  $t_{обс}$  - время обслуживания рабочего места, необходимое для ухода за рабочим местом и применяемым инструментом или оборудованием;  $t_{омд}$  - время перерыва и отдыха;  $K$  – коэффициент повторяемости – учитывает вероятность выполнения, помимо контрольной и исполнительской части операции.

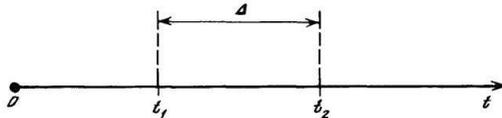
Фактическое время (трудоемкость) выполнения операций ТО и Р является случайной величиной, имеющей значительную вариацию, зависящую от технического состояния и срока службы автомобиля, условий выполнения работы, оборудования, квалификации персонала.

Например, условная продолжительность выполнения однотипных операций у рабочего более высокой квалификации ниже, чем у рабочего низшей квалификации. Поэтому норма относится к определенным оговоренным условиям (типовая норма, внутриведомственная норма, местная норма). Типовые пооперационные нормы приводятся в

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 места, хронометражные наблюдения, метод микроэлементных нормативов времени.



**Рис. 29 – Точность хронометражных наблюдений:**

$t$  - время выполнения операции,  $t_1$  - нижняя,  $t_2$  - верхняя граница среднего выборочного,  $\Delta$  - интервал, в котором с вероятностью  $\beta$  находится  $\bar{t}$ .

При хронометражных и других наблюдениях обычно определяется (по наблюдениям и расчетам) оперативное время  $t_{он}$ , а остальные элементы нормы ( $a_{нз}$ ,  $a_{обс}$ ,  $a_{омд}$ ) назначаются (в зависимости от особенностей операции, тяжести и условий труда) в процентах от оперативного времени ( $a_i$ ).

$$t_n = Kt_{он} \left( 1 + \frac{a_{нз} + a_{обс} + a_{омд}}{100} \right).$$

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

- подготовительно-заключительное  $a_{нз} = 3,5 \%$
- обслуживание рабочего места  $a_{обс} = 2,5 \%$
- перерыв на отдых  $a_{омд} = 6 \%$

Таким образом  $t_n = Kt_{он} \times 1,12 \Sigma = 12 \%$

При хронометражных наблюдениях за фактической продолжительностью выполнения операции рекомендуется последовательность:

1 Выбор объекта наблюдения (рабочее место, оборудование, технология). При этом рабочее место должно быть аттестовано, а наблюдения целесообразно провести:

- для средних условий данного предприятия → среднестатистическая норма;
- для прогрессивных методов и технологий → прогрессивная норма.

2 Определение объема наблюдений для получения среднего значения времени выполнения работ  $\bar{t}$ . Учитывая, что время является

случайной величиной и ее распределение подчиняется определенному закону  $f(t)$ , среднее значение случайной величины  $\bar{t}$  рассчитывается с определенной *абсолютной точностью*  $\Delta = \Delta_1 + \Delta_2$ , представляющей собой доверительный интервал, внутри которого с заданным уровнем вероятности  $\beta$  должно находиться среднее фактическое значение  $\bar{t}$  полученное по результатам наблюдений (рис. 28),  $P\{t_1 \leq \bar{t} \leq t_2\} = \beta$ .

При использовании для нормирования трудоемкости метода микроэлементных нормативов (МЭН) следует отметить:

- операции ТО и Р раскладываются на простейшие движения и действия (элементы) оператора типа: взять этот предмет, находящийся на расстоянии 1м массой 5кг и перенести его на 10м и т.д.

- эти простейшие движения нормируют в относительных или абсолютных единицах – микроэлементных нормативах, содержащихся в справочниках ( $t_i^{MЭ}$ );

- все микроэлементные нормативы, составляющие данную операцию, суммируются, и определяется *микроэлементная норма* операции

$$t_o^M = \sum t_i^{MЭ},$$

где  $t_i^{MЭ}$  - относительная норма трудоемкости операции, выражающаяся в микроэлементных нормативах;  $i$  - число элементов в операции (переходов);

- определяют фактическую норму времени, чел.-ч (чел.-мин);

$$t_n = k_n t_{on},$$

где  $k_n$  - коэффициент перехода от микроэлементной нормы к натуральной.

Преимущества метода МЭН — возможность нормирования без проведения объемных и дорогостоящих хронометражных наблюдений и компьютеризация процесса нормирования. Основная сложность - необходимость определения коэффициента перехода  $k_n$ , который существенно зависит от вида и условий выполнения работ.

Метод МЭН позволяет также сравнивать по сумме микроэлементных нормативов различные варианты организации и технологии выполнения сложных работ (последовательность, участие нескольких исполнителей, применяемое оборудование) без проведения непосредственных наблюдений и реализации самих вариантов.

В экономике под трудозатратами понимается количество единиц затрат труда персонала, необходимых для завершения работы. Они обычно измеряются в человеко-часах, в человеко-днях, в человеко-месяцах. Трудозатраты бывают плановые и фактические, и используются для расчёта сроков окончания проекта (задуманного решения),

финансовых затрат на его реализацию, анализа эффективности.

Фактические трудозатраты – это выполненный уже объем работ в проекте.

Плановые трудозатраты – это планируемый объем работ в проекте.

Иногда встречаются проблемы при оценке плановых трудозатрат. Это объясняется тем, что производительность разных сотрудников может различаться в разы. Поэтому, в том случае, когда неизвестно, кто будет исполнять конкретную задачу, очень трудно дать оценку трудозатрат в абсолютных единицах. Но используя усредненный показатель производительности труда сотрудников можно избежать (частично или полностью) отмеченных проблем.

Рассмотрим, как определяются трудозатраты в человеко-часах и в рублях/час. Формула расчета трудозатрат в человеко-часах такова:

$$Чч = N \cdot T,$$

где  $Чч$  – человеко-часы;  $N$  – количество работников;  $T$  – фактическое время, потраченное на выполнение работы.

Из формулы выходит, что 100 человеко-часов – это отработанные часы бригадой в 20 человек за 5 часов, или же в 50 человек за 2 часа, или же труд одного работника за 100 часов.

Также данная единица измерения применяется в расчете коэффициента использования рабочего времени, формула которого следующая:

$$K = T_{фo} / T_{тp},$$

где  $K$  – коэффициент использования рабочего времени одной трудовой единицей;  $T_{фo}$  – фактически отработанные человеко-часы;  $T_{тp}$  – максимально возможные (требуемые) отработанные человеко-часы.

Формула расчета стоимости человеко-часа одного работника выглядит следующим образом:

$$Ц = ЗП / РЧ,$$

где  $Ц$  – стоимость человеко-часа, руб.;  $ЗП$  – заработная плата одного работника за месяц (чистая), руб.;  $РЧ$  – количество рабочих часов в месяц.

В эту последнюю величину ( $РЧ$ ) не входят часы: отпусков (ежегодных, дополнительных, за свой счет и проч.); перерывов (на обед, а также более длительных перерывов в связи с простоем предприятия); смен вахты; забастовок, митингов и проч.; временных отлучений от работы (телефонных звонков, не связанных с работой, перекуров и проч.).

Пример расчета стоимости человеко-часа. Допустим, сотрудник

работает месяц по 8 часов в день. Заработная плата его за этот период составляет 30000 рублей. В этом календарном месяце он отработал 21 дней (по факту). Стоимость человеко-часа сотрудника будет составлять:  $30000 : 19 : 8 = 197,4$  (рубля/час).

Существует еще такое понятие как нормативные трудозатраты (человеко-часы), формула которых определяется по той же схеме, что и обычные человеко-часы. Разница состоит в том, что на определенную работу установлена норма времени и задействованных трудовых единиц (сюда также входит нормативная стоимость работы за 1 час определенной деятельности).

Существует несколько основных способов расчета нормативов трудозатрат для компании:

- бенчмаркинг;
- факторное нормирование;
- фотография рабочего дня;
- микроэлементное нормирование.

Рассмотрим каждый из них в отдельности и остановимся на наиболее оптимальном с точки зрения трудоемкости и точности методе.

Бенчмаркинг (англ. Benchmarking, Bench- скамья для судьи, место судильщика; marking – метка, клеймо, клеймение, отметка) - это оценка и сравнение того, как те или иные процессы выполняются на других предприятиях вашей отрасли. Обычно рассматривают наиболее успешные компании на рынке и для каждой отрасли рассчитывают собственный норматив. Для расчета таких нормативов необходимо собрать небольшие объемы информации только по лидерам рынка, но и точность таких нормативов будет невысокой, потому что не учитываются объемы бизнеса, специфика каждой конкретной компании и т. д.

Производительность труда - мера (измеритель) эффективности труда. Повышение производительности является показателем повышения эффективности.

Производительность труда измеряется количеством продукции (выполненной работы, оказанной услуги) выпущенной работником за единицу времени. Производительность труда это обратная величина трудоёмкости, измеряемой количеством времени, затрачиваемым на единицу продукции.

В основном рассматривают три вида производительности труда: Фактическая производительность труда; наличная производительность труда; потенциальная производительность труда.

Фактическая производительность труда (выработка)  $P_{\phi}$  обратно

пропорциональна трудоёмкости и определяется из непосредственно наблюдаемых данных по формуле:

$$P_{\phi} = \frac{W_{\phi}}{T_{\phi}},$$

где  $W_{\phi}$  - фактический выпуск продукции в единицах измерения данного вида продукции (шт., тонна, м<sup>3</sup> и пр.);  $T_{\phi}$  - фактические затраты живого труда в единицах времени (человеко-часов и др.).

Наличная производительность труда есть расчётная величина, которая показывает, сколько продукции можно выпустить в текущих условиях (например, на имеющемся оборудовании из доступных материалов) в случае, если все простои и задержки будут сведены к нулю.

Наличная производительность труда  $P_n$  определяется по формуле:

$$P_n = \frac{W_n}{T_n},$$

где  $W_n$  - максимально достижимый в текущих условиях выпуск продукции в единицах измерения данного вида продукции (наличная выработка);  $T_n$  - минимально необходимые в текущих условиях затраты живого труда в единицах времени (наличная трудоёмкость).

Потенциальная производительность труда есть расчётная величина, которая показывает, сколько продукции можно выпустить в теоретически достижимых в данных природных условиях на данном уровне развития цивилизации (например, из наилучших из имеющихся на рынке материалов при использовании передовых технологий и установке самого современного из имеющегося на рынке оборудования) в случае, если все простои и задержки будут сведены к нулю.

Годовая трудоёмкость работ по видам ТО и ремонту определяется умножением годового количества ТО на норму трудоёмкости.

Трудоёмкость ТО и ТР зависит не только от типа автомобиля, условий эксплуатации и организации обслуживания, но и от ряда не рассмотренных на этот момент факторов, например, сезонность или степень механизации выполняемых работ. Поэтому необходимо привести дополнительную корректировку норматива трудоёмкости.

Трудоёмкость дополнительных работ сезонного ТО по отношению к трудоёмкости ТО-2 составляет 50 % - для Крайнего Севера, 30 % - для зоны холодного климата и 20 % - для прочих условий.

Годовой объем работ по каждому виду ТО определяется умножением количества, ТО на соответствующую скорректированную (принятую к расчету) трудоёмкость:

$$T_{TO-2}^r = \sum N_{TO-2}^r \cdot t_{TO-2},$$

$$T_{TO-1}^r = \sum N_{TO-1}^r \cdot t_{TO-1},$$

$$T_{EO}^r = \sum N_{EO}^r \cdot t_{EO},$$

$$T_{CO}^r = \sum A_{СП} \cdot t_{CO}.$$

где  $t_{TO-1}$ ,  $t_{TO-2}$ ,  $t_{EO}$ ,  $t_{CO}$  - принятые к расчету трудоемкости первого, второго, ежедневного и сезонного технического обслуживания, чел.ч. (скорректированные значения табл. 6).

**Таблица 6**

**Нормативы трудоемкости технического обслуживания и текущего ремонта**

Наименование	Норматив для базового автомобиля, чел.ч.	Коэффициенты корректирования
Трудоемкость ТО-2	$t_{TO-2}^H$	$K_2K_5$
Трудоемкость ИО-1	$t_{TO-1}^H$	$K_2K_5$
Трудоемкость ЕО	$t_{EO}^H$	$K_2K_M$
Трудоемкость ТР	$t_{TP}^H$	$K_1K_2 K_3K_4K_5$
Трудоемкость СО	$t_{CO}^H$	

Примечание:  $t_{EO}^H$ ,  $t_{TO-1}^H$ ,  $t_{TO-2}^H$ ,  $t_{TP}^H$  - нормативные значения трудоемкостей работ ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР соответственно;  $K_M$  - коэффициент механизации работ ЕО. Данные по корректировочным коэффициентам и значениям нормативов трудоемкостей приведены.

Объем работ по ТР определяется по удельной трудоемкости ТР на 1000 км пробега автомобиля по формуле:

$$T_{TP} = L_{ОБЩ}^r \cdot t_{TP} / 1000,$$

где  $t_{TP}$  - принятая к расчету трудоемкость текущего ремонта на 1000 км пробега автомобиля, чел.ч.

Общий объем работ по ТО и ТР определяется по формуле:

$$\sum T_O^r = T_{TO-1}^r + T_{TO-2}^r + T_{EO}^r + T_{TP}^r + T_{CO}^r.$$

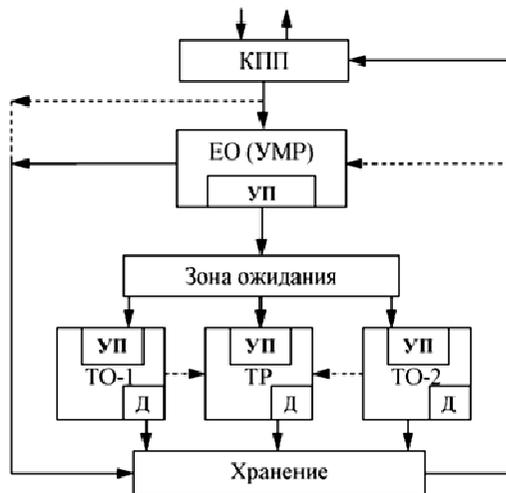
Аналогично определяется трудоемкость ТО и ремонта тракторов.

#### **5.4 Организация технологического процесса ТО и ремонта автомобилей**

В зависимости от списочного количества автомобилей ( $A_c$ , ед.) и среднегодового пробега одного автомобиля ( $L_g$ , тыс.км) выбирается форма организации ТО и ТР с включением Д.

Для АТП особо малой мощности (до 50 автомобилей) организа-

ционная форма технологических процессов характеризуется следующим образом. Д не выделяется в отдельное техническое воздействие. Контрольно-диагностические операции выполняются совместно с ТО и ТР (рис. 30).

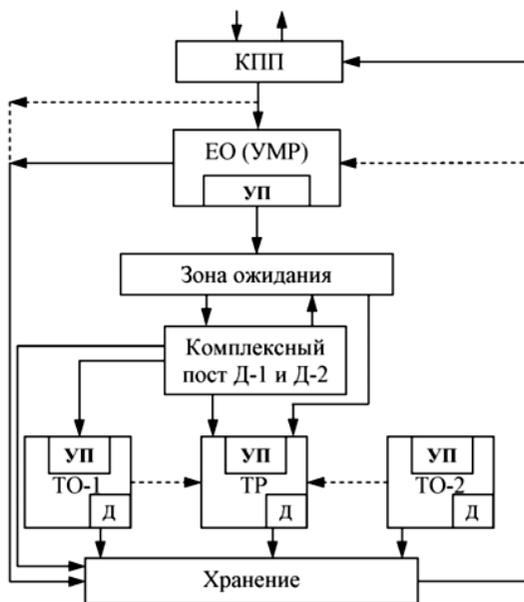


**Рис. 30 – Общая схема технологического процесса ТО и ТР для АТП особо малой мощности:**

*КПП – контрольно-пропускной пункт, УМР – уборочно-моечные работы, УП – универсальные посты, Д – с элементами диагностирования*

При этом крупное диагностическое оборудование (стенды) не применяется. Диагностические операции выполняются в процессе ТО или ТР с использованием недорогих малогабаритных переносных приборов и измерительного инструмента (компрессометр, телескопическая линейка для проверки схождения управляемых колес, щуп, люфтомер и т.п.). Все виды ТО и ТР выполняются на универсальных постах, так как суточные программы невелики (1–5 обслуживаний всех видов).

Для АТП малой мощности (50-150 автомобилей) организационная форма характеризуется тем, что диагностирования Д-1 и Д-2 выполняются на одном комплексном посту, оснащённом комбинированным стендом для проверки тормозных и тяговых качеств автомобилей. ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР выполняются на универсальных постах. Взаимосвязь ТП ТО, Д, ТР показана на рисунке 31.



**Рис. 31 – Общая схема технологических процессов ТО и ТР для АТП малой мощности**

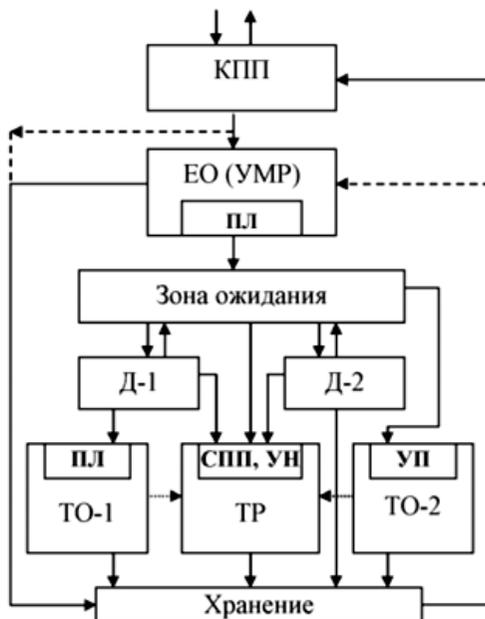
Для АТП средней мощности (150-350 автомобилей) целесообразно иметь отдельные посты Д-1 и Д-2, так как суточные производственные программы довольно значительные. ЕО и ТО-1 могут выполняться на поточных линиях, а ТО-2 на универсальных постах. В зоне ТР может быть введена частичная специализация постов (рис. 32).

В АТП большой мощности (свыше 350 автомобилей) суточные программы по всем видам ТО достаточно большие, поэтому, как правило, ЕО, ТО1, ТО-2 выполняются на поточных линиях.

В зоне ТР используются специализированные и специальные посты. Диагностирование рекомендуется специализированное и быстродействующее, т.е. тормозной стенд и стенд ходовых качеств на постах Д-1 и стенд тяговых качеств на постах Д-2 должны быть автоматизированными (работать совместно с компьютером и иметь соответствующее программное обеспечение). Быстродействующее диагностическое оборудование необходимо потому, что суточные программы Д-1 и Д-2 очень большие.

При обычном оборудовании потребовалось бы несколько постов каждого вида, а это экономически невыгодно (увеличение числа

стендов, производственных площадей, персонала). Общая схема ТП ТО, Д, ТР для АТП большой мощности внешне выглядит так же (рис. 32), но все технические воздействия выполняются на специализированных постах.



**Рис. 32 - Общая схема технологических процессов ТО, Д, ТР для АТП средней мощности:**

*ПЛ - поточная линия; СПП - специализированные посты*

К основным элементам производственно-технической базы СТОА относятся производственные посты (мойки, приемки, углубленной диагностики, ТО и ТР) и специализированные участки (ремонта отдельных систем автомобиля, шиномонтажный и др.).

Существуют различные варианты последовательности выполнения работ в зависимости от заказанной услуги (где: П - приемка; Д-1 - диагностика систем, определяющих безопасность движения (проводится на посту приемки, оснащенный диагностическим комплексом, и как самостоятельный вид услуги входит в состав ТО, выполняемого по сервисным книжкам); Дз - диагностика по заявкам клиентов (углубленная диагностика); УМР - уборочно-моечные работы; С - стоянка на территории СТО (при возникновении очереди); ПУС11 - производст-

венный участок № 1 (слесарный цех); ПУК11 - производственный участок № 2 (кузовной цех); ПР - постовые работы (включая установку автомобиля на подъемник); УР - участковые работы (включающие работы на специализированных участках: шиномонтаж, балансировка, стапель, установки по очистке форсунок, мойка радиатора и т.п.); УУК - стенд контроля и регулировки углов установки колес (сход - развал); МУ - малярный участок (включает: окрасочную камеру и подготовительный участок); К - контроль (проводится на постах с заполнением листа осмотра, включающего: пробную поездку, контроль систем безопасности и регулировочные работы); В - выдача автомобиля клиенту).

Вариант 1: П-УМР-Д-1-ПР-К-УМР-С-В – типичный вариант прохождения ТО по сервисной книжке, когда клиент приезжает на СТО при определенном пробеге или временном интервале. В этом случае на посту приемки (П) автомобиль проходит диагностирование, приемщик осматривает его, проверяя отсутствие (наличие) течей, целостность защитных резиновых изделий (пыльников, тормозных шлангов), толщину тормозных дисков и колодок, исправность приборов освещения и сигнализации, уровень рабочих жидкостей. После УМР, автомобиль устанавливается на пост для проведения постовых работ (ПР), где проводятся работы по ТО и устранение замеченных при осмотре неисправностей. Далее проводится контроль выполненных работ (К), а затем мойка и уборка салона. Автомобиль выдается клиенту.

Вариант 2: П-Д-1-Дз-С-УМР-ПР-УР-ПР-К-УМР-С-В - когда клиент совмещает ТО и ТР в одном посещении СТО. Для этого помимо Дз производится углубленная диагностика Дб для выявления неполадок. В данном случае клиент оставляет автомобиль на СТОА на довольно длительное время (несколько дней и более), поэтому автомобиль проходит через стоянку для ожидания и выдачи.

Вариант 3: П-Д.-ПР-К-УМР-В - реализуется при ограниченном свободном времени клиента и при условии, что автомобиль заезжает в цех в чистом виде (теплое время года, сухие дороги), поэтому УМР перед проведением работ не выполняется.

Вариант 4: П-Д;-С-УМР-ПР-УР-ПУКи-ПР-УМР-С-В - реализуется при поступлении автомобиля в мелкий или средний кузовной ремонт в отсутствие необходимого слесарного ремонта (замена или ремонт двери, крыла, бампера, капота и т.п.). Автомобиль устанавливается на пост в кузовном цехе для монтажа/демонтажа элементов кузова.

Вариант 5: П-УМР-ПР-УР-ПУСЦ-ПР-К-УМР-В - исключает ди-

агностику систем и реализуется в случае, когда клиенту нужно выполнить конкретную услугу, требующую специального оборудования и/или установки автомобиля на подъемник (например, шиномонтаж, балансировка колес, заправка кондиционера, промывка форсунок и т.п.).

Вариант 6: П-Д,-УМР-ПР-С-ПР-МУ-ПР-УУК-К-УМР-С-В - характерен для крупного ремонта — замены или ремонта элементов как кузова, так и механических систем, обеспечивающих работу двигателя, трансмиссии и подвески. Примером могут служить аварийные автомобили, ремонтируемые по страховке.

Вариант 7: П-Д,-УМР-ПР-УР-ПР-УУК-К-УМР-С-В - реализуется при ремонте или замене элементов подвески, после которых необходимы проверка и регулировка угла установки колес.

Вариант 8: П-ПР-В - реализуется при необходимости устранения неполадки автомобиля, не требующей диагностики, в случае если клиент очень спешит (этим объясняется исключение УМР и С), или устранения неполадки после ремонта на данной СТО, когда причина очевидна.

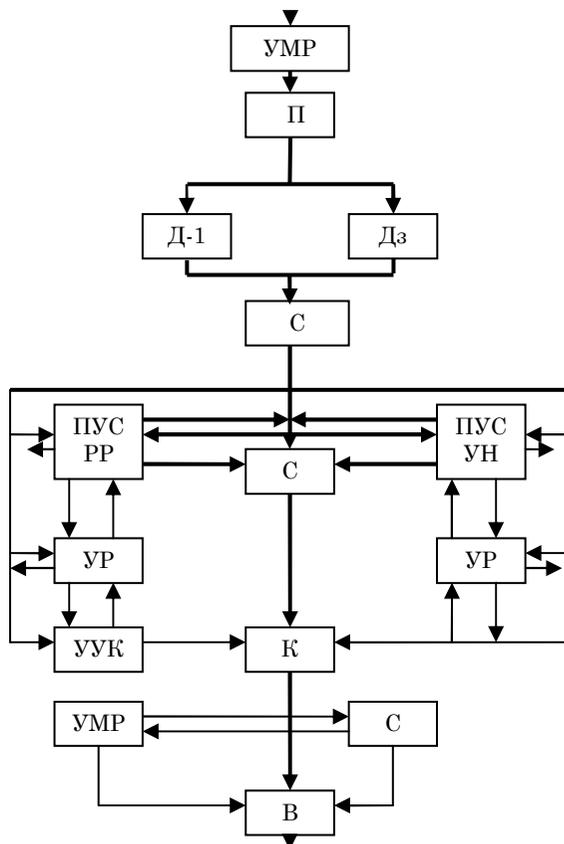
Для действующей СТОА предлагается следующая примерная схема маршрутов прохождения автомобилем производственных постов и участков на СТО представленная на рисунке 33.

При приемке автомобиля производятся: проверка агрегатов и узлов, на неисправность которых указывает автовладелец; проверка технического состояния агрегатов, узлов и систем, влияющих на безопасность движения; проверка технического состояния автомобиля для выявления дефектов, не указанных автовладельцем; определение ориентировочной стоимости и сроков выполнения работ и согласование их с автовладельцем; оформление приемочных документов.

При необходимости для установления причины неисправности мастер-приемщик направляет автомобиль на пост диагностики или делает пробный выезд автомобиля.

Рабочее место мастера-приемщика должно быть оборудовано компьютером, содержащим полную базу данных по всем видам работ, всю техническую информацию по маркам автомобилей, запасным частям (наличие на складе, стоимость и, если необходимо, срок поставки необходимой детали), а также историю ремонта автомобиля (если автомобиль ремонтировался или обслуживался в данной СТОА). Во время приема автомобиля в ремонт мастер-приемщик и клиент совместно:

- проводят осмотр автомобиля для выявления царапин, трещин, сколов и иных подобных дефектов во избежание конфликтных ситуаций в будущем;



**Рис. 33 – Схема технологического процесса обслуживания автомобилей СТО:**

*П* — приемка; *Д-1* — диагностика систем безопасности движения; *Дз* — диагностика по заявкам клиентов (углубленная диагностика); *УМР* — уборочно-моечные работы; *С* — стоянка на территории СТОА (при возникновении очереди); *ПУС РР* — производственный участок слесарный регламентных работ (проведение ТО); *ПУС УН* - производственный участок слесарный устранения неисправностей; *УР* – участковые работы; *УУК* – стенд контроля и регулировки углов установки колес; *МУ* – малярный участок; *К* – контроль; *В* – выдача автомобиля клиенту

- проводят осмотр автомобиля с целью выявления дефектов, влияющих на безопасность движения, и решают на месте вопрос их

устранения;

- согласовывают предстоящий ремонт, детально обсуждая и уточняя все работы, оговаривают стоимость ремонта, запасных частей, сроки выполнения; по желанию владельца автомобиля СТОА может выполнить неполный объем работ.

После установления объема работ мастер-приемщик заполняет заказ-нарядов (договор) и на основе установленной заводом-изготовителем трудоемкости выполнения работ и цены нормо-часа конкретной СТОА определяет общую стоимость работ. Договор заключается при предъявлении потребителем документа, удостоверяющего личность, а также документов, удостоверяющих право собственности на автомобиль (свидетельство о регистрации, техпаспорт, справка-счет). Потребитель, не являющийся собственником автомобиля, предъявляет документ - доверенность, подтверждающую его право на эксплуатацию автомобиля.

По окончании приемки водитель-перегонщик ставит автомобиль на рабочий пост или автомобиле-место ожидания. Время, затрачиваемое на прием автомобиля, в среднем составляет 20-30 мин.

После проведения всех операций ТО и ТР автомобиль направляется на участок выдачи, где контролируют качество работ, выполненных в соответствии с заказ-нарядом (договором), производят внешний осмотр, проверку комплектности автомобиля и выдачу его автовладельцу.

При выдаче автомобиля мастер-приемщик:

- объясняет результаты проведенного технического воздействия, демонстрируя на автомобиле произведенные работы и замененные запасные части;

- выдает сертификат контроля, поясняя его позиции;

- рекомендует, если требуется, сроки проведения будущих технических воздействий, представляет счет и комментирует все позиции счета.

В случае занятости рабочих постов, на которых должны выполняться работы согласно заказ-наряду, автомобиль поступает на автомобиле-место ожидания, откуда по мере освобождения постов направляется на тот или иной производственный участок. После завершения работ автомобиль поступает на пост выдачи автомобиля клиенту.

В настоящее время для сельских хозяйств разработаны формы организации ТО, которые характеризуются следующим:

1. Техническое обслуживание проводится непосредственно службой данного хозяйства. Данная форма обслуживания требует высокого материально-технического состояния хозяйства.

2. ТО проводится районным техническим предприятием без участия соответствующей службы хозяйства.

3. Обслуживание проводится заводом-изготовителем (сервисное обслуживание). В настоящее время с ликвидацией экономических связей данный вид затруднен и практически не возможен.

4. Техническое обслуживание проводится дилерскими предприятиями.

5. Смешанное обслуживание – сочетание различных форм обслуживания. Данная форма сочетает в себе их достоинства и учитывает экономические возможности.

### **Контрольные вопросы:**

1. *Какие основные требования предъявляются к системе ТО и ремонта автомобилей?*

2. *Опишите влияние системы ТО и ремонта на эффективность технической эксплуатации автомобилей.*

3. *Опишите главные факторы, обеспечивающие систему ТО и ремонта автомобилей.*

4. *Опишите схему разработки системы ТО и ремонта автомобилей.*

5. *Опишите формирование структуры ТО методом группировки по стержневым операциям.*

6. *Опишите формирование структуры ТО технико-экономическим методом.*

7. *Опишите формирование структуры ТО экономико-вероятностным методом.*

8. *Опишите формирование структуры ТО методом естественной группировки.*

## **РАЗДЕЛ II ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

### **6 ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

#### **6.1 Условия эксплуатации автомобилей**

Условия эксплуатации подразделяются на транспортные, природно-климатические и дорожные.

Транспортные условия характеризуются особенностями перевозимого груза и организацией перевозок, включая организацию погрузочно-разгрузочных работ. Этими условиями определяются такие ха-

рактеристики автомобиля, как грузоподъемность, вместимость кузова, приспособленность для погрузочно-разгрузочных работ, запас хода и др.

Природно-климатические условия характеризуются температурой воздуха и ее сезонными и суточными изменениями, влажностью и скоростью ветра. По этим факторам различают зоны умеренного, холодного (арктического) и жаркого климата.

В соответствии с «Положением о ТО и Р ПС РФ» установлены следующие климатические районы: очень холодный, холодный, умеренно холодный, умеренно теплый (здесь же умеренно теплый влажный, теплый влажный), жаркий сухой, очень жаркий сухой, умеренный. В соответствии с климатическими районами установлено количество летних и зимних месяцев в году (таблица 7).

Кроме того, выделены районы с высокой агрессивностью среды: прибрежные районы Черного, Каспийского, Азовского, Балтийского, Белого, Баренцева, Карского, Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова, Охотского и Японского морей (с шириной полосы до 5 км).

**Таблица 7**

**Районирование территории России по природно-климатическим условиям**

Административно-территориальная единица	Климатический район
Республика - Саха (Якутия) Область - Магаданская	Очень холодный
Республики: Алтай, Бурятия, Карелия, Коми, Тува, Хакасия Края: Алтайский, Красноярский, Приморский, Хабаровский Области: Амурская, Архангельская, Иркутская, Камчатская, Кемеровская, Мурманская, Новосибирская, Омская, Сахалинская, Томская, Тюменская, Читинская	Холодный
Республики: Башкортостан, Удмуртская Области: Пермская, Свердловская, Курганская, Челябинская	Умеренно-холодный
Республики: Северо-Осетинская, Адыгея, Дагестан, Ингушская, Карачаево-Черкесская, Кабардино-Балкарская, Чеченская Края: Краснодарский, Ставропольский Области: Калининградская, Ростовская	Умеренно-теплый, умеренно-теплый влажный, теплый влажный
Остальные регионы России	Умеренный

Дорожные условия определяются типом и состоянием дорожного покрытия и дорожных сооружений (узлов, мостов, путепроводов), рельефом местности и интенсивностью движения. От дорожных условий зависит максимальная нагрузка на мост автомобиля и основные

эксплуатационные характеристики, методы, обеспечения которых изучаются в теории автомобиля: тягово-динамические, экономические и тормозные характеристики, устойчивость и управляемость, плавность хода и проходимость.

**Автомобильной дорогой** называют комплекс инженерных сооружений (земляное полотно, проезжая часть, мосты, предприятия придорожного сервиса и т.п.), предназначенных для обеспечения движения нерельсовых транспортных средств и пешеходов.

**Таблица 8**

**Основные технические характеристики автомобильных дорог по (СНиП 2.05.02–85)**

Показатели	Категория дороги					
	1		2	3	4	5
	1-а	1-б				
1	2	3	4	5	6	7
Перспективная среднесуточная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях, авт/сут	более 700	более 7000	3000-7000	1000-3000	100-1000	менее 100
Расчетная скорость движения, км/ч: основная для трудных участков пересеченной местности для трудных участков горной местности	150 120 80	120 100 60	120 100 60	100 80 50	80 60 40	60 40 30
Число полос движения	4;6;8	4;6;8	2	2	2	1
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,75	3,5	3,0	HP
Ширина проезжей части (в обоих направлениях), м	15,0; 22,5; 30,0	15,0; 22,5; 30,0	7,5	7,0	6,0	4,5
Ширина обочин, м	3,75	3,75	3,75	2,5	2,0	1,75
Наименьшая ширина разд. полосы м/у напр-ми движения, м	6,0	5,0	HP	HP	HP	HP
Ширина земляного полотна, м	28,5; 36; 43,5	27,5; 35; 42,5	15	12	10	8
Наибольшие продольные уклоны, %: основные для трудных участков пересеченной местности для трудных участков горной местности	3,0 4,0 6,0	4,0 5,0 7,0	4,0 5,0 7,0	5,0 6,0 8,0	6,0 7,0 9,0	7,0 9,0 10,0
Перспективная среднесуточная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях, авт/сут	более 700	более 7000	3000-7000	1000-3000	100-1000	менее 100
Наименьшее расстояние видимости встречного автомобиля, м: основные для трудных участков пересеченной местности для трудных участков горной местности	не регл. 450 250	450 350 170	450 350 170	350 250 130	250 170 110	170 110 90

Категория 1 имеет две подкатегории 1-а и 1-б. При этом к 1-а

отнесены наиболее совершенные магистральные автомобильные дороги общегосударственного значения, в том числе предназначенные для международного сообщения. К остальным категориям относятся прочие дороги общегосударственного, республиканского, краевого и областного, а также местного значения.

Важным транспортно-эксплуатационным показателем дорог является расчетная скорость и допустимые осевые нагрузки, которые составляют для дорог 1-4 категории – 10 тс, для 5 категории – 6 тс.

Проезжая часть дороги, предназначенная для движения автомобилей, имеет дорожную одежду, состоящую, как правило, из нескольких слоев: покрытия (верхний, наиболее прочный слой дорожной одежды), основания и дополнительного основания. На основе положений СНиП 2.05.02 – 85 дорожная одежда должна отвечать определенным требованиям, предъявляемым к автомобильной дороге как транспортному сооружению.

Применяются следующие четыре основных типа дорожных покрытий:

- усовершенствованные капитальные (цементобетонные монолитные, железобетонные или армобетонные сборные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и мозаики на бетонном основании) – для дорог 1-3 категорий;

- усовершенствованные облегченные (из щебня, гравия и песка, обработанных вяжущими, из холодного асфальтобетона) – для дорог 3-4 категорий;

- переходные (щебеночные и гравийные, из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими, мостовые из булыжника) – для дорог 4-5 категорий;

- низшие (из грунтов, укрепленных или улучшенных добавками) – для дорог 5 категории.

Нормальные условия сцепления шин с дорогой обеспечиваются на чистом сухом или увлажненном дорожном покрытии, имеющем коэффициент сцепления при скорости 60 км/ч для сухого покрытия 0,6, а для увлажненного – от 0,45 до 0,6 в зависимости от условий движения автомобиля, определяемых уклонами дороги, радиусами кривых в плане и расстоянием видимости.

Указанные значения коэффициентов сцепления обеспечиваются в эксплуатации специальной поверхностной обработкой дорожных покрытий.

Для обеспечения бесперебойного движения на автомобильных дорогах организуются службы ремонта и содержания всего комплекса инженерных сооружений дороги.

При оценке вариантов трассы и конструкции автомобильной дороги, следует учитывать ее воздействие на состояние окружающей среды, как в период строительства, так и во время эксплуатации, а также сочетания с ландшафтом, отдавая предпочтение решениям, оказывающим минимальное вредное воздействие на окружающую среду и здоровье населения. Автомобильные дороги 1-3 категорий должны прокладываться, как правило, в обход населенных пунктов.

В соответствии со СНиП 2.05.02–85 проектные решения автомобильных дорог должны обеспечивать:

- организованное, безопасное, удобное и комфортабельное движение автотранспортных средств с расчетными скоростями;
- соблюдение принципа зрительного ориентирования водителей;
- удобное и безопасное расположение примыканий и пересечений;
- необходимое сцепление шин автомобилей с поверхностью проезжей части.

При смешанном составе транспортного потока на участках дорог 2 и 3 категорий предусматриваются дополнительные полосы проезжей части для грузового движения в сторону подъема.

На участках дорог 5 категории при необходимости предусматривается устройство развязок.

На кривых участках дорог в плане с радиусом менее 2000 м (для 1 категории – менее 3000 м) необходимо предусматривать устройство виражей, исходя из условий обеспечения безопасности движения автомобилей с наибольшими скоростями.

На трудных участках дорог в горной местности предусматриваются площадки для остановки автомобилей. Размеры площадок должны обеспечивать стоянку не менее 3-5 грузовых автомобилей. Независимо от наличия площадок на затяжных спусках следует предусматривать противонаварийные съезды.

К обустройству дорог относятся дорожные ограждения, остановочные площадки, технические средства организации дорожного движения, освещение, зеленые насаждения, малые архитектурные формы.

С целью контроля условий движения на маршрутах, учета их при организации перевозочного процесса и проведении профилактических мероприятий с водителями в автотранспортных предприятиях должны проводиться:

- обследования маршрутов перед их открытием и в процессе эксплуатации (в том числе обследование железнодорожных переездов, через которые осуществляются перевозки);

- нормирование скоростей с учетом условий движений;
- подбор водителей для работы на различных маршрутах;
- составление паспортов маршрутов, их схем;
- проведение инструктажей водителей об особенностях движения на маршрутах;
- использование информации об условиях движения на маршрутах для формирования программ совершенствования профессионального мастерства водителей;
- проведение стажировки водителей на маршрутах;
- выбор подвижного состава для работы на маршрутах;
- оперативный контроль за условиями движения (в первую очередь на автобусных маршрутах), принятие в случае необходимости решений о закрытии маршрута или введении определенных ограничений на перевозочный процесс (ограничение скорости движения, отмена графика движения, изменение маршрута, ограничения на время осуществления перевозок и т.д.).

В соответствии с «Положением о ТО и Р ПС АТ» автомобильные дороги при классификации условий эксплуатации делятся по рельефу местности дороги и типа дорожного покрытия (табл. 9 и 10).

**Таблица 9**

**Классификация дорог по рельефу местности**

Наименование	Обозначение	Высота над уровнем моря, м
Равнинные	P <sub>1</sub>	до 200
Слабохолмистые	P <sub>2</sub>	свыше 200 до 300
Холмистые	P <sub>3</sub>	свыше 300 до 1000
Гористые	P <sub>4</sub>	свыше 1000 до 2000
Горные	P <sub>5</sub>	свыше 2000

**Таблица 10**

**Классификация дорог по типу дорожного покрытия**

Обозначение	Наименование материала
D <sub>1</sub>	усовершенствованные капитальные (цементобетонные монолитные, железобетонные или армированные сборные, асфальтобетонные, мостовые из брусчатки и мозаики на битумном основании)
D <sub>2</sub>	усовершенствованные облегченные (битумоминеральные смеси – щебень, гравий и песок, обработанные битумом; из холодного асфальтобетона)
D <sub>3</sub>	переходные (щебень (гравий) без обработки, дегтебетон)
D <sub>4</sub>	переходные (изгрунтов и местных каменных материалов, обработанные вяжущими материалами, мостовые из булыжника, зимники)
D <sub>5</sub>	низкие (грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами; лежневое и бревенчатое покрытия)
D <sub>6</sub>	естеств. грунтовые дороги; врем. внутрикарьерные и отвалньедороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия

Таблица 11

**Влияние типа покрытия дороги на режим работы агрегатов  
грузового автомобиля большой грузоподъемности**

Параметр	Це- мен- то- бе- тон, ас- фаль- то- бетон	Биту- мо- мине- раль- ные смеси	Ще- бель, гравий	Булыж- ник, грунтук- реплен- ный	Естест- венный грунт
Коэффициент сопротивления качения	0,014	0,020	0,032	0,040	0,08
Среднетехническая скорость, км/ч	66	56	36	27	20
Среднее число оборотов колленчатого вала двигателя на 1 км пути	2228	2561	2628	3185	4822
Среднеквадратическое отклонение угла поворота рул. колеса, град	8	9,5	12	15	18
Число торможений на 1 км	0,24	0,25	0,34	0,42	0,90
Число переключений передач на 1 км пути	0,52	0,62	1,24	2,10	3,20
Число колебаний подвески с амплитудой более 30 мм на 100 км	68	128	214	352	625

С учетом условий движения, рельефа местности и типа дорожного покрытия Положением о ТО и Р ПС АТ установлено 5 категорий эксплуатации автотранспорта, представленные в таблице 12.

**Таблица 12**

**Категория условий эксплуатации**

Условия движения	Тип рельефа местности	Тип дорожного покрытия					
		Д <sub>1</sub>	Д <sub>2</sub>	Д <sub>3</sub>	Д <sub>4</sub>	Д <sub>5</sub>	Д <sub>6</sub>
За пределами пригородной зоны (более 50 км от границы города)	P <sub>1</sub>	1	2				
	P <sub>2</sub>						
	P <sub>3</sub>						
	P <sub>4</sub>						
	P <sub>5</sub>						
В малых городах (до 100 тыс. жителей) и пригородной зоне	P <sub>1</sub>	2		3	4	5	
	P <sub>2</sub>						
	P <sub>3</sub>						
	P <sub>4</sub>						
	P <sub>5</sub>						
В больших городах (более 100 тыс. жителей)	P <sub>1</sub>						
	P <sub>2</sub>						
	P <sub>3</sub>						
	P <sub>4</sub>						
	P <sub>5</sub>						

**6.2 Показатели работы подвижного состава**

Для оценки степени использования подвижного состава и выполненной им транспортной работы применяют ряд показателей: коэффициент технической готовности, выпуска, использования пробега, грузоподъемности автомобилей, время пребывания автомобилей в наряде, техническую и эксплуатационную скорости, скорость сообщения, расстояние перевозок (длина ездки с грузом), объем перевозок в тоннах и транспортную работу в тонно-километрах или пассажиро-километрах (для автобусов), производительность автомобиля.

**Коэффициентом технической готовности** - автомобильного парка называют отношение количества автомобиле-дней исправных автомобилей за определенный календарный период (день, месяц, год) к общему количеству автомобиле-дней всех автомобилей данного учреждения за этот же период. Например, если в учреждении имеется 200 списочных автомобилей, а количество исправных автомобилей за какой-либо день в нем равно 150, то коэффициент технической готов-

ности (КТГ) за этот день составляет:

$$\text{КТГ} = 150/200 = 0,75.$$

В автотранспортных предприятиях, где соблюдаются правила технической эксплуатации, он, как правило, достигает 0,94 - 0,95, а в отдельных случаях и 1.

**Коэффициентом выпуска** автомобилей называется отношение количества автомобиле-дней автомобилей, вышедших на линию, к общему количеству автомобиле-дней всех автомобилей этого учреждения, также подсчитанному за определенный календарный период.

Для предприятий, работающих на пятидневной неделе с двумя выходными днями, кроме указанного общего коэффициента выпуска, рассчитывают еще и коэффициент выпуска автомобилей в рабочие дни. Этот коэффициент равен отношению количества автомобиле-дней работы автомобилей в рабочие дни к количеству автомобиле-дней пребывания автомобилей в предприятии в эти же рабочие дни. Общий коэффициент выпуска в основном зависит от коэффициента технической готовности, но обычно бывает несколько меньше в связи с тем, что некоторая часть исправных машин предприятия может простаивать по различным организационным причинам (болезнь водителей, при отсутствии резерва, непродуманное планирование машин в наряд на использование и т.д.).

**Коэффициент использования пробега** представляет собой отношение пробега с грузом (для автобусов и легковых автомобилей с пассажирами) ко всему пробегу автомобиля. Если автомобиль перевозит по определенному маршруту груз (или пассажиров) только в одну сторону, а обратный рейс совершает без груза, то коэффициент использования пробега равен 0,5 (с учетом так называемых нулевых пробогов из гаража к месту работы и обратно он даже меньше, чем 0,5).

**Коэффициент использования грузоподъемности** представляет собой отношение веса фактически перевезенного груза к весу груза, который может быть перевезен при полном использовании грузоподъемности автомобиля или прицепа. Так, если на автомобиле грузоподъемностью 4 т за одну езду перевезен груз 3 т, коэффициент использования грузоподъемности за эту езду равен  $3/4 = 0,75$ . Для автобусов вместо коэффициента использования грузоподъемности используют другой показатель - коэффициент использования вместимости, определяемый как отношение количества фактически перевезенных пассажиров к количеству мест в салоне автобуса.

**Время пребывания автомобилей в наряде** измеряют в часах. Оно зависит от установленного планом объема перевозок, принятой сменности работы, водителей, а также размера потерь рабочего време-

ни автомобилей по технической неисправности или по другим причинам. Чем выше продолжительность работы на линии, тем большую при прочих равных условиях транспортную работу выполняет автомобиль и тем лучше он используется.

**Техническую скорость** автомобиля определяют делением пробега на время в движении (выключающее остановку у светофоров и другие задержки, вызванные условиями движения). Так, если автомобиль прошел 100 км, находясь в движении 5 часов, то его техническая скорость равна  $100/5 = 20$  км/час.

Эксплуатационную скорость определяют делением пробега автомобиля на время его нахождения в наряде. Например, если автомобиль в течение рабочего дня (смены), длившегося 7 часов, совершил пробег 100 км, то его эксплуатационная скорость составляет  $100/7 = 14,28$  км/ч. Эксплуатационная скорость автомобиля зависит от его технической скорости и от длительности простоев в пунктах погрузки и разгрузки (для автобусов - на конечных и промежуточных остановках) и других простоев.

**Среднее расстояние** перевозок, выполненных на автомобиле за какой-либо период времени (средняя длина ездки с грузом), определяют делением совершенного за этот период пробега с грузом на количество ездов. Например, если в течение дня автомобиль совершил пробег с грузом 80 км и сделал 5 ездов, то среднее расстояние перевозок равно  $80/5 = 16$  км.

**Объем перевозок** выражают количеством перевезенного автомобилем груза в тоннах. Он зависит от грузоподъемности автомобиля, коэффициента ее использования и количества совершенных ездов с грузом.

**Транспортная работа** грузового автомобиля равна произведению количества перевезенного груза, а транспортная работа автобуса - произведению количества перевезенных пассажиров на расстояние перевозки и выражается в тонно-километрах (ткм) или пассажиро-километрах (пасс. км). Так, если на грузовом автомобиле перевезено в течение суток 4 т груза на расстояние 150 км, транспортная работа равна  $4 \times 150 = 600$  ткм. Транспортную работу грузового автомобиля, работающего с почасовой оплатой, оценивают по полученному учреждением валовому доходу.

**Производительность** автомобиля называют транспортную работу, выполненную им в единицу времени. Производительность грузового автомобиля выражается в тоннах или тонно-километрах.

### 6.3 Эксплуатация автомобилей в особых условиях

Большая часть территории России расположена в умеренном и холодном климатических районах. Климат изменяется от морского на Северо-Западе до резко континентального в Сибири и муссонного на Дальнем Востоке. Средние температуры января на территории России изменяются от 0 до -50 °С, июля - от +1 до +25 °С.

Климатические факторы учитывают при установлении технических требований, планировании, нормировании и организации технической эксплуатации, хранения, транспортирования подвижного состава автомобильного транспорта, приборов и других технических изделий, предназначенных для эксплуатации.

В качестве основных климатических факторов при районировании территории для технических целей принимают температуру и относительную влажность окружающего воздуха.

Все климатические районы, кроме умеренного, создают особые условия для подвижного состава, которые, как правило, характеризуются сочетанием неблагоприятных факторов. Так, для холодного климатического района на Севере и Востоке страны характерны не только низкая температура окружающего воздуха, ветры, но и более тяжелые дорожные условия (снежные заносы зимой, работа на дорогах с переходными покрытиями и др.), для жаркого сухого и очень жаркого сухого климатических районов, кроме высокой температуры, - солнечная радиация и большая запыленность воздуха.

*Эксплуатация автомобилей в зоне холодного климата.*

Районы с холодным и очень холодным климатом охватывают большую часть территории нашей страны (около 56 %). Минимальная температура воздуха в некоторых из них может опускаться до -65 °С. Дорожная сеть слабо развита. Специфика природно-климатических условий зоны холодного климата обуславливает особенности эксплуатации автомобилей.

При низкой температуре окружающего воздуха затруднен пуск двигателей, особенно дизелей. При пуске холодного двигателя в таких условиях, с одной стороны, имеет место значительное увеличение сопротивления вращению коленчатого вала вследствие повышения вязкости масла в двигателе, с другой - уменьшение мощности, отдаваемой аккумуляторной батареей, вследствие падения напряжения на зажимах и уменьшения ее емкости из-за увеличения внутреннего сопротивления батареи и вязкости электролита. Все это приводит к значительному уменьшению частоты вращения коленчатого вала при пуске и ограничению возможности пуска двигателя стартером.

Пуск холодного двигателя сопровождается повышенным изнашиванием его основных рабочих деталей. Износ двигателя вследствие холодного пуска и работе двигателя в период прогрева при температуре окружающего воздуха  $-30...-15$  °C эквивалентен износу, получаемому за 18... 26 км пробега.

При эксплуатации автомобилей в условиях низких температур возникают серьезные затруднения с поддержанием нормального теплового режима двигателя, особенно при работе с частыми остановками для погрузки-разгрузки или по другим причинам.

В холодной климатической зоне намного выше вероятность отказов топливной системы дизелей. Причиной отказов могут являться ледяные и воздушные пробки в трубопроводах, которые образуются вследствие скопления мелких кристалликов льда при замерзании воды, содержащейся в дизельном топливе. При этом парафины, содержащиеся в топливе, превращаются в студенистую массу, которая может забивать топливные фильтры и топливопроводы. При низкой температуре снижается надежность гидравлического тормозного привода из-за возможного застывания тормозных жидкостей, повышается жесткость диафрагм тормозных камер пневматических приводов, возрастает скопление конденсата в фильтре влагомаслоотделителя и воздушных баллонах. При замерзании конденсат образует ледяные пробки, что вызывает отказ в работе тормозов.

В результате увеличения вязкости масла в гидроусилителе рулевого управления, приводящего к снижению его прокачиваемое через калиброванные отверстия, фильтрующие элементы и ухудшающего условия работы золотниковых механизмов, снижается работоспособность рулевого управления в целом.

При эксплуатации автомобилей в зоне холодного климата имеет место ухудшение их топливной экономичности. Основными причинами возрастания расхода топлива являются неполнота сгорания, связанная с ухудшением испарения и распыливания топлива; увеличение времени пуска и прогрева двигателя; работа двигателя при пониженной температуре жидкости в системе охлаждения; повышенная вязкость масла в агрегатах трансмиссии; увеличение сопротивления качению колес при движении по зимней дороге и аэродинамического сопротивления вследствие повышения плотности воздуха.

Особенно значительные расходы топлива связаны с прогревом двигателя после длительной стоянки автомобиля на открытой площадке при низкой температуре окружающего воздуха.

В холодное время года значительно ухудшаются условия работы водителя и поездки пассажиров. Работа водителя затрудняется

вследствие снижения видимости дороги из-за запотевания и обмерзания стекол кабины, частых при температуре ниже  $-40^{\circ}\text{C}$  туманов, при движении по заснеженным и обледенелым дорогам.

Особенности эксплуатации автомобилей в условиях холодного климата определяют требования к их конструкции, обеспечивающие надежность и безопасность эксплуатации автомобилей, надлежащие условия работы водителя, комфортабельность поездки пассажиров.

Для эффективной и безопасной эксплуатации автомобилей в районах Севера технически и экономически целесообразны модификации этих автомобилей в северном исполнении. Автомобили должны надежно работать при безгаражном хранении в диапазоне температур окружающего воздуха  $-60\dots+40^{\circ}\text{C}$  и относительной его влажности до 98 % при температуре  $+25^{\circ}\text{C}$ . Особое внимание должно уделяться обеспечению надежного легкого пуска двигателя при низкой температуре, определяющего в общем случае готовность к движению и характеризующего безопасность эксплуатации автомобиля. Предельные значения температуры надежного пуска холодного двигателя, а также пуска двигателя при применении системы предпускового подогрева и значения времени подготовки двигателя к принятию нагрузки не должны превышать регламентированных ОСТ 37.001.052-87 «Требования к пусковым качествам автомобильных двигателей».

Надежность пуска двигателей автомобилей, предназначенных для эксплуатации в условиях низких температур, может обеспечиваться применением системы предпускового подогрева, использованием соответствующих топлив и масел, специальных устройств для обеспечения пуска холодного двигателя, системы теплоизоляции и подогрева аккумуляторных батарей.

Облегчение пуска двигателей и поддержание теплового режима агрегатов в условиях низких температур обеспечивается в основном: сохранением тепла от предыдущей работы двигателя; использованием тепла от внешнего источника; применением средств, обеспечивающих холодный пуск двигателя.

Для индивидуального предпускового подогрева двигателей используют встроенные предпусковые подогреватели, работающие на бензине (типа П) или на дизельном топливе (типа ПЖД), которые обеспечивают одновременный разогрев охлаждающей жидкости в системе охлаждения и масла в картере. Применение индивидуальных подогревателей особенно эффективно при температуре окружающего воздуха ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ . При температуре  $-30\dots-12^{\circ}\text{C}$  для облегчения пуска холодных двигателей эффективно использовать приспособления для впрыска легковоспламеняющейся пусковой жидкости.

Для снижения сопротивления вращению коленчатого вала двигателя при пуске необходимо применять специальные масла зимних марок с пологой вязкостно-температурной характеристикой и температурой застывания до  $-70...-60$  °С. Для сокращения времени прогрева двигателя при пуске должна быть предусмотрена возможность временного отключения вентилятора. Аккумуляторные батареи для сохранения необходимой емкости должны иметь теплоизоляцию и регулируемый обогрев от работающего двигателя или других источников тепловой энергии. Имея степень заряженности 75 %, они должны обеспечивать надежный пуск двигателя без предварительного подогрева после двадцатичетырехчасовой стоянки автомобиля на открытом воздухе.

С целью снижения изнашивания деталей двигателя в период пуска желательно предусматривать в его конструкции возможность ввода масла под давлением в масляную магистраль за 1 ...2 мин до пуска двигателя.

Система охлаждения двигателей должна иметь теплорегулирующий комплекс, обеспечивающий поддержание нормального теплового состояния двигателя на всех режимах работы при разной температуре окружающего воздуха с учетом того, что в холодное время года часть теплоты должна отводиться в систему отопления кабины и пассажирского салона (у автобусов). Теплорегулирующий комплекс включает в себя автоматически регулируемое утепление радиатора (жалюзи или сплошные шторки), термостат, устройство для автоматического отключения вентилятора при понижении температуры охлаждающей жидкости, утеплительные чехлы капота или передней стенки кабины (при бескапотной компоновке). Применение утеплительных чехлов позволяет сохранять теплоту при неработающем двигателе, что очень важно для сокращения времени его пуска и прогрева после непродолжительной стоянки. Способность двигателя сохранять теплоту характеризуется средней скоростью остывания жидкости в нижних точках системы охлаждения, которая не должна превышать  $0,75$  °С/мин при остывании жидкости от  $+85$  до  $+20$  °С при температуре окружающего воздуха  $-60...-55$  °С и при отсутствии ветра.

Облегчение пуска двигателей и поддержание теплового режима агрегатов в условиях низких температур может обеспечиваться сохранением теплоты от предыдущей работы двигателя; использованием теплоты от внешнего источника; применением средств, обеспечивающих холодный пуск двигателя.

*Сохранение тепла в двигателе от предыдущей работы.* При этом способе сохранение тепла обеспечивается применением стеганых

чехлов, закрывающих радиатор и капот автомобиля. Аккумуляторная батарея утепляется чехлом и слоем стекловаты толщиной до 30 мм. Чехлами можно также утеплять картер двигателя, топливный бак и масляные фильтры.

Продолжительность остывания двигателя до допустимых пределов при утеплении чехлами и скорости ветра 1-5 м/с колеблется от 8 ч при 0 °С до 0,5 ч при -30 °С. Этот способ применяется при остановках автомобилей в пути или при его кратковременных стоянках в условиях умеренно низких температур. Применение чехлов при подводе тепла к агрегатам от внешнего источника уменьшает расход тепла на 40...50 %.

В последнее время для сохранения теплоты все чаще применяют *системы аккумулярования*. Система, как правило, состоит из стального термоизолированного корпуса цилиндрической формы и смонтированного на нем интегрированного термостата, контролирующего работу электрического жидкостного насоса, клапана, отвечающего за поступление охлаждающей жидкости и всей системы охлаждения в целом. Тепловой аккумулятор монтируется в систему охлаждения автомобиля. Его вместимость составляет примерно 50 % объема жидкости системы охлаждения. Конструкция аккумулятора позволяет сохранять температуру находящейся в нем жидкости на уровне + 80°С при температуре окружающего воздуха -25 °С до 3 сут. Во время движения автомобиля электронный термостат регулярно контролирует температуру двигателя. Когда двигатель достигает оптимальной для работы температуры, холодная жидкость медленно поступает обратно в систему охлаждения за счет регулирующего клапана, заменяя горячую охлаждающую жидкость, которая может быть использована при следующем холодном пуске.

Перед пуском двигателя насос теплового аккумулятора закачивает горячую жидкость в блок двигателя, а часть холодной жидкости поступает в аккумулятор. Тем самым обеспечивается быстрый разогрев двигателя. При температуре окружающего воздуха -25 °С уже через 1,5...2 мин температура двигателя поднимается до + 20...22°С, существенно облегчая пуск двигателя.

К достоинствам тепловых аккумуляторов можно отнести их полную независимость от каких-либо источников энергии, к недостаткам - возникающие проблемы их установки, особенно на современный легковой автомобиль, из-за плотности компоновки агрегатов и узлов в подкапотном пространстве. Кроме того, использование таких систем не позволяет сохранить нужную температуру агрегатов трансмиссии и осуществить интенсивный разогрев масла в поддоне картера двигателя.

ля.

*Устройство для электрического разогрева (подогрева) двигателей* просты по конструкции и удобны в эксплуатации. Наиболее широкое применение получили электронагревательные элементы с закрытыми твердыми проводниками тока.

У индивидуальных предпусковых электрических подогревателей основным элементом является электронагреватель закрытого типа, внутри которого смонтирована спираль накаливания. При выборе типа нагревающего элемента учитывают объем системы охлаждения, расстояние между стенками рубашки охлаждения, толщину и материал стенок блока цилиндров. Обогрев двигателя происходит за счет конвективного теплообмена и термосифонной циркуляции жидкости в системе охлаждения.

Время прогрева двигателя зависит от температуры окружающего воздуха. Как показала практика, примерно через 3 ч после подключения подогревателя к сети переменного тока напряжением 220 В температура системы охлаждения двигателя в среднем на 50 °С превышает температуру окружающего воздуха.

*Использование тепла от внешнего источника.* Для пуска двигателя эта группа способов применяется при длительном хранении автомобиля, в том числе и в межсезонное время. При этом тепло от внешнего стационарного источника, размещенного на территории предприятия, может быть использовано в режиме группового подогрева двигателя или его разогрева.

Степень подогрева (разогрева) двигателя оценивают по температуре охлаждающей жидкости в рубашке охлаждения блока цилиндров. Учитывая, что при длительном подогреве разница в температурах рубашки охлаждения и наиболее холодных частей двигателя (подшипников коленчатого вала) меньше, чем при разогреве, температура в головке цилиндров должна быть при подогреве 40-60 °С, а при разогреве 80-90 °С.

*Разогрев горячей водой* заключается в том, что горячая вода непосредственно от водогрейного котла по трубам при помощи насосов подается через гибкий шланг в систему охлаждения двигателя. Отвод воды осуществляется через сливной кран по отводным шлангам в котел. Таким образом, устанавливается циркуляция горячей воды по замкнутому контуру двигателя. При этом давление воды должно быть не менее 30-35 кПа, а температура - не более 90 °С. Применение этого способа в настоящее время ограничено.

Наиболее простым методом разогрева двигателя является проливка системы охлаждения горячей водой температуры 85-90 °С при

открытых сливных кранах двигателя.

Для обеспечения пуска двигателя при температуре воздуха выше  $-10^{\circ}\text{C}$  достаточно объема горячей воды, равного вместимости системы охлаждения; при температуре от  $-10$  до  $-20^{\circ}\text{C}$  необходимо 1,5-2 таких объема воды; при более низких температурах - не менее 2,5-3 объемов.

*Разогрев и подогрев двигателей паром* применяется при наличии пара в автотранспортных предприятиях. Используют один из двух способов: без возврата конденсата и с его возвратом. В первом случае пар от котла направляется к подогреваемому двигателю и вводится в его систему охлаждения через горловину радиатора; в системе охлаждения пар отдает тепло и конденсат стекает на площадку. Основным преимуществом данного способа является простота и высокая интенсивность процесса. К числу его недостатков следует отнести: возможность образования трещин блока вследствие местных перегревов (при охлаждении 1 кг пара на  $1^{\circ}\text{C}$  выделяется 2260 кДж, а воды - 4,2 кДж); необходимость постоянного питания котлов свежей водой взамен безвозвратно потерянного конденсата.

*Разогрев и подогрев двигателя горячим воздухом* находят все более широкое применение. Для этого площадки безгаражного хранения оборудуют установками, состоящими из узлов подогрева, подачи и распределения воздуха. Узел подогрева воздуха комплектуется из электрических калориферов или огневых подогревателей рекуперативного типа. В огневых калориферах воздух нагревается за счет сжигания твердого, жидкого или газообразного топлива. Применяются огневые калориферы типа ВПТ-400, ВПТ-600, ВП-1, АПВ 280/190 или их аналоги. Для подачи воздуха в калориферы применяются вентиляторы ВР или ЭВР-4, ЭВР-6, СВМ № 5 и др. Вентилятор устанавливают перед калорифером, чтобы обеспечить подачу холодного воздуха. Горячий воздух от калорифера подается к автомобилю посредством утепленных трубопроводов. При этом возможен обогрев аккумуляторной батареи и агрегатов трансмиссии.

*Тепловая подготовка автомобильных двигателей с помощью инфракрасных излучателей* основана на физических свойствах инфракрасных лучей, которые поглощаются в очень тонком слое твердого тела, вызывая его нагрев, и практически не поглощаются чистым воздухом. Излучатели, или горелки, представляют собой плитку из керамики с большим количеством каналов малого диаметра. Плитка закрепляется в металлическом корпусе и ограждается металлической сеткой. При работе горелки сгорание газа происходит в каналах керамической плитки. В результате поверхность керамики разогревается до

температуры 700-950 °С и выделяет лучистую энергию, которая в нагретом предмете превращается в тепловую. Для тепловой подготовки автомобильных двигателей используются серийно выпускаемые промышленностью газовые инфракрасные излучатели, на базе которых разработаны автомобильные подогреватели, состоящие из теплообменника, последовательно включенного в систему охлаждения двигателя, и инфракрасного излучателя.

Для обеспечения безотказной работы агрегатов, механизмов и систем автомобиля при эксплуатации в условиях низких температур необходимо применение зимних видов топлив, смазочных материалов, технических жидкостей, обладающих необходимыми вязкостно-температурными свойствами и не теряющих их при температуре до -70 °С.

Безотказность работы системы питания дизелей обеспечивается использованием системы подогрева топлива, что осуществляется за счет теплоты отработавших газов или в специальном теплообменнике за счет теплоты охлаждающей жидкости.

Резинотехнические изделия, в том числе шины, тормозные шланги, изделия из пластмасс и других неметаллических материалов должны быть морозостойкими, сохранять заданные рабочие свойства при температуре окружающего воздуха до -70 °С. Металлические детали автомобилей должны изготавливаться из хладостойкого металла.

Особую важность представляют требования к конструкции, направленные на обеспечение необходимых условий работы водителя и комфорта пассажиров. Размеры и расположение сидений должны быть такими, чтобы обеспечивалась возможность работы водителя и комфорта пассажира в зимней или полярной одежде. Кабины и пассажирские салоны таких автомобилей должны иметь улучшенную теплоизоляцию и надежное уплотнение дверных и оконных проемов. Эффективность теплоизоляции и уплотнения оценивается средней скоростью остывания воздуха в кабине и пассажирском салоне при закрытых дверях и окнах, выключенном двигателе и неработающей системе отопления. Средняя скорость остывания воздуха должна быть не более 0,5 °С/мин для кабин и пассажирских салонов особо малых автобусов и не более 0,35°С/мин для пассажирских салонов остальных типов автобусов.

Система отопления кабины и пассажирского салона в комплексе с их теплоизоляцией должны обеспечивать при движении автомобиля и на остановках установившийся тепловой режим: не ниже +10 °С на уровне пояса водителя и сидящих пассажиров, а также в зоне ног водителя на уровне 100 мм от пола и не ниже +5 °С в зоне ног пасса-

жиров. Для городских автобусов температура воздуха в пассажирском салоне должна быть не ниже  $+8^{\circ}\text{C}$  на уровне поясицы сидящих пассажиров и не ниже  $-2^{\circ}\text{C}$  на уровне 100 мм от пола. Система отопления должна обеспечивать прогрев воздуха кабины и пассажирского салона до температуры не ниже  $+6^{\circ}\text{C}$  на уровне поясицы сидящих пассажиров за время не более 30 мин.

В целях недопущения запотевания и обледенения стекол кабины при работающей системе отопления как на стоянке, так и при движении автомобиля должны предусматриваться двойное остекление или пленочный электрообогрев стекол. При этом конструкция двойного остекления должна обеспечивать возможность опускания стекол дверей, а также пользования поворотными стеклами вентиляции. Конструкция системы отопления кабины и пассажирского салона во избежание скопления токсичных веществ в них должна предусматривать забор воздуха снаружи. Только на период прогрева пассажирского салона автобуса без пассажиров допускается забор воздуха из салона.

При эксплуатации автомобилей в суровых условиях Сибири и Крайнего Севера отказ двигателя или зависимой от него системы отопления автомобиля в случае значительного удаления его от населенных пунктов может представлять серьезную опасность для жизни людей. Поэтому автомобили, за исключением предназначенных для работы в городах или использования в технологическом цикле при малой длине ездки, должны быть оборудованы резервной системой отопления. Система должна надежно работать как при движении, так и на стоянке и поддерживать температуру воздуха на уровне поясицы сидящих пассажиров и в зоне ног водителя не ниже  $0^{\circ}\text{C}$  в течение 10 ч при стоянке автомобиля с неработающим двигателем.

В кабинах и пассажирских салонах должна обеспечиваться чистота воздуха, отвечающая требованиям действующих санитарных норм. Не допускается попадание снежной пыли, влаги через уплотнения, а также через системы отопления и вентиляции.

В целях обеспечения хорошей видимости автомобилей их окрашивают в яркие цвета: оранжевый, красный, желтый.

Повышенные требования предъявляют к безотказности агрегатов, механизмов, систем автомобиля, особенно приборов системы зажигания, питания, контрольно-измерительных и освещения. Желательно наличие приборов-дублеров, вводимых в работу в случае отказа основного.

Для обеспечения сохранности грузов, которые при низкой температуре могут изменять свои свойства, должно быть предусмотрено утепление и обогрев кузовов. Систему обогрева должны иметь также

кузова самосвалов, чтобы не допускать примерзания к ним перевозимых сыпучих грузов, что затрудняет их разгрузку.

#### *Эксплуатация автомобилей в зоне жаркого климата.*

Природно-климатические условия зоны жаркого климата характеризуются высокой температурой воздуха, ее резкими колебаниями в течение суток - за 8 ч до 25 °С, низкой относительной влажностью: при температуре +40 °С около 10 %, высокой солнечной радиацией.

В этих местностях мало дорог с усовершенствованным покрытием, отсутствует вода на больших пространствах, характерна высокая концентрация пыли в воздухе, удаленность населенных пунктов.

Высокая температура наружного воздуха, особенно при движении автомобиля с большой нагрузкой и малой скоростью, вызывают частые перегревы двигателя. У стандартных автомобилей воздух в двигатель поступает из подкапотного пространства, где в жаркое время он нагревается до +80... 100 °С. В результате существенно ухудшаются показатели эффективности работы двигателя.

Перегрев приборов системы электрооборудования (катушка зажигания, реле-регулятор, аккумуляторная батарея), особенно интенсивный при размещении последних в подкапотном пространстве, приводит к нарушению режима их работы, более частым отказам.

Высокая температура окружающего воздуха, а также интенсивное солнечное излучение вызывают переход легких фракций бензина в топливопроводах из жидкого в парообразное состояние, что может вызвать перебои в работе двигателя или даже прекращение его работы и отрицательно сказывается на работоспособности и сроке службы деталей из резины, пластмассы и других материалов.

Высокая запыленность воздуха приводит к интенсивному изнашиванию двигателей, деталей подвески, рулевого управления, карданной передачи и др. Вследствие высокой температуры окружающего воздуха, сильной запыленности ухудшаются условия работы водителей, снижается комфортность поездки пассажиров.

Особенности эксплуатации автомобилей в условиях пустынных районов жаркой зоны определяют специальные требования к их конструкции.

В целях предотвращения перегрева двигателя целесообразны организация забора воздуха в систему питания снаружи, использование масляного радиатора, применение топливных насосов повышенной производительности, установка насоса в топливном баке, применение бензинов с более высокой детонационной стойкостью. Рациональным является применение автомобилей с усиленными радиаторами и увеличенным числом лопастей вентилятора системы охлаждения.

Для обеспечения необходимого уровня надежности автомобиля в целом, его агрегатов, узлов необходимо применение более эффективной системы очистки воздуха, подаваемого в двигатель, в частности двухступенчатой фильтрации (например, фильтр типа «циклон» на первой ступени и масляно-инерционный на второй); использование более надежной пылезащиты всех смазываемых узлов; применение тугоплавких (с температурой плавления не ниже + 105... 110°С) смазочных материалов для трудногерметизируемых узлов, невысыхающих - для смазывания приборов (стеклоочистителей, спидометров и др.); повышение герметичности картеров агрегатов; применение теплостойкой резины шин и резиновых изделий; использование термостойких пластмасс; клеевых композиций; лакокрасочных покрытий; стойких против выгорания обивочных материалов и др.

В условиях жаркого климата происходит быстрое старение гидравлических масел в связи с ускорением процессов окисления под действием повышенных температур, попаданием в гидравлическую систему пыли и продуктов изнашивания трущихся деталей, которые являются катализаторами процессов окисления. Предпочтительными для этих условий являются масла, содержащие антиокислительные и защитные присадки, а для механизмов, работающих в тяжелых условиях при повышенных давлениях (гидротрансформаторы и др.), целесообразно использовать более вязкие масла.

Для автомобилей, предназначенных к эксплуатации в пустынных районах жаркой зоны, необходимо применение тормозных жидкостей с необходимыми вязкостными свойствами при температуре до +50 не склонных к образованию паровых пробок при повышении температуры.

Высокая температура воздуха в подкапотном пространстве двигателя вызывает разрушение электроизоляционных материалов, повышенное испарение электролита в аккумуляторной батарее, поэтому аккумуляторная батарея должна быть размещена в наименее нагреваемой зоне автомобиля.

Для обеспечения надлежащих условий работы водителя и комфорта поездки пассажиров необходимы защита кабины водителя и пассажирского салона от проникновения пыли, горячего воздуха, отработавших газов, паров топлива; оборудование кабины и салона системами кондиционирования воздуха; термоизоляция крыши кузова пассажирского автомобиля и кабины грузового от воздействия солнечных лучей; окрашивание кузова и кабины в светлые тона.

Эксплуатация автомобилей в субтропических районах имеет те же особенности, что и в пустынных районах жаркой зоны. Высокая

относительная влажность воздуха вызывает уменьшение коэффициента избытка воздуха в цилиндрах двигателя, что ведет к ухудшению его мощностных показателей и топливной экономичности.

Вследствие высокой влажности воздуха интенсифицируются процессы коррозии деталей автомобиля, особенно кузова легковых автомобилей и автобусов, кабины и крыльев грузовых автомобилей. Постоянная смена сухого времени года и периодов дождей приводит к тому, что пыль, проникшая в различные механизмы (подъема стекол, дверные запоры и т.д.), насыщается влагой, затем снова высыхает. Образовавшиеся в результате этого твердые отложения в механизмах приводят к отказам в их работе.

В связи с изложенным предъявляют дополнительные требования к конструкции автомобилей, предназначенных для эксплуатации в субтропических районах: необходимо учесть влияние влажности воздуха на эффективную мощность двигателя и расход топлива, должна быть обеспечена надежная антикоррозионная защита металлических деталей автомобиля и теплоизоляция проводов высокого напряжения системы зажигания.

#### *Эксплуатация автомобилей в горных районах.*

Особенности горных районов обусловлены спецификой дорог и большой высотой над уровнем моря. Автомобильные дороги пересекают горы и хребты на больших высотах (1 500... 2 000 м над уровнем моря) по перевалам. Для них характерны крутые длительные подъемы и спуски протяженностью до 15... 20 км с уклонами продольного профиля до 11... 12 %. В плане для горных дорог характерны частые (до 10-15 на 1 км пути) крутые (с радиусом кривизны до 15...20 м) повороты. При строительстве перевальных участков, когда уклон местности по прямому направлению превышает предельно допустимый продольный, организуют развитие трассы дороги по склонам, устраивая сложные закругления - серпантины (до 10 на 1 км пути), углы поворота которых достигают 180°.

На горных дорогах в пределах сравнительно коротких участков в значительной степени могут различаться природные условия: от жаркого климата у подножия горы до холодного в зоне вечных снегов.

Снижение плотности воздуха на больших высотах приводит к уменьшению мощности двигателей вследствие ухудшения наполнения цилиндров и процесса сгорания в результате снижения давления в конце сжатия, уменьшения массы воздуха, проходящего через радиатор системы охлаждения двигателя, что является причиной перегрева двигателей. Для обеспечения высокопроизводительной, экономичной и безопасной работы автомобилей в специфических высокогорных

условиях необходима приспособленность их конструкции к эксплуатации в таких условиях. Для создания нормального теплового режима работы двигателя при движении автомобиля на затяжных подъемах и спусках необходимо применение усиленной замкнутой системы охлаждения с расширительным бачком. Для обеспечения нормальной работы системы питания используют наддув подаваемого воздуха.

Ряд конструктивных мер должен обеспечивать необходимый уровень безопасности автомобиля: применение усиленных тормозных механизмов, рассчитанных на длительное торможение без перегрева и снижения эффективности действия, эффективное охлаждение тормозных накладок и барабанов; использование тормозов-замедлителей, обеспечивающих возможность надежного торможения на крутых спусках и позволяющих разгрузить при этом г колесные тормоза; применение компрессоров повышенной производительности у тормозной системы с пневматическим приводом; снабжение грузовых автомобилей средней и большой грузоподъемности и автопоездов противооткатным устройством типа «горный упор», предотвращающих скатывание или сползание автомобилей вниз при остановках на крутых подъемах; снабжение автомобилей с пневматическим приводом тормозов аварийным тормозным устройством; применение гидроусилителей рулевого управления; повышение прочности каркаса кузова автобуса и другие дополнительные меры, обеспечивающие как активную, так и пассивную безопасность.

Фрикционные тормозные механизмы имеют ограниченные теплорассеивающие способности, использование их в течение длительного времени может привести к временному или даже окончательному ухудшению их эксплуатационных характеристик. По этой причине на автомобилях, используемых в горных условиях, применяют *тормоза-замедлители*, образующие вспомогательную тормозную систему.

Автобусы, предназначенные для эксплуатации в горных условиях, снабжаются *электродинамическим* тормозом-замедлителем, противооткатным устройством, ремнями безопасности для водителей и всех пассажиров, в кузове предусмотрена только одна дверь для пассажиров.

В конструкции некоторых гидромеханических передач (ГМП) городских автобусов предусмотрено наличие специального *гидравлического* тормоза-замедлителя. Тормозной режим наступает при заполнении рабочей полости тормоза-замедлителя маслом, поступающим из главной масляной магистрали ГМП через клапан управления. Управление гидромеханическим замедлителем осуществляется краном управления или пневматическими клапанами, расположенными в ка-

бине водителя.

Применяют также *электрические* замедлители, в качестве которых используют индукторные электрические тормоза. При включении тока возбуждения вокруг катушек создается магнитное поле.

Движение дисков в магнитном поле приводит к возникновению в них вихревых токов (токов Фуко), которые, в свою очередь, возбуждают собственное магнитное поле. Взаимодействие двух магнитных полей порождает тормозной момент.

Электрический тормоз-замедлитель удобно регулируется на расстоянии, не требует обслуживания, ему не нужна специальная система охлаждения. Его недостатками являются большая масса, значительное потребление электроэнергии, а также большой момент инерции, отрицательно проявляющийся при разгоне и экстренном торможении автомобиля.

Существует еще один способ получения тормозного момента при помощи так называемого моторного тормоза, т.е. работы двигателя в режиме принудительного холостого хода. На этом режиме вал двигателя автомобиля при отпущенной педали подачи топлива принудительно вращается трансмиссией с повышенной частотой. Крутящий момент, вызывающий такое вращение, для ведущих колес автомобиля является тормозным и уравнивается крутящим моментом, необходимым для преодоления сил трения в двигателе и его насосных потерь. Для искусственного увеличения насосных потерь специальной заслонкой почти полностью перекрывают выпускной тракт двигателя. Полностью ее перекрывать нельзя ввиду возможности прекращения рабочего процесса двигателя. Наличие такой выхлопной заслонки заметно увеличивает тормозной момент.

На эффективность работы тормозных систем большое влияние оказывает качество тормозных жидкостей: хорошие вязкостно-температурные свойства; высокая температура кипения; хорошие смазывающие свойства; отсутствие склонности к образованию твердых частиц во время использования и хранения; высокие антикоррозионные и защитные свойства; совместимость с резиновыми уплотнениями; высокая стабильность при хранении.

В конструкции автомобилей, используемых в горных условиях, должны быть предусмотрены меры, улучшающие удобство их использования. Подвеска должна иметь более высокую угловую жесткость для недопущения большого бокового крена кузова на крутых поворотах, вызывающего неприятные ощущения у пассажиров.

Способствуют облегчению управления автомобилем усилители рулевых управлений. Необходимо применение фар, обеспечивающих

большой угол рассеивания света в горизонтальной плоскости перед автомобилем, чтобы водитель мог хорошо видеть дорогу на крутых поворотах при движении в ночное время.

#### **6.4 Приемы и параметры экономичной эксплуатации автомобилей**

Основой экономичного алгоритма (правил) управления автомобилем является определение оптимальных режимов работы и последующая их реализация в процессе дорожного движения. Эффективность топливоиспользования транспортного процесса учитывает скорость движения автомобиля и его производительность. В качестве измерителя расхода топлива рекомендуется показатель эффективной топливной экономичности, физический смысл которого рассмотрен в первой главе.

Алгоритм управления автомобилем в реальных условиях эксплуатации включает в себя следующие типичные фазы: пуск и прогрев двигателя, холостой ход, трогание и разгон, движение с постоянной скоростью, замедление и служебное торможение.

Правильное управление дроссельной заслонкой, своевременное переключение передач и управление сцеплением оказывают заметное влияние на следующую после разгона фазу - равномерное движение и эффективность транспортного процесса в целом.

В процессе обучения водителей при разгоне автомобиля нажатие на педаль управления дроссельной заслонкой необходимо производить энергично с интенсивностью 30...40 град/с.

В общем случае, чем меньше продолжительность или путь разгона, тем он экономичнее. Продолжительность интенсивного разгона автомобиля до скорости 80 км/ч на 25 % меньше, чем продолжительность вялого разгона. Интенсивный разгон с использованием большей величины мощности в процессе разгона более эффективен и с точки зрения улучшения топливной экономичности. Вялый разгон неэффективен из-за увеличения его продолжительности и нарушения устойчивой работы двигателя, сопровождающегося появлением «провалов» крутящего момента.

Экономичный режим работы находится между вялым и скоростным разгоном автомобиля.

Механические коробки экономят топливо на 10 % больше, чем автоматические. Увеличение числа ступеней в механической КП и правильное использование всего диапазона передач дает водителю большой выбор более экономичных режимов в различных дорожных

условиях. Многоступенчатые коробки передач позволяют автомобилю лучше приспособиться к различным дорожным условиям.

Оптимальные параметры разгона дают результаты испытаний, полученные при открытии дроссельной заслонки на 50 % и переключении передач при частоте вращения коленчатого вала 3200...4000 мин<sup>-1</sup>. Такие режимы у высокооборотных двигателей обеспечивают минимальный расход топлива при достаточно быстром наборе скорости. Короткие разгоны автомобиля с переключением передач на частоте вращения 2400 мин<sup>-1</sup> нерациональны, так как двигатель работает при пониженной величине давления в системе смазки.

Разгоны автомобиля при небольшом открытии дроссельной заслонки также неэффективны, так как вызывают излишний расход топлива и затягивают продолжительность набора скорости, что, кроме всего, является помехой для других участников движения.

Разгон автомобиля при открытии дроссельной заслонки более чем на 75 % также неэффективен. Частично это связано с тем, что уже при открытии дроссельной заслонки на 50 % расход топлива составляет 60 % от максимального на данном режиме, а этого вполне достаточно для обеспечения экономичного и скоростного разгона автомобиля.

Интенсивный разгон автомобиля при ограничении максимальной скорости движения величиной 90 км/ч связан с дополнительными затратами. Поэтому на загородных магистралях необходимо руководствоваться экономичными приемами управления легковым автомобилем. Оптимальные величины для этих условий движения соответствуют переключению передач при частоте вращения коленчатого вала 3500...4000 мин<sup>-1</sup> и открытию дроссельной заслонки на 60...75 %. Средняя величина скорости движения при прохождении 1 км составляет 75 км/ч. Все эти параметры в достаточной мере характеризуют экономичность режимов разгона автомобиля.

Замедление автомобиля также относят к наиболее важным элементам, влияющим на экономичное управление. Достаточно напомнить, что замедление с помощью тормозов приводит к значительным невосполнимым потерям энергии.

Торможение двигателем квалифицированные водители производят только при медленной езде, когда из-за краткосрочности протекания различных возмущающих процессов нецелесообразно выключать, а затем снова включать передачу.

Двигаясь под уклон, водители стремятся более рационально использовать часть энергии, запасенной автомобилем за время преодоления подъема.

Интенсивность экстренного торможения в 3...4 раза превышает

интенсивность экономичного торможения. Рациональное использование наката в зависимости от сложности дорожной обстановки обеспечивает экономию топлива до 4 %. Анализ статистических материалов показал, что для интенсивного торможения автомобиля водители невысокой квалификации пользуются тормозами чаще. Косвенно об этом свидетельствует повышенный износ тормозных колодок и барабанов.

В случае движения автомобилей по горизонтальному шоссе без помех (например, за городом) может быть использован дорожный цикл «разгон - накат». Общие методические рекомендации по этому циклу сводятся к следующему. Разгон автомобиля осуществляют до скорости 85...90 км/ч, которая, с одной стороны, является предельно допустимой Правилами дорожного движения на загородных магистралях, а с другой - соответствует экономической скорости легковых автомобилей. Экономичность цикла «разгон - накат» достигается лишь в том случае, если путь наката превышает разгон на величину не менее 35 %.

Испытания показали, что автомобиль семейства ВАЗ-2105 с грузом и без груза, двигаясь с установившейся скоростью 75 км/ч, расходует соответственно 7,5 и 7,1 л/100 км, а при циклическом движении 6,8 и 6,5 л/100 км, т. е. экономия соответственно составляет 9,5 и 8,5%.

На холмистой местности эффект от применения циклического движения несколько меньше и требует более высокой квалификации водителя. Но и здесь средняя скорость должна составлять 60 км/ч, а экономия топлива при этом будет достигать 4,5...5 %.

Общим недостатком циклического метода управления при продолжительном его использовании является повышенная утомляемость водителя и сложность реализации метода в полной мере в условиях насыщенного дорожного движения.

Эффективность разгона автомобиля с места путем последовательного переключения передач с низшей до высшей в значительной степени связана с интенсивностью открытия дроссельной заслонки.

В процессе циклического движения открытие дроссельной заслонки в меньшей степени влияет на среднюю скорость цикла, максимальное значение которой бывает при открытии заслонки на 50 %. Если заслонка открыта на 25, 75 % или полностью, то отклонение средних скоростей от их максимального значения составляет всего 0,5...1,1 %. Поэтому с увеличением открытия дроссельной заслонки при разгоне расход топлива за цикл понижается с 7,2 до 6,7 л/100 км. Такое небольшое понижение может быть объяснено закономерностью подачи горючей смеси в двигатель. При открытии заслонки на 25 % в двигатель поступает около 60 % горючей смеси, дальнейшее открытие

в меньшей степени влияет на расход горючей смеси. В процессе разгона открытие заслонки должно изменяться в пределах 50...75 %.

Экономичные правила управления автомобилем в зависимости от условий эксплуатации обеспечивают снижение расхода топлива на 20...25 %.

В зимних условиях эффективность снижается из-за трудности пуска холодного двигателя. Так, в процессе пуска приготовление горючей смеси происходит только за счет легких (пусковых) фракций бензина, количество которых не превышает 10 %. Около 90 % топлива не участвует в процессе сгорания и выбрасывается с ОГ.

К основным причинам, затрудняющим пуск холодного двигателя, следует отнести:

- несоответствие сорта и качества топлива техническим условиям завода-изготовителя;

- нарушение правильной работы пусковой системы карбюратора;

- неудовлетворительное состояние электростартерной системы автомобиля;

- повышенная вязкость моторного масла; неплотное прилегание впускного трубопровода или карбюратора к своим фланцам;

- недостаточная частота вращения коленчатого вала двигателя.

Для сокращения потерь на подготовку автомобиля к работе и уменьшения пусковых износов при температуре окружающей среды ниже минус 5 °С необходимо осуществлять тепловую подготовку холодного двигателя. Если система охлаждения двигателя не заправлена антифризом, то ее можно пролить горячей водой, открыв сливные краны.

Горячая вода прогревает блок цилиндров, уменьшает вязкость масляной пленки на стенках цилиндров и увеличивает испаряемость топлива во впускной системе. Для прогрева подшипников коленчатого вала, в зазорах которого находится застывшая смазка, подогревают картер двигателя. Способ подогрева обусловлен особенностью системы тепловой подготовки автомобиля при безгаражном хранении в конкретном АТП. Наиболее предпочтительна тепловая подготовка двигателя с помощью инфракрасных излучателей.

В существующих пусковых системах эффективность как двигателя достигается путем обеспечения герметичности воздушного канала. Чем она выше, тем пуск двигателя более надежен. После первых вспышек подача воздуха происходит через клапан в воздушной заслонке или, если она расположена эксцентрично, путем автоматического поворота воздушной заслонки.

Важнейший этап предпусковой подготовки - проверка правильной работы пускового устройства, одновременно с которой, пользуясь насосом ручной подкачки топлива, заполняют поплавковую камеру карбюратора.

После остановки двигателя горячее масло стекает со стенок цилиндра в картер, и остывший двигатель в процессе пуска ЦПГ испытывает масляное «голодание», сопровождающееся повышенным износом. При пуске холодного двигателя необходимо с помощью пусковой рукоятки повернуть коленчатый вал на три-четыре оборота и убедиться в его свободном вращении.

В дальнейшем путем двух-трех нажатий на педаль надо обеспечить подачу топлива во впускной тракт двигателя и закрыть воздушную заслонку.

Время работы стартера не должно превышать 5 с, а интервал между включениями должен быть не менее 15...20 с. После двух-трех неудачных попыток пользование стартером необходимо прекратить и приступить к поиску неисправностей.

Предельная температура пуска холодного двигателя для каждого типа двигателя различна. Для двигателя автомобиля «Жигули» ВАЗ-2103 она равна минус 30 °С, а для автомобиля «Москвич-2140» в случае применения всесезонного моторного масла минус 20 °С. Применение северных сортов бензинов с облегченным фракционным составом и маловязких сортов моторных масел — основа эффективного пуска двигателя в зимних условиях.

Свои особенности имеет и пуск газобаллонных автомобилей. Так, надежный пуск возможен только до минус 4 °С, а ниже минус 8 °С он без специальных средств практически вообще невозможен. Таким образом, в интервале температур от минус 4 °С до минус 8 °С пуск двигателя носит вероятностный характер и может быть осуществлен только при правильной регулировке газовой аппаратуры в сочетании достаточно надежной работой электрического стартера. Пуск холодного двигателя при работе на СНГ производят, отбирая паровую фазу через расходный вентиль. Особое внимание следует обращать на состояние трубопроводов, вентилях, наличие осадка в редукторе, а также на пусковую систему, подающую газ из первой ступени редуктора непосредственно в карбюратор-смеситель, минуя вторую ступень.

Карбюраторные двигатели и дизели пускаются без применения вспомогательных средств соответственно при температуре до минус 15 °С и минус 5 °С. Наиболее эффективен пуск холодных дизелей с помощью свечей накаливания. Минимальные обороты пуска карбюраторных двигателей составляют 50 мин<sup>-1</sup>, газобаллонных 70 мин<sup>-1</sup> и ди-

зелей  $100 \text{ мин}^{-1}$ .

Суммарные потери топлива, связанные с предпусковыми операциями в случае безгаражного хранения автомобилей, доходят до 2...3% от эксплуатационного расхода топлива.

Важное практическое значение имеет и улучшение пуска горячего двигателя при высоких температурах окружающего воздуха. Причиной ненадежного пуска являются скопление большого количества паров бензина, поступающих в главный канал карбюратора из поплавковой камеры при ее перегреве. На карбюраторах некоторых моделей применяют наружную вентиляцию поплавковой камеры, обеспечивающую сообщение внутренней полости с атмосферой при отпуске педали дроссельной заслонки. Но требования охраны окружающей среды и экономии топлива вытесняют такие конструкции. Понятно, что неудовлетворительный пуск горячего двигателя также сопровождается непроизводительными потерями топлива.

Прогрев двигателя. Правильный прогрев холодного двигателя - доступный резерв экономии топлива. После пуска его следует прогревать в течение 4...5 мин при минимальной частоте вращения коленчатого вала, а затем еще в течение 3...5 мин при повышенной частоте вращения до температуры охлаждающей жидкости 30...40 °С.

Недостаточно интенсивный подогрев впускного трубопровода заметно ухудшает условия испарения в нем топлива, около 4% которого поступает в камеру сгорания в виде пленки, что является одной из основных причин повышенного расхода топлива. Именно поэтому водитель должен обращать внимание на температуру этого трубопровода.

Прогрев холодного двигателя до рабочих температур, как и автомобиля в целом, необходимо осуществлять в процессе движения. Холодный легковой автомобиль среднего класса при температуре окружающей среды минус 16 °С на первый километр пути расходует топлива в 2,5 раза больше, чем доведенный до нормального теплового состояния. Понятно, почему короткие выезды с продолжительными остановками зимой крайне невыгодны. В этом случае водитель должен обращать особое внимание на состояние теплорегулирующего устройства двигателя.

Трогание с места. Неумение водителя выдерживать рациональный режим при пуске, прогреве двигателя, а также в начале движения автомобиля и при непродолжительных его остановках сопровождается дополнительным увеличением доли «неэкономичных режимов» в общем балансе времени пребывания автомобиля на линии на 10...20 %.

Холодный автомобиль, особенно работающий с прицепом, сле-

дует трогать с места на первой передаче, обеспечивая тем самым минимальный необходимый прогрев трансмиссии и надежность ее работы в целом.

При движении непрогретого автомобиля стабилизация расхода топлива (даже при температуре окружающего воздуха  $5...15^{\circ}\text{C}$ ) наступает, как правило, после  $10...15$  км пути. Наиболее сложная проблема - обеспечение рационального температурного режима трансмиссии и шин.

Двигатель легкового автомобиля среднего класса, прогретый до оптимальной температуры, обеспечивает пробег  $7,2$  км/л, до температуры  $30^{\circ}\text{C}$  -  $5,9$  км/л, а холодный -  $4,7$  км/л. В среднем расход топлива на непрогретом двигателе увеличивается на  $10\%$  фактически у всех автомобильных двигателей. Причем понижение температуры на каждые  $10^{\circ}\text{C}$  приводит к ухудшению топливной экономичности автомобиля на  $2,5\%$ . Все приведенные цифры относятся к условиям движения автомобиля на горизонтальной дороге.

Разгон автомобиля. Экономичный разгон автомобиля может быть охарактеризован комплексом равноценных параметров, обеспечивающих минимально возможный расход топлива.

Момент переключения передач грузового автомобиля средней грузоподъемности с карбюраторным двигателем по скорости движения или частоте вращения коленчатого вала должен соответствовать: первая передача - трогание с места (холостой ход  $450...500$  мин<sup>-1</sup>), вторая передача -  $9$  км/ч ( $2250...2300$  мин<sup>-1</sup>), третья передача -  $14...15$  км/ч ( $2000...2100$  мин<sup>-1</sup>), четвертая передача -  $25...30$  км/ч ( $1800...1900$  мин<sup>-1</sup>) и пятая передача -  $30...35$  км/ч ( $1500...1600$  мин<sup>-1</sup>). В любом случае продолжительность разгона на промежуточных передачах должна быть сведена к минимуму.

Продолжительность разгона автомобиля с места путем последовательного переключения передач до эффективной экономичной скорости  $60$  км/ч не должна превышать  $26$  с, путь разгона не должен превышать  $300$  м, а дроссельная заслонка должна открываться с интенсивностью  $40$  град/с.

Разгон автомобиля с дизелем на каждой из промежуточных передач до конечной скорости из-за наличия всережимного регулятора осуществляется по внешней характеристике. Экономичный разгон в целом должен соответствовать полной подаче топлива, а переключение на высшие передачи необходимо производить при частоте коленчатого вала двигателя, равной  $0,65...0,75$  максимальной частоты вращения.

Разгон автомобиля путем включения очередной ступени короб-

ки передач будет экономичен лишь в том случае, если продолжительность последующей фазы установившегося движения на этой передаче превышает путь разгона на 50...100 %.

Постоянная скорость. Продолжительность работы автомобиля на установившихся режимах относительно невелика. Вместе с тем ее влияние на основные показатели автомобиля весьма заметно.

Грузовые автомобили на междугородных магистралях в общей сложности около 40 % двигаются со скоростью 60 км/ч, в центральной части города - 22 км/ч, а на хордовых маршрутах крупных городов - 29 км/ч. Движение автомобилей с постоянными скоростями обеспечивает снижение расхода топлива на 35...42 % по сравнению с неустановившимися режимами.

Минимальный расход топлива грузовыми автомобилями с карбюраторными двигателями при движении по горизонтальному участку соответствует скорости 25...30 км/ч, а с дизельными двигателями 35...40 км/ч. Вместе с тем следует отметить, что при движении автомобиля с этими скоростями снижается его производительность. Экономичная скорость движения грузовых автомобилей с учетом транспортной работы на горизонтальном участке дороги на прямой передаче соответствует 60...65 км/ч.

С экономической точки зрения автомобиль должен по возможности двигаться на прямой передаче, и технические характеристики современных автомобилей обеспечивают такое движение.

В городских условиях эксплуатации продолжительность включения прямой передачи для грузовых автомобилей составляет 40...50%, а количество включений прямой передачи, приходящихся на 1 км пути - 1,5... 1,8 раза. На междугородных магистралях эти цифры меняются соответственно на 94...97 % и 0,4.

Общие методические рекомендации сводятся к тому что продолжительность движения автомобиля на прямой передаче должна превышать предшествующую ей фазу разгона не менее чем на 15...20%. Только в этом случае обеспечивается экономичная работа автомобиля и переход на высшую передачу оправдан.

Переходить на высшую передачу целесообразно лишь в том случае, если общее время, затрачиваемое на переключение и движение на промежуточных передачах, будет меньше, чем продолжительность работы автомобиля на прямой передаче.

Движение автомобилей с постоянными скоростями во всех случаях должно осуществляться на наивысших для данных условий передачах.

Важным моментом в снижении расхода топлива является пра-

вильный выбор водителем необходимой передачи применительно к конкретной дорожной обстановке. При частоте вращения коленчатого вала грузовых автомобилей, равной  $0,4 \dots 0,5 n_{\max}$ , необходимо переходить на повышенную передачу, а при частоте вращения коленчатого вала, равной  $0,3 \dots 0,35 n_{\max}$  - на низшую.

В городских условиях автомобильные двигатели в целом эксплуатируются вне экономичной области, т. е. при пониженных частотах вращения коленчатого вала и на частичных нагрузках, для которых характерны повышенные удельные расходы топлива. Экономичные режимы работы двигателя находятся между 45 и 75% максимальной частоты вращения коленчатого вала, что вытекает из анализа универсальных характеристик.

Замедление автомобиля. Снижение скорости движения автомобиля необходимо производить плавно, с максимальным использованием наката. Использование наката наиболее эффективно при движении по дороге с переменным профилем. Торможение автомобиля с помощью рабочей тормозной системы необходимо выполнять, не выключая сцепления, и при положении педали подачи топлива, соответствующем холостому ходу. При экономичном управлении тормоза следует применять только для фиксирования положения автомобиля.

В процессе движения водитель должен выбирать такую скорость, которая обеспечивала бы при смене сигнала светофора приближение к перекрестку накатом. Такой режим безопасен, а техника его применения проста. Для движения накатом необходимо выжать сцепление, перевести рычаг переключения передач в нейтральное положение и отпустить педаль сцепления.

Умелое использование наката в зависимости от сложности дорожной обстановки обеспечивает экономию топлива до 4 %. Наибольший эффект накат дает на магистралях с длинными пологими спусками, на которых можно сэкономить до 10 % топлива.

Преодоление подъемов. Техника экономичного преодоления подъемов тесным образом связана с их протяженностью и крутизной. Во всех случаях на подъеме следует избегать переключения передач.

Преодоление подъема с точки зрения необходимых затрат энергии аналогично увеличению сопротивления качению. В процессе движения по дороге с переменным профилем максимальные подъемы, преодолеваемые автомобилями, составляют 30...32 %. Автомобили могут без особых затруднений преодолевать подъемы следующей крутизны: на первой передаче 30...34 %, второй - 18...20 %, третьей - 10...12 %, четвертой - 6...8 % и пятой - 6 %. Большие величины относятся к легковым автомобилям, а меньшие - к грузовым при их движе-

нии по дорогам с твердым покрытием.

Пологие подъемы крутизной до 0,5 % в равнинной местности и крутизной до 4 % в пересеченной местности целесообразно преодолевать на прямой передаче. Короткие подъемы с хорошим дорожным покрытием необходимо преодолевать с разгона путем предварительного набора соответствующей скорости на прямой передаче.

Надо помнить, что чем выше скорость движения, тем больше запас мощности. Так, при движении автомобиля на подъеме со скоростью 35 км/ч с увеличением дорожного сопротивления скорость падает настолько, что необходимо переходить на пониженную передачу, что сопровождается увеличением расхода топлива. При наборе же перед подъемом скорости 65 км/ч автомобиль движется с определенным запасом мощности, достаточным для преодоления дорожного сопротивления на прямой передаче.

Крутые подъемы в холмистой местности необходимо преодолевать на одной из пониженных передач, но так, чтобы набрать необходимую скорость движения.

Крутые подъемы 5...7 % необходимо преодолевать на одной из пониженных передач с обязательным предварительным разгоном автомобиля. Техника преодоления подъемов (до 12 % и выше) в горных условиях такая же, как и на холмистой местности.

Движение на спуске можно осуществлять накатом или путем торможения двигателем. При торможении двигателем педаль подачи топлива необходимо перевести в положение холостого хода. Для этого нужно снять ногу с педали управления подачей топлива. При торможении наибольший эффект достигается на первой передаче, а наименьший - на прямой. Движение накатом с разобщенной от двигателя трансмиссией или включенной (прямой) передачей приводит к увеличению начальной скорости движения автомобиля.

Движение на спуске относят к числу наиболее важных элементов дорожного движения, дающих возможность экономить топливо. В этом случае квалифицированные водители, не забывая о безопасности движения, разумно используют кинетическую энергию автомобиля, запасенную в процессе преодоления подъема.

Понятно, что на спуске скорость движения зависит от состояния дороги, длины участка, его крутизны, а также условий обзорности. Спускаясь, автомобиль всегда теряет часть энергии, связанной с подтормаживанием автомобиля.

Средняя скорость движения легковых автомобилей на горных дорогах в связи с этим снижается на 30... 40 %, а грузовых - на 60...70%.

Водитель должен помнить, что на спуске под действием силы тяжести скорость движения автомобиля постепенно увеличивается. На участках крутизной свыше 6 % водитель должен контролировать скорость движения подтормаживанием, что сопровождается увеличением расхода топлива.

По условиям безопасности дорожного движения выключение зажигания на крутых спусках категорически запрещается. Наибольший эффект замедления достигается при включении первой передачи. Ни в коем случае нельзя ставить рычаг переключения передач в нейтральное положение. Торможение только двигателем приводит к его чрезмерному износу.

На спуске целесообразно включать ту же передачу, которая на этом участке обеспечивает эффективный подъем автомобиля.

Холостой ход, при котором двигатель не совершает полезной транспортной работы, должен быть сведен к минимуму. В случае продолжительной стоянки или запланированной остановки водитель не должен допускать работы двигателя на холостом ходу свыше двух минут. Останавливать двигатель перед светофорами, работающими в нормальном цикле, во всех случаях крайне нежелательно.

Заметное влияние системы холостого хода на показатели экономичности автомобиля связано с тем, что она продолжает работать и на режимах частичных нагрузок (до 30...40 % мощности), оказывая существенное влияние на расход топлива.

Соблюдение регулировочных параметров системы холостого хода и ее правильная техническая эксплуатация обеспечивают снижение расхода топлива на 1...1,5 %.

Маршрут движения. Хорошее знание Правил дорожного движения, расположения улиц и дорожной сети города в целом, их состояния, а также напряженности дорожного движения в конкретный период - составная часть экономического управления автомобилем. Все это позволяет водителям быстро и правильно ориентироваться в сложной обстановке и выбирать наиболее целесообразные для данных условий маршруты движения.

Водитель, работающий в течение длительного времени на одном и том же объекте, должен хорошо знать паспорт маршрута: протяженность, количество светофоров и перекрестков, расход топлива и состояние дорожной сети. Он обязан испробовать все возможные варианты экономичного маршрута, а затем остановиться на наиболее рациональном, обеспечивающем более высокие скорости движения и наименьший расход топлива.

Разгон автомобиля. В городских условиях расход топлива на

режимах разгона составляет 45...50 %. В напряженные часы пик этот расход увеличивается на 10...20 %.

Разгоны автомобиля при небольшом открытии дроссельной заслонки (до 25 %) неэффективны, так как затягивается набор скорости и увеличивается продолжительность разгона.

Экономичными разгонами для легковых автомобилей с высокооборотными двигателями следует считать разгоны, полученные при открытии дроссельной заслонки на 50 % и переключении передач при частоте вращения коленчатого вала 3000...3600 мин<sup>-1</sup>.

Разгон автомобиля в случае открытия дроссельной заслонки на 75% и выше неэффективен, так как не обеспечивает экономичной работы автомобиля.

Различным передачам соответствуют различные диапазоны изменения скоростей движения. Для грузовых автомобилей средней грузоподъемности: на первой передаче 3...11 км/ч, второй - 5,6...22 км/ч, третьей - 10...39 км/ч, четвертой -16...60 км/ч и пятой - 15... 90 км/ч. Для легковых автомобилей малого класса: на первой передаче - 5...44 км/ч, второй - 10...75 км/ч, третьей -15...90 км/ч и четвертой - 20...145 км/ч.

Из приведенных данных следует, что перекрытие диапазонов скоростей на промежуточных передачах обеспечивает плавное увеличение скорости движения автомобилей. Момент переключения передач для режимов экономичного управления автомобилем должен соответствовать минимальному расходу топлива на соответствующей передаче и скорости движения.

Первая передача в процессе движения используется только для трогания автомобиля с места и в трудных дорожных условиях. В этом случае работа автомобиля сопровождается повышенным износом двигателя и выбросом значительного количества вредных веществ.

В процессе переключения передач не следует превышать оптимальную частоту вращения коленчатого вала на выбранной передаче. Для легковых автомобилей малого класса переключению передач должны соответствовать следующие значения частот вращения: второй передаче - 2000 мин<sup>-1</sup>, третьей - 1850 мин<sup>-1</sup>, четвертой - 1550 мин<sup>-1</sup>. Для грузовых автомобилей средней грузоподъемности: первой передаче - 2500 мин<sup>-1</sup>, второй - 2250 мин<sup>-1</sup>, третьей - 2000 мин<sup>-1</sup>, четвертой - 1800 мин<sup>-1</sup>, пятой - 1800 мин<sup>-1</sup>.

Обгон - один из способов экономии топлива. Мотивы обгона могут быть разными. Но если он совершается для экономии топлива, то водителю полезно знать некоторые общие правила его выполнения и потенциальные топливно-скоростные качества своего автомобиля.

Тактика и техника выполнения обгона в городских и загородных условиях заметно отличаются. В последнем случае возможность и необходимость обгона возникают гораздо чаще.

Для экономичного обгона следует выбрать соответствующую дистанцию. Не следует приближаться к обгоняемому автомобилю на такое расстояние, при котором возникает необходимость включения понижающей передачи с последующим маневрированием и набором соответствующей скорости. Во всех случаях обгон необходимо выполнять так, чтобы набранная скорость в дальнейшем не снижалась, не было торможений или остановок автомобиля. В начале маневра расстояние до обгоняемого автомобиля выбирается таким, чтобы весь обгон можно было провести на прямой передаче.

Не надо забывать о том, что обгон в большинстве случаев связан с дополнительным расходом топлива. Например, в городских условиях средняя скорость движения от количества совершаемых обгонов почти не зависит, однако расход топлива при этом повышается на 20...25 %.

В большинстве случаев обгон совершают легковые автомобили. Водитель должен правильно определить скорость обгоняемого транспортного средства и наличие впереди него свободного пространства. Ранний выезд автомобиля из занимаемого ряда для выполнения обгона сопровождается увеличением продолжительности маневра и удлинением пути обгона, поздний - приводит к росту ускорений и дополнительному расходу топлива.

По многополосной магистрали выезд в левый ряд для выполнения обгона не представляет особых трудностей, а при движении по магистрали с одной полосой в каждом направлении водитель должен уделять повышенное внимание безопасности движения.

Правильная смена полосы движения обеспечивает экономичную работу автомобиля

Как правило, смену полосы движения осуществляют с целью увеличения скорости движения, но при этом на 15...20 % возрастает количество включений сцепления и на 35...40 % тормозов.

Качество выполнения смены полосы движения в городских условиях влияет на расход топлива только в том случае, если их количество составляет не менее двух на 1 км пути.

Действия водителя при смене полосы должны быть быстрыми и четкими, он должен по возможности точно определить расстояние, обеспечивающее эффективное выполнение маневра. Если не удастся своевременно сменить полосу движения с целью обгона, то маневр следует отложить до следующего благоприятного участка.

Движение на закруглениях всегда связано с дополнительным расходом топлива на 1...8 %. По условиям безопасности движения кривые необходимо проходить со скоростями, предписываемыми дорожными указателями.

Плавные кривые с радиусами кривизны более 1000 м обеспечивают автомобилю оптимальные скорости, а при радиусе кривизны 2000 м условия движения приближаются к условиям движения на горизонтальном участке дороги. На участках с небольшим радиусом кривизны (около 400 м) понижающую передачу использовать нецелесообразно. Прохождение таких поворотов сопровождается притормаживанием автомобиля.

Проходя поворот, следует обратить внимание на плавность вращения рулевого колеса. Чем круче поворот, тем плавнее необходимо поворачивать рулевое колесо. Резкий поворот рулевого колеса на большой скорости может вызвать скольжение передних колес и ухудшить топливную экономичность.

Таким образом, можно выделить основные приемы экономичного управления автомобилем:

- эффективный пуск, прогрев, трогание с места, начало движения, а также поддержание оптимального температурного режима (экономия топлива 3...5 %);
- разгон автомобиля с карбюраторным двигателем, соответствующий по частоте вращения коленчатого вала и мощности двигателя 0,4...0,6 их максимальных значений;
- разгон автомобиля с дизелем, соответствующий по частоте вращения коленчатого вала и мощности двигателя 0,4...0,6 их максимальных величин по внешней характеристике;
- оптимальный выбор режимов движения (экономия топлива 15...20 %), в том числе:
  - движение автомобиля на прямой передаче с равномерной скоростью, не превышающей 0,65 максимального значения;
  - поддержание средних значений ускорений 0,7...1 м/с<sup>2</sup> - грузовых автомобилей и 0,9...1,5 м/с<sup>2</sup> для легковых;
  - поддержание средних значений замедлений 0,6...0,9 м/с<sup>2</sup> для грузовых автомобилей и 1,1...1,4 м/с<sup>2</sup> для легковых;
  - переключение передач при частоте вращения коленчатого вала, равной 0,6...0,75 от максимальной, и открытии дроссельной заслонки, равной 0,5...0,75 от полного;
  - выдерживание интенсивности открытия дроссельной заслонки в процессе разгона 40...65 град/с;
  - максимальное использование движения грузовых автомобилей

накатом при остановке или замедлении (экономия топлива для грузовых автомобилей 2,5 %, а для легковых 2,5...3 %);

- применение торможения двигателем в случае отключения подачи топлива на режимах принудительного холостого хода (экономия 1,5...2 %);

- рациональное преодоление подъемов (экономия 8...12 %);

- рациональное движение на спуске (экономия 3...5 %);

- эффективная работа двигателя на режимах холостого хода (экономия 1 %).

### **Контрольные вопросы:**

1. Укажите особенности эксплуатации автомобилей

2. Перечислите показатели характеризующие использование подвижного состава.

3. Перечислите способы повышения топливной экономичности автомобилей в процессе эксплуатации.

4. Какие требования необходимо соблюдать для обеспечения запуска двигателя при низких температурах

5. Какие работы проводятся с автомобилем для подготовки его к эксплуатации в условиях повышенных температур окружающего воздуха.

6. Какие способы сохранения теплоты от работы двигателя вы знаете.

## **РАЗДЕЛ III ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ**

### **7 ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ**

#### **7.1 Структура производственно-технической базы**

Производственно-техническая база (ПТБ) – это совокупность зданий, сооружений, оборудования, оснастки и инструмента, предназначенных для ТО, ремонта и хранения подвижного состава, а также создания необходимых условий для работы персонала.

К зданиям относятся: производственные и административно-бытовые здания, крытые стоянки автомобилей, склады и т.п. К сооружениям – обустроенные открытые стоянки, покрытия территорий и

площадок, дороги, навесы, топливозаправочные хранилища, водонапорные башни и водохранилища и т.п.; к оборудованию – техническое и вспомогательное оборудование производственных зон и участков и т.п.; к оснастке – рабочие столы, верстаки, шкафы и т.п.

Кроме того, к ПТБ относятся передаточные устройства (наружные электросети, трубопроводы и т.п.), силовые машины (электродвигатели, передвижные электростанции, компрессоры и т.п.), вычислительная техника.

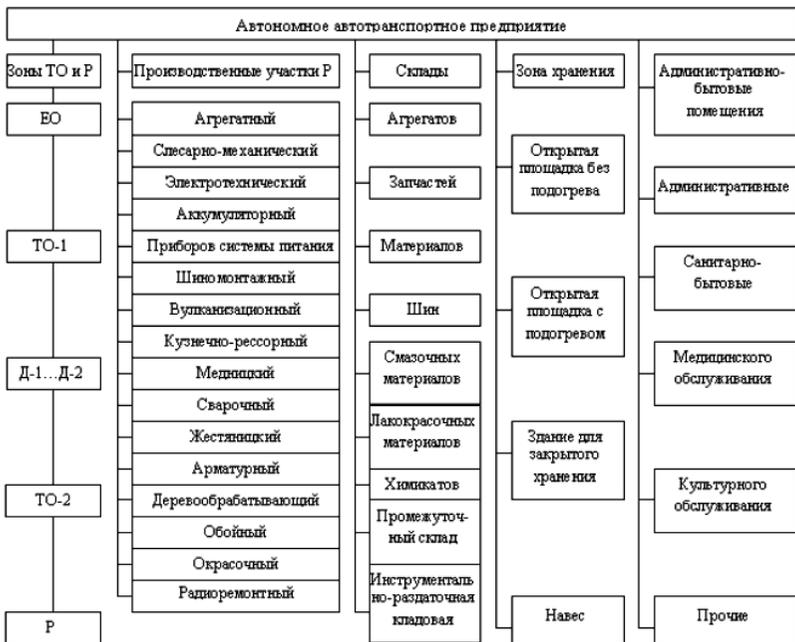
Вышеперечисленные элементы ПТБ составляют так называемую пассивную часть основных производственных фондов, а подвижной состав – активную часть.

В свою очередь, в основных производственных фондах ПТБ также можно выделить активную часть (оборудование) и пассивную часть (здания, сооружения).

Структура ПТБ зависит от организации производственной деятельности АТП, размеров предприятия, типа подвижного состава и других факторов. Наиболее полную структуру ПТБ имеют автономные АТП (рис. 38), которые наряду с перевозочными функциями осуществляют все виды ТО и ТР подвижного состава. Чем меньше размер АТП, а следовательно, и объемы работ по ТО и ТР, тем целесообразнее объединение отдельных зон и участков (элементов ПТБ). Примерная планировка производственно-технической базы такого предприятия представлена на рисунке 34, и 35.

Например, посты ТО-1 могут располагаться в общем помещении с постами ТО-2 и ремонта (Р). Такие участки, как кузнечно-рессорный, медницкий, сварочный, жестяницкий, которые относятся к группе «горячих цехов», могут размещаться в общем блоке помещений.

На ПТБ оказывают влияние большое число факторов: структура, тип и «возраст» подвижного состава, условия эксплуатации, тип и характеристика оборудования и другие. Изменение этих факторов приводит к изменениям потребности ПТБ в производственных площадях, постах, средств механизации и др. В то же время здания и сооружения АТП строятся на 40–60 лет, и ПТБ за это время обслуживает несколько «поколений» транспортных средств, имеющих различную надежность, режимы ТО и ремонта и т.д., что требует приспособленности ПТБ к изменению этих факторов. Однако на практике часто этого не происходит, что связано с дополнительными трудовыми и материальными затратами.



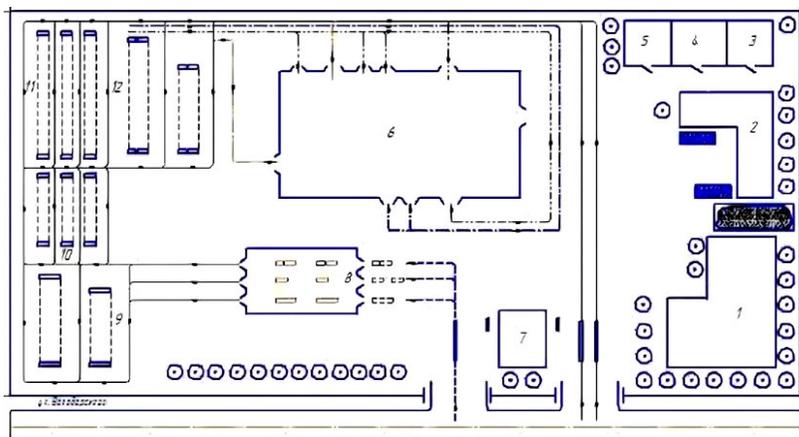
**Рис. 34 - Структура производственно-технической базы автономного автотранспортного предприятия**

Производственная база ТО и ТР автомобилей в АПК включает в себя следующие основные подразделения: гаражи с профилакториями на сельскохозяйственных предприятиях; ЦРМ хозяйства; СТОА.

Производственная база автохозяйства сельскохозяйственного предприятия необходима для своевременного и высококачественного выполнения работ по технической эксплуатации автомобильного парка при минимальных затратах труда и средств.

*Гаражи с профилакториями* предназначены для межсезонного хранения подвижного состава закрытым способом с воздухоподогревом в зимний период и проведения плановых ТО и ТР агрегатным методом (рис. 36).

Крепежные, регулировочные и разборочно-сборочные операции по замене агрегатов, узлов и отдельных деталей, составляющие 30 % трудоемкости ТР, проводят в гараже, а остальные 70 % проводят в ЦРМ и на СТОА.



**Рис. 35 - Проект АТП на 250 автомобилей:**

*1 - административный корпус; 2 - столовая; 3, 4, 5 - складские помещения; 6 - производственный корпус; 7 - КТП; 8 - мойка; 9 - стоянка прицепов и полуприцепов; 10 - стоянка автомобилей-тягачей; 11, 12 - стоянка грузовых автомобилей*

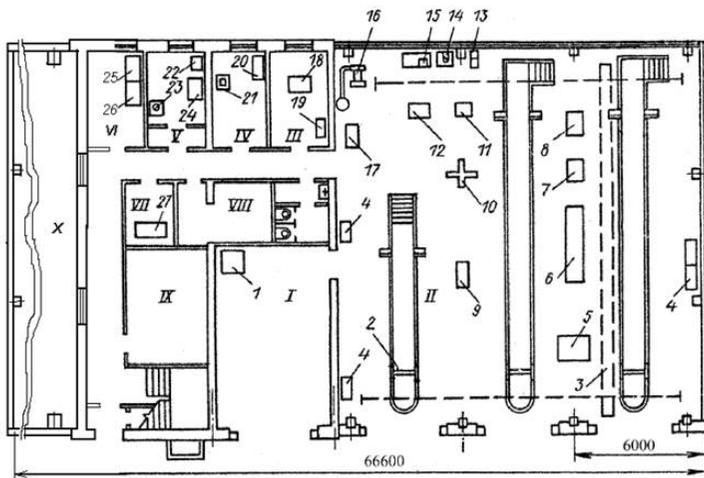
Для выполнения указанных работ профилактории гаражей имеют зону ТО и Р автомобилей, включающую несколько универсальных постов ТО и Р, производственные участки по ремонту приборов системы питания, электрооборудования и шин.

Для проведения ТО и ТР автомобилей в ЦРМ создают отдельные от тракторов и комбайнов участки, оснащенные осмотровыми канавами и необходимым технологическим оборудованием.

Посты ТО-1, ТО-2 и ТР располагают в одном помещении. При этом работы ТО-1 и ТО-2 рекомендуется проводить на одних постах в разные смены, что позволяет сократить их число, производственные площади и лучше использовать оборудование.

Участки, обеспечивающие работу зоны ТО и ТР автомобилей, располагают по периметру зоны.

Посты ТО и Р автомобилей оборудуют канавами, подъемниками, эстакадами и полустакандами. Должны допускать вывешивание всех колес автомобиля; установку на пост автомобилей разных типов и марок; одновременное выполнение операций сверху, сбоку и снизу автомобиля при наименьшей утомляемости рабочего; наибольшую производительность труда; фиксацию автомобиля; безопасную работу; выполнение на посту наибольшего объема работ различного содержания.



**Рис. 36 - План размещения производственных участков и технологического оборудования гаража с техническим профилактором для обслуживания 60 автомобилей:**

участки: I – наружной мойки; II – технического обслуживания; III – сварки; IV – ремонта камер; V – ТО и зарядки аккумуляторов; VI – компрессорная; VII – ТО приборов электрооборудования; VIII – кладовая; IX – диспетчерская; X – теплая стоянка на 22 автомобиля;

1-водоструйная очистительная машина; 2-подъемник канавный гидравлический П-113; 3-кран подвесной; 4-верстак слесарный; 5-стенд ЦКБ-2422 для демонтажа шин; 6-установка ОЗ-4967М для смазки и заправки; 7-тележка 1115М для снятия и постановки колес автомобилей; 8-тележка ОПТ-7353 для перевозки агрегатов автомобилей; 9-домкрат гаражный гидравлический П-304; 10-стенд универсальный ОПР-989 для сборки автомобильных двигателей; 11-стенд ЦКБ-Р-201 для ремонта коробок передач автомобилей; 12-стенд универсальный ОПР-698 для разборки и сборки мостов автомобилей; 13-пресс пневматический Р-304 для клепки фрикционных накладок тормозных колодок и дисков сцепления; 14-стенд ЦКБ-Р-207 для сборки и регулировки сцепления автомобилей; 15-настольный сверлильный станок 2М112; 16-точильно-шлифовальный станок 3Б634; 17-пресс гидравлический ОКС-1671; 18-гайковерт для гаек колес И-303М; 19-стол ОКС-7523 для электросварочных работ и сварочный преобразователь ПСО-300-272; 20-верстак 5102.000 для ремонта шин; 21-электровулканизатор 6140; 22-селеновый выпрямитель ВСА-5М; 23-электрический дистиллятор Д-4; 24-шкаф ШЗ.000.000 для зарядки аккумуляторов; 25-верстак 5103.000 для ремонта карбюраторов; 26-верстак слесарный 5101.000; 27-компрессор ГСВ-0,6/12.

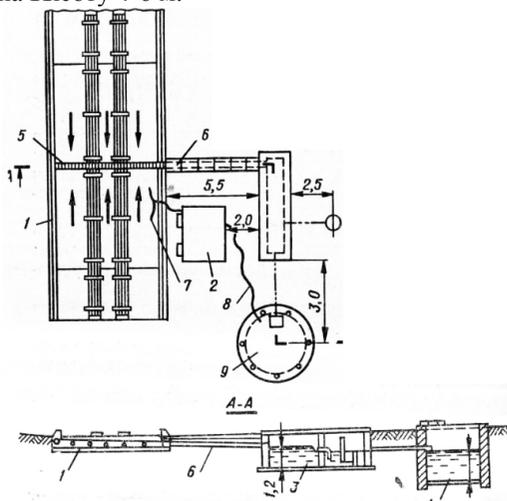
### *Площадка для наружной мойки машин.*

На территории базы технического обслуживания должна быть предусмотрена открытая площадка для наружной мойки машин. Основное назначение ее - очистка машин от грязи, масла и растительных остатков перед выполнением других операций технического обслуживания.

Площадка для наружной мойки машин сооружается по типовому проекту 816-73, планировка которого показана на рисунке 37.

Такая площадка позволяет обслуживать машины шириной до 6 м и длиной до 12 м.

Насосные установки, предназначенные для мойки машин и других механизмов, должны иметь достаточно высокие показатели: рабочее давление не менее 0,25 МПа, производительность 20-30 л/мин. При многократном использовании одной и той же моющей жидкости насосы должны обеспечивать (без предварительной заливки) забор жидкости из водоемов на высоту 4-6 м.



**Рис. 37 - Площадка для наружной мойки машин:**

1 - открытая площадка; 2-насосная станция; 3 -грязеотстойник с бензомаслоуловителем; 4- резервуар емкостью 20 м<sup>3</sup>; 5 - лоток, перекрытый решеткой; 6 - лоток, перекрытый плитами; 7 - напорный шланг; 8 - всасывающий шланг; 9-маслосборный колодец

Более эффективным для наружной мойки машин и других механизмов как на открытых площадках, так и в камерных установках является пароводоструйный очиститель ОМ-3360.

Высокая очищающая способность пароводяной струи позволяет сократить продолжительность наружной мойки машин в 2-3 раза по сравнению с насосной установкой типа ПС-3/20.

При строительстве мест хранения машин необходимо учитывать направление господствующих ветров. Машины должны быть защищены от снежных заносов и иметь оборудование в соответствии с правилами противопожарной безопасности, охраны труда и техники безопасности.

Открытые площадки для хранения машин необходимо отводить на незатапливаемых местах, они должны иметь по периметру водоотводные каналы. Поверхность площадок должна быть ровной, с уклоном не более 2- 3° для стока воды, иметь твердое сплошное или в виде отдельных полос покрытие (асфальтовое, бетонное или из местных материалов), способное выдержать нагрузку передвигающихся машин и машин, находящихся па хранении.

Размер открытых площадок определяют в зависимости от количества и габарита машин, а также с учетом интервалов между ними и расстояний между рядами.

Машины должны храниться по видам и маркам с соблюдением интервалов между ними для проведения профилактических осмотров. Расстояние между машинами в одном ряду должно быть не менее 0,7 м, а расстояние между рядами - не менее 6 м.

На площадке отмечают контрольные линии, ограничивающие места стоянки машин и проезды. Ширина проездов зависит от вида машин; при этом следует обеспечить свободный въезд и выезд их, а также возможность проведения осмотра и обслуживания в период хранения. Машины на открытой площадке можно устанавливать в один или два ряда. На месте стоянки каждой машины указывают ее марку и хозяйственный номер.

На местах хранения запрещается проводить очистку и ремонт машин, а также сборку новых машин.

Площадки для хранения машин должны быть оборудованы противопожарными средствами: огнетушителями, инвентарем, ящиками с песком.

Проезды между площадками устраивают из бетона, естественного камня достаточной прочности, гравия или щебня. Самым долговечным и прочным покрытием проездов считается однослойное цементно-бетонное покрытие толщиной 20 см на подстилающем слое толщиной 20 см (песок, дресва, ракушка, щебень или металлический шлак, гравийно-песчаная смесь, а также грунт, обработанный битумом или цементом).

Закрытые помещения для хранения машин.

Для хранения узлов и деталей, снимаемых с машин и различного инвентаря следует иметь три отдельных склада или три изолированных отделения в одном складе:

- для хранения узлов и деталей из резинотканевых материалов (ремней, шин, резиновых шлангов и др.);
- для хранения аккумуляторных батарей;
- для прочих снимаемых узлов и деталей.

Каждое из трех помещений должно иметь отдельный вход. Здание неотапливаемое. Стены - кирпичные. Покрытие - из сборных железобетонных плит. Пол склада бетонный по утрамбованному грунту.

В отдельных случаях при отсутствии типовых проектов складов хозяйства сооружают гаражи, сараи и склады из сборных строительных материалов. Исходя из размеров стандартных строительных конструкций и габаритов современного складского оборудования наиболее рациональные размеры склада должны быть по ширине 8 - 12 м и высоте (от пола до низа строительных конструкций) 3,2 - 3,5 м.

Длину склада определяют исходя из требуемого объема помещения. Помещения склада должны быть надежно защищены от проникновения влаги и пыли и иметь вытяжную вентиляцию.

## **7.2 Выбор средств технического обслуживания**

Эффективное использование средств технического обслуживания зависит от конкретных условий эксплуатации техники: состава парка, характера работы и величины загрузки машин, удаленности мест работы машин от пунктов технического обслуживания, ремонтных мастерских и складов топливо-смазочных материалов, объема работ по техническому обслуживанию и ряда других факторов.

Поэтому выбор средств технического обслуживания и определение потребности в них проводится на основе технико-экономического расчета. Прежде чем приступить к нему, подготавливаются общие данные, характеризующие предприятие в настоящее время и на перспективу. Уточняются количество и распределение их по хозяйству, среднее расстояние от места работы машин до пункта технического обслуживания. Особое внимание при этом уделялось перспективным формам управления производством в хозяйстве и использования машин.

Каждый пост должен быть оснащен соответствующим оборудованием.

Участок уборочно-моечных работ.

Участки УМР могут располагаться как в отдельно стоящих помещениях, так и внутри основного производственного корпуса, должны быть обеспечены необходимым оборудованием и водоочистными сооружениями. Организация технологического процесса зависит от производственной программы, площади и оборудования участка.

При выборе оборудования для мойки должна учитываться экономическая целесообразность. Автоматическое моечное оборудование с точки зрения пропускной способности имеет ряд неоспоримых преимуществ, но требует больших затрат на первом этапе организации работ. Очевидно, что его применение будет целесообразно и необходимо при значительном и устойчивом спросе на уборочно-моечные работы.

Из механизированных моечных установок используются: для легковых автомобилей - М130, УМП-12, для грузовых – М127, М129 и для автобусов – 112БМ. Ручные моечные машины представлены на отечественном рынке различных производителей. Многие из них достаточно известны: AUTOEQUIP, KARCHER, PORTOTECNIKA и др.

**Таблица 13**

**Сравнительная характеристика моечных процессов**

Наименование показателей	Тип оборудования	
	автоматическое	ручное
Пропускная способность, машин./ч.	свыше 20	4
Время мойки, мин.	6	20
Мойка днища	+	-
Сушка машины	+	-
Нанесение воска и полировка	+	+
Воздействие абразива	-	+
Качество мойки	высокое	высокое

При оборудовании уборочно-моечного участка надо учитывать экологическую безопасность и расход воды. Целесообразно иметь очистные сооружения замкнутого цикла, которые позволяют снизить потребление воды.

Передвижными моечными установками целесообразно оборудовать посты ручной мойки в малых АТП и предприятий, где использование высокопроизводительных стационарных моечных установок нерентабельно. Такие моечные установки высокого давления позволяют мыть не только автомобили, тракторы и сельскохозяйственные машины, но и отдельные узлы и агрегаты, снятые с них.

Довольно широкое применение на предприятиях ТО и ремонта находят посты ручной (шланговой) мойки. Для удобства мойки нижних частей машины пост ручной мойки должен быть оснащен одним из следующих видов оборудования: подъемником, эстакадой, боковыми канавами узкого типа, широкой канавой с колежным мостом.

*Пост смазки и заправки топливо-смазочными материалами.*

Смазочные работы всех агрегатов и систем автомобиля маслами и пластичными смазками выполняются, как правило, при очередном техническом обслуживании согласно индивидуальной карте смазки конкретной модели.

Перечень основного технологического оборудования для выполнения смазочно-заправочных работ при ТО и ремонте автомобилей и тракторов (с учетом рекомендаций изложенных в РД 46448970-1041-99) представлен в таблице 14.

**Таблица 14**

**Технологическое оборудование участка смазки и заправки**

Оборудование	Применяемость		
	Легковой автомобиль	Грузовой автомобиль	Автобус
Подъемник или осмотровая канава	+	+	+
Установка для заправки моторными и трансмиссионными маслами	+	+	+
Установка для слива и сбора отработавших масел	+	+	+
Нагнетали консистентных смазок	+	+	+
Установка для заправки антифризом	+	+	+
Установка для заправки тормозной жидкостью	+	+	+
Колонка воздухораздаточная	+	+	+
Установка промывки двигателя	+	+	+
Установка промывки агрегатов трансмиссии	+	+	+
Приспособление для разборки и сборки центрифуг	-	+	+
Набор ключей для резьбовых пробок картеров машин	+	+	+

Для выполнения смазочно-заправочных работ промышленность выпускает соответствующие оборудование самых разнообразных моделей. Однако, несмотря на большую номенклатуру такого оборудования, основу каждого образца составляют идентичные конструктивные элементы: двигатель, насос, резервуар, приборы (манометры и расхо-

домеры), шланги, раздаточные устройства (пистолеты и др.).

Наибольшее распространение получили стационарные колонки с электромеханическим приводом для заправки масла из хранилища моделей 367 МЗ, 367 МУ, 367 М5Д, С-228 (настенная) и передвижные с ручным приводом С-223-1 (для заправки моторным и трансмиссионным маслом), С227, ОМА796 (для заправки моторных масел). Заправка трансмиссионными маслами может осуществляться с использованием установок моделей 3161, 3119Б, ОМА798 (передвижная с ручным приводом). Пластичные смазки через пресс-масленки подаются к трущимся узлам автомобиля с повышенным давлением до 30 – 40 МПа с использованием нагнетателей модели 1127, С321М, С104 (с электроприводом) и С322 (с пневмоприводом).

Слив и сбор отработанного масла осуществляется с использованием установок 830/831, ОМА 839 с отсосом через отверстие для щупа или со сливом масла через сливную пробку– ОМА 833, С508.

*Пост монтажно-слесарных работ*

Оборудование поста монтажно-слесарных работ может быть скомплектовано на базе серийно выпускаемого комплекта для мастера-наладчика - ОРГ-4999 и следующего дополнительного оборудования (табл. 15).

**Таблица 15**

**Технологическое оборудование участка смазки и заправки**

Оборудование	Применяемость		
	Легковой автомобиль	Грузовой автомобиль	Автобус
Пордъемные устройства (таль, тельфер, домкрат) или осмотровая канава	+	+	+
Верстак слесарный	+	+	+
Тиски слесарные	+	+	+
Набор слесарного инструмента	+	+	+
Набор ключей слесаря ТО-1	+	+	+
Набор ключей слесаря ТО-2	+	+	+
Набор ключей слесаря ТО-3	-	-	+
Набор эксцентриковых ключей для шпилек	+	+	+
Ключ фасонной гайки форсунок	+	+	+
Приспособление для переноски аккумуляторов	-	+	+
Сверлильный станок	+	+	+
Наждачный станок	+	+	+
Компрессорная установка	+	+	+
Набор аккумуляторщика	+	+	+

Таблица 16

## Технологическое оборудование участка смазки и заправки

Оборудование	Применяемость		
	Легковой автомобиль	Грузовой автомобиль	Автобус
1	2	3	4
Прибор для проверки натяжения ремня вентилятора	+	+	+
Прибор для определения числа оборотов ротора центрифуги	-	+	+
Устройство для обнаружения мест подсоса воздуха	-	+	+
Прибор для испытания форсунок	+	+	+
Компрессор.	+	+	+
Приспособление для контроля уровня и плотности электролита	+	+	+
Дроссель-расходомер	-	-	+
Моментоскоп	+	+	+
Приспособление для регулировки клапанов	+	+	+
Люфтомер-динамометр	+	+	+
Линейка универсальная для проверки сходимости передних колес	+	+	+
Динамометр для проверки муфты сцепления механизмов управления вала отбора мощности и механизмов управления поворотами гусеничных тракторов	-	-	+
Устройство для проверки свободного хода педалей управления	+	+	+
Приспособление для проверки натяжения гусениц	-	-	+
Прибор для проверки электрооборудования	+	+	+
Индикатор расхода газов, прорывающихся в картер	+	+	+
Приспособление для проверки давления топлива в подкачивающей помпе и фильтре тонкой очистки	+	+	+
Приспособление для проверки прецизионных пар топливного насоса	+	+	+
Стробоскопический прибор или моментоскоп	+	+	+

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4
Приспособление для проверки зазоров в подшипниках ходовой системы гусеничных тракторов	-	-	+
Электронный малогабаритный диагностический прибор	+	+	+
Люфтомер для замера суммарного люфта трансмиссии	-	+	+
Устройство для проверки радиальных люфтов подшипников колес трактора	-	-	+

*Пост контроля и технической диагностики машин*

Оборудование поста контроля и технической диагностики машин может быть скомплектовано из серийно выпускаемых промышленностью комплектов приборов и инструментов—«Украина», КИ-5180, КИ-5108, КИ-4935, ДП-656М (ЛСХИ).

Для проведения технических обслуживаний используются следующие приборы (табл. 16).

*Пост обработки информации и оформления документации*

1. Стол письменный.
2. План-график проведения технических обслуживаний и ремонтов (по расходу топлива).
3. План проведения технических обслуживаний и ремонтов тракторов (по месяцам).
4. Экран выработки, расхода топливо-смазочных материалов и затрат на техническое обслуживание по каждому трактору.
5. Техническая документация по техническому обслуживанию тракторов.

### **7.3 Центральный нефтесклад хозяйства**

Строительство нефтескладов со стационарными постами заправки в хозяйствах должно осуществляться по действующим типовым проектам с учетом местных условий. Выбор типового проекта нефтесклада или стационарного поста заправки производят исходя из объемов производственного запаса нефтепродуктов, принятого для хозяйства.

Размер производственного запаса нефтепродуктов в хозяйстве зависит от конкретных условий и должен выбираться так, чтобы была возможность бесперебойно обеспечивать потребность хозяйства в

нефтепродуктах на протяжении всего года.

Опыт показывает, что при централизованной доставке нефтепродуктов и удовлетворительном состоянии дорог хозяйствам достаточно иметь производственный запас нефтепродуктов, равный 8-10 % годовой их потребности.

При неудовлетворительном состоянии дорог предприятия должны иметь производственный запас нефтепродуктов, равный 15-20 % годовой их потребности.

При выборе участков для строительства нефтесклада и стационарных постов заправки необходимо учитывать:

- возможность удобного расположения оборудования и сооружений нефтесклада или стационарного поста заправки;

- наличие подъездных путей или возможность их строительства и присоединения к благоустроенным дорогам;

- расстояние до основных производственных сооружений;
- возможность защиты от сильного ветра и снежных заносов;

прочность грунта;

- возможность обеспечения нефтесклада электроэнергией, водой (для бытовых, хозяйственных и противопожарных целей);

- уровень грунтовых вод (он должен быть на 0,3-0,5 м ниже предполагаемой отметки заглубления резервуаров или пола сооружений нефтесклада);

- соответствие участков нормам санитарии и пожарной охраны.

При выборе указанных участков необходимо предусмотреть возможность дальнейшего расширения нефтесклада и стационарного поста заправки.

Устройства для приема, хранения и отпуска каждого отдельного вида нефтепродукта на нефтескладе со стационарным постом заправки должны быть соединены между собой системой трубопроводов с задвижками, чтобы обеспечивался закрытый прием или отпуск каждого нефтепродукта.

#### **7.4 Складское хозяйство**

**Складское хозяйство** - это комплекс складов и обслуживающий персонал предприятия, осуществляющие приемку материальных ресурсов, их размещение, хранение, учет, проверку состояния, подготовку к потреблению и отпуск.

Производственные запасы материалов и запасных частей хранят в специально оборудованных складах, и от того, насколько правильно осуществляется работа, зависит бесперебойность обеспечения процес-

са производства всеми необходимыми материальными средствами. Правильное хранение позволяет эффективно выявлять сверхнормативные запасы и избегать потерь.

На крупном и среднем предприятии должны функционировать основной материальный склад, предназначенный для хранения запасных частей и материалов; специализированный склад для приема, хранения и выдачи топлива - смазочных материалов; склад утиля. Основной склад должен иметь секции для шин, лакокрасочных материалов и химикатов.

Основные задачи работников складов:

1) рациональная организация хранения материальных ценностей, исключающая или уменьшающая естественную убыль и снижение качества;

2) подготовка запасных частей и материалов для нужд производства;

3) своевременное выявление излишних материальных ценностей и принятие мер к их реализации;

4) своевременное информирование диспетчерского пункта комплекса подготовки производства о снижении уровня запасов или отсутствии запасных частей;

5) содействие правильному расходу материалов согласно утвержденным нормам;

6) организация учета материальных ценностей;

7) внедрение средств механизации при переработке грузов и осуществление учета.

Склады должны обеспечивать сохранность материальных ценностей (не допускать старения и окисления материалов и т.п.), пожарную безопасность, нормальные санитарно-гигиенические условия для работников. Поэтому в соответствии с физическими, химическими и другими качествами хранимых материальных ценностей выбирается конструкция хранилища, устанавливаются наиболее рациональные параметры хранения (температура на складе, влажность воздуха, освещенность, воздухообмен и т.д.).

Автомобильные шины хранятся в сухих помещениях с температурой от -10 до +25°C и с относительной влажностью 50 - 60 %. Шины не должны подвергаться воздействию прямых солнечных лучей. Для хранения покрышек используют деревянные или металлические двухъярусные стеллажи.

Запчасти и агрегаты хранят в закрытых складах на многоярусных стеллажах закрытого и открытого типа и в шкафах. Детали на стеллажах хранят по агрегатной системе, т.е. все детали к одному агре-

гату располагают в одном месте. Для упрощения поиска нужной детали ей присваивают порядковый номер, который указывают на ярлыке. Последний обычно приклеивают к ячейке стеллажа.

Для облегчения учета и поиска нужной детали всю хранимую номенклатуру рекомендуется кодировать с помощью многозначного логического кода. Для этого все агрегаты, узлы и детали для технического обслуживания и ремонта делят на группы и подгруппы. Номер группы определяет агрегат, номер подгруппы - узел, порядковый номер подгруппы - деталь.

Материалы общего назначения обычно разбивают на 10 групп: металлы; инструменты и приспособления; электротехнические устройства и материалы; хозяйственные товары; химикаты; ремонтно-строительные материалы; вспомогательные материалы; спецодежда; станки; прочие материалы. Каждая из групп также делится на 10 подгрупп по признаку однородности материалов и получает свой второй номенклатурный номер. Каждую подгруппу, в свою очередь, подразделяют на 10 частей, из которых каждая получает свой номенклатурный номер, и т.д. Таким образом, каждый материал, хранящийся на складе, имеет определенный трех- или четырехзначный номер, который полностью его характеризует.

Склад должен удовлетворять следующим требованиям:

1) Требования к размещению склада:

- равноудаленность от потребителей - как от зоны ремонта с механиками, так и от мест реализации запасных частей и аксессуаров (магазин запчастей, автосалон);

- близость к въездам и выездам для обеспечения беспрепятственной транспортировки запасных частей;

- оснащенность коммуникациями - электроэнергией, связью;

2) Требования к эксплуатационным характеристикам склада

- объемно-планировочные решения складских зданий должны обеспечивать возможность их реконструкции, изменения технологии складирования без существенной перестройки зданий;

- высота складских помещений должна определяться с учетом применяемой механизации складских процессов;

- при проектировании складских зданий и сооружений должны соблюдаться технологические, санитарные и противопожарные требования;

- для облегчения приема товаров складу, могут потребоваться погрузо-разгрузочные рампы, платформы и пандусы;

- при хранении аккумуляторных батарей и иных товаров (например, автохимии) возможно выделение опасных и вредных веществ

и неприятных запахов, необходима специальная вентиляция;

- в складских помещениях температура, относительная влажность и кратность воздухообмена принимаются в соответствии с требованиями хранения конкретного продукта и санитарных норм, необходимо также учитывать, что в холодном или душном помещении персонал не сможет эффективно работать.

3) Требования к планировке складских зон

- территория склада должна быть огорожена с целью предотвращения прохода посторонних лиц;

должны быть укомплектованы

- зоной погрузки-разгрузки;

- зоной приемки;

- зоной хранения;

- зоной сортировки и комплектации грузов.

Площади складов, их количество, площадь, определяются на основании расчетов в потребности хранимых материальных ценностей для бесперебойного обеспечения производственной деятельности предприятий и хозяйств.

#### **Контрольные вопросы:**

1. *Какие объекты относятся к производственно-технической базе.*

2. *Особенности ПТБ автотранспортных предприятий.*

3. *На какие зоны делится ЦРМ.*

4. *Какие требования предъявляются к технологическому оборудованию для УМР.*

5. *Как осуществляется выбор технологического оборудования для различных постов.*

6. *Требования, предъявляемые к нефтескладам хозяйств.*

7. *Перечислите основные требования, предъявляемые к складскому хозяйству.*

## **8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ**

### **8.1 Назначение и виды норм расхода запасными частями**

Потребность в запасных частях для ТО и ремонта проявляется в процессе эксплуатации и определяется:

1) надежностью автомобиля;

2) уровнем технической эксплуатации;

3) условиями эксплуатации.

Потребность в запасных частях диктует спрос на них, определяет размер запасов на предприятиях, объем и периодичность заказов, определяет финансовые затраты на приобретение и содержание запасных частей, которые, например, при ТР достигают 40 %. Потребность в запасных частях оформляется в виде норм расхода и установлены следующие виды норм расхода запасных частей:

1) финансовая норма расхода запасных частей – средние удельные затраты на запасные части, расходуемые на эксплуатацию, в том числе по видам ТО и ремонта (ТО-1, ТО-2, ТР). Измеряется в руб/1000 км пробега. Данный вид нормы расхода применяется для парка автомобилей при планировании расходов и определяется обобщением опыта, данными по фактическому расходу запасных частей и аналитическим расчетам.

2) номенклатурная норма расхода запасных частей – устанавливает средний расход конкретной детали в штуках на 100 автомобилей в год. Она содержится в каталогах заводов-производителей, номенклатурных тетрадах и у дистрибьюторов и включает от 400 до 800 наименований деталей.

3) индивидуальная норма расхода запасных частей – разрабатывается для конкретного АТП, фирмы, маршрута и учитывает особенности эксплуатации автомобиля.

## 8.2 Методы определения норм расхода запасных частей

В основе методик расчета всех норм расхода запасных частей положены данные по надежности и условиям эксплуатации автомобилей и тракторов.

а) аналитический (точный) метод расчета норм расхода запасных частей

Аналитический метод расчета норм ( $H_1$ ) расхода запасных частей использует данные ведущей функции потока отказов или замен  $\Omega(t)$  (рис. 38).

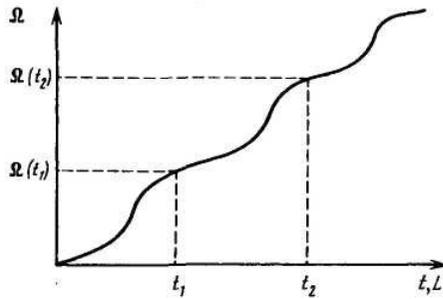
Как видно, норма расхода запасных частей за время  $t$  составит:

$$H_1 = \frac{\Omega(t)}{t} \cdot 100,$$

где  $t$  – срок эксплуатации автомобиля, год

За промежутков времени от  $t_2$  до  $t_1$  норма расхода запасных частей, т.е. за  $\Delta t = t_2 - t_1$  составит:

$$H_I = \frac{\Omega(t_2) - \Omega(t_1)}{t_2 - t_1} \cdot 100.$$



**Рис. 38 – Определение нормы расхода запасных частей по ведущей функции потока отказов  $\Omega(t)$**

Пример:  $\Omega(t = 10 \text{ лет}) = 15$  деталей, то

$$H_I = \frac{\Omega(t)}{t} \cdot 100 = \frac{15}{100} \cdot 100 = 150$$

т.е. 150 деталей на 100 автомобилей в год.

б) приближенная оценка нормы ( $H_{II}$ ) расхода запасных частей по ресурсу до  $I$ -й замены детали. Можно определить приближенную норму ( $H_{II}$ ) расхода запасных частей по ресурсу до  $I$ -й замены детали:

$$H_I = \frac{L_G}{\eta \cdot L_I} \cdot 100,$$

где  $L_G$  - средний годовой пробег автомобиля;  $L_I$  - ресурс до 1-й замены детали;  $\eta$  - коэффициент восстановления ресурса.

Пример:  $L_G = 40$  тыс. км пробега;  $L_I = 0,6$ , то:  $\eta = 50$  тыс. км;

$$H_I = \frac{L_G}{\eta \cdot L_I} \cdot 100 = \frac{40}{0,6 \cdot 50} \cdot 100 = 133$$

детали на 100 автомобилей в год.

Т.е. норма расхода деталей будет занижена на 11 % ((150 - 133)100% / 150 = 11 %) по сравнению с расчетом, полученным аналитическим методом.

Если данные по качеству восстановления автомобиля отсутствуют, коэффициент восстановления ресурса принимается равным 1, тогда норма расхода запасных частей определится как:

$$H_I = \frac{L_r}{L_I} \cdot 100 = \frac{40}{50} \cdot 100 = 80 \text{ деталей}$$

Т.е. норма расхода деталей будет занижена на 47 % (( 150-80)100% / 150=47 %) по сравнению с расчетом, полученным аналитическим методом .

в) определение нормы ( $H_{III}$ ) расхода запасных частей по среднему числу замен деталей за срок службы автомобиля или другую назначенную наработку

Среднее число замен данной детали за срок службы одного автомобиля определяется по формуле:

$$H_3 = 1 + \frac{L_a - L_I}{L} - 1 = \frac{L_a - L_I}{\eta \cdot L_I},$$

$$\bar{L} = \sum_{n=1}^n L_I = L_I - \eta$$

где  $L_a = L_r \cdot t_a$  – ресурс автомобиля;  $L_I$  – ресурс до замены  $n$  – й детали;  $L_a$  - ресурс автомобиля;  $t_a$  - срок службы автомобиля.

Тогда получим, что норма расхода запасных частей будет равна:

$$H_{III} = \frac{L_a - L_I}{\eta \cdot L \cdot t_a} = \frac{100}{\eta} \left( \frac{L_r}{L_a} - \frac{1}{t_a} \right),$$

При исходных данных предыдущего примера и  $t_a=10$  лет получим:

$$H_{III} = \frac{100}{\eta} \left( \frac{L_r}{L_a} - \frac{1}{t_a} \right) = \frac{100}{0,6} \left( \frac{40}{50} - \frac{1}{10} \right) = 117 \text{ деталей,}$$

Т.е. норма расхода деталей будет занижена на 22 % (( 150-117)100 % / 133=22 %) по сравнению с расчетом, полученным аналитическим методом.

Таким образом, учет фактических данных по надежности и динамике замен позволяют сократить норму расхода запасных частей на 11, 22 и 47 %.

г) определение средней нормы ( $H_{IV}$ ) расхода запасных частей методом дополнительного учета вариации ( $v$ ) ресурса деталей

Метод основан на использовании ресурса детали, который сопоставимым со среднегодовым пробегом автомобиля  $L_r$ . Тогда среднюю норму расхода запасных частей можно определить за полный срок службы, с учетом вариации ресурса детали по формуле:

$$H_{IV} = \frac{100}{\eta} \left( \frac{L_a \cdot t_a - L_l}{L_l \cdot \eta} + 0,5 \left( \frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right).$$

Пример: дополнительные данные  $v = 0,2$ , рассчитаем норму расхода запасных частей по формуле

$$H_{IV} = \frac{100}{\eta} \left( \frac{L_a \cdot t_a - L_l}{L_l \cdot \eta} + 0,5 \left( \frac{v^2}{\eta} + 1 \right) \right) = \frac{100}{10} \left( \frac{40 \cdot 10 - 50}{50 \cdot 0,6} + 0,5 \left( \frac{0,04}{0,6} + 1 \right) \right) = 122$$

детали вместо 133, 80 и 117. Однако, норма расхода деталей будет занижена на 15 % ((150 - 122)100 % / 150 = 15 %) по сравнению с расчетом, полученным аналитическим методом.

Если коэффициент вариации увеличить, например до 0,8, то норма  $H_{IV}$  расхода деталей возрастет до 126 деталей, т.е. норма расхода увеличится на 8 % по сравнению с  $H_{IV} = 117$ .

наиболее точную оценку нормы расхода запасных частей дает аналитический метод, который основан на использовании данных ведущей  $\Omega(t)$ . При малых ресурсах деталей расхождение между функцией потока отказов методами незначительны. Однако, при оценке расхода только по ресурсу до 1-й замены погрешность наибольшая. Учет вариации ресурса детали дает значительное уточнение норм при больших вариациях ( $v = 0,3 \dots 0,04$ ) и значительных ресурсах деталей  $\eta L_l > L_r$ . Из выше сказанного следует, что наличие объективной информации по , надежности ( $L_r, \Omega, \eta$ ) и условиям эксплуатации автомобилей ( $L_r, La$ ) позволяет, повысить точность определения норм, обеспечить надежную работу автомобилей, сократить затраты на запасные части.

При этом на расход запасных частей оказывает влияние следующие основные факторы:

- сокращение надежности (ресурса) до 1-ой и последующих замен (качество изготовления детали, проведения ТО и ремонта);
- ухудшение качества восстановления (сокращение  $\eta$ );
- увеличение вариации ресурса детали ( $v, \sigma$ );
- увеличение интенсивности эксплуатации (суточного и годового пробега);
- увеличение общего срока службы автомобиля та.

### 8.3 Нормирование и оценка ресурсов агрегатов и машин

Так как автомобиль и большинство агрегатов являются изделиями, которые могут подвергаться восстановлению многократно, а само восстановление производится по потребности, то нормирование

ресурсов является достаточно условным и носящим технико-экономический и расчетный характер. В практике АТП, заводо-производителей и планирующих органов применяются следующие нормы:

1) плановый или фактический ресурс до 1-го и последующих капитальных ремонтов автомобиля ( $LKa$ ) и агрегатов ( $LKa_2$ );

2) ресурс до списания автомобиля и некоторых так называемых номерных агрегатов (кузов, двигатель), который измеряется в километрах пробега ( $La$ ) или годах ( $ta$ ).

Нормативы или фактическое значение ресурсов используются для решения следующих задач:

- определение потребности парков в пополнении для компенсации выбытия списанных автомобилей и агрегатов или запланированного роста размера парка и средств для его обновления;

- оценка уровня работоспособности автомобилей и парка и их производительности с учетом выбытия автомобилей на капитальный ремонт;

- определение и планирование средств, необходимых для капитального ремонта автомобилей и агрегатов;

- определение запасов агрегатов, расхода запасных частей и затрат на создание и поддержание этих запасов;

- назначение заводами гарантийных ресурсов для новых и капитально отремонтированных изделий и др.

Рассмотрим физический и технико-экономические ресурсы.

Физический ресурс агрегата – это достижение им предельного состояния, вызванного отказами базовых и основных деталей. При этом в качестве норматива используется средняя наработка на отказ и гамма-процентный ресурс ( $x_\gamma$ ).

При наличии на уровне предприятия достоверных данных по надежности и затратам на ТО и ремонт с использованием экономико-вероятностного метода может быть определена рациональная периодичность предупредительной замены или ремонта агрегата, механизма, системы и назначен внутривладельческий норматив технико-экономического ресурса.

Предупредительные замены ряда деталей и сборочных единиц рекомендуются в инструкциях по эксплуатации заводо-производителей автомобилей.

Ресурсы автомобилей до списания оцениваются и нормируются на макро и микроэкономическом уровне.

а) На микроэкономическом уровне такие расчеты и нормативы необходимы при составлении межотраслевого и внутриотраслевого

балансов, определении норм амортизационных отчислений, размеров капиталовложений в производство и эксплуатацию автомобилей, оценке масштабов производств и цены нового автомобиля и др. При этом рассматриваются все необходимые затраты и определяется их минимум, соответствующий оптимальному сроку службы данной модели автомобилей при выполнении заданного объема транспортной работы

б) На микроэкономическом уровне (конкретное АТП) владелец изделия после  $t$  лет его эксплуатации должен сравнить несколько вариантов дальнейшего поведения:

1 Продолжать эксплуатировать изделие, при этом нести дополнительные и увеличивающиеся издержки на обеспечение работоспособности, но экономить на затратах, связанных с приобретением нового изделия.

2 Продать изделие по текущей рыночной цене ( $C_t$ ) и приобрести аналогичное новое изделие по цене  $C$ .

3 В момент  $t$  заменить исходное изделие на более совершенное, но имеющее цену  $C_t > C$ . В рыночных условиях при определении момента замены применяются ряд следующих методов:

1 Метод сравнения годовых затрат основан на сопоставлении издержек при существующем и предполагаемом к замене оборудовании. При этом годовые затраты складываются из возмещения начальных капиталовложений, возмещения определенного процента на вложенный капитал и текущих эксплуатационных расходов. Минимальное значение  $3_T K(t)$  соответствует рациональному сроку службы автомобиля ( $t_0$ ) или рациональному варианту поведения владельца

2 Метод исходной суммы капиталовложений состоит в приведении поступлений и затрат при каждом варианте замены оборудования к исходной сумме капиталовложений, определенной в настоящий момент. Лучшим считается вариант с наиболее низкой приведенной исходной суммой капиталовложений.

3 Метод индекса доходности основывается на определении процентной ставки, по которой должен быть инвестирован капитал, необходимый для закупки нового автомобиля, чтобы обеспечить эффективность, равную доходу от приобретенного оборудования. Например, индекс доходности, равный 12 %, при сроке службы оборудования в 7 лет и первоначальной стоимости  $C$  означает, что замена автомобиля может принести владельцу столько же чистого дохода, сколько принесет капитал, равный  $C$ , отданный в рост на 7 лет из расчета 12 % сложных. Если владелец не может инвестировать капитал на таких условиях, то замена автомобиля целесообразна.

При наличии помашинного учета в зависимости от его глубины и содержания возможно уточнение срока службы конкретного автомобиля на основе:

- сопоставления накопленных с начала эксплуатации расходов на восстановление работоспособности с ценой нового автомобиля;
- фиксации момента резкого роста статей себестоимости перевозки конкретного автомобиля, по сравнению с нормативным уровнем или средним значением для группы аналогичных автомобилей;
- определение момента обнуления прибыли от транспортной работы конкретного автомобиля в сопоставимых условиях эксплуатации.

#### **8.4 Применение статистических испытаний при нормировании и обосновании управленческих решений**

Сложные производственные ситуации, особенно для больших систем, как правило, трудно описать аналитически. Поэтому и последствия принимаемых решений остаются труднопредсказуемыми. Проведение натурных экспериментов требует больших затрат времени, материальных средств. Кроме того, для реального производства трудно обеспечить сопоставимость при проведении натурального эксперимента, так как абсолютно сопоставимые аналоги (другие АТП) 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 целесообразно 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 не полная, используется метод имитационного моделирования.

Имитационное моделирование – это процесс конструирования модели реальной системы и постановка эксперимента на этой модели с целью выяснения поведения системы, а также оценки различных стратегий, обеспечивающих ее функционирование без физических экспе-

риментов на реальном объекте. Процесс имитационного моделирования включает следующие основные 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, отражающей 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 получение 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 отказов 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  $\sigma$ .

*Модель процесса* в данном примере - это формула риска, т.е. вероятность, что в условиях вариации наработки на отказ  $j\sigma$ , и фактической периодичности ТО  $l_y$  риск отказа будет не больше допустимого (заданного):  $P(x_i < l_y) \wedge F_a$ .

*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.

*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  $x_i < l_j$  фиксируется отказ, а при  $L \wedge x_i$  - предупреждение отказа путем выполнения профилактической операции.

При многократном повторении определяется число отказов  $n_0$  и профилактики  $n_p$ , и оцениваются с определенной точностью вероятности соответствующих событий: отказа (риска)  $F \sim n_0/(n_0 + n_p)$  и безотказной работы при выбранной периодичности  $R = n_p/(n_0 + n_p)$ .

Если фактический риск  $F$  оказался больше допустимого  $F_a$ , то необходимо выбрать новую периодичность  $l_2 < l_1$  и повторить процесс имитационного моделирования до выполнения условий  $F \leq F_a$ .

Имитационные модели используются при проведении деловых игр. *Деловые (хозяйственные) игры* - это метод имитации принятия управленческих решений в различных производственных ситуациях. При этом создается та или иная управленческая или производственная ситуация, для которой необходимо найти рациональный выход, т.е. принять решение. Критерием является степень приближения решения к оптимальному (которое известно организаторам деловых игр) и время, затраченное на принятие решения. Деловые игры проводятся по определенным правилам, регламентирующим поведение участников, их взаимодействие, критерии эффективности. Деловые игры используются при обучении и оценке персонала и исследовании сложных производственных систем.

При обучении персонала они используются для иллюстрации, разъяснения определенных закономерностей и понятий и закрепления знаний; для программного и целевого обучения определенных специалистов, например диагноста, оператора ЦУП и др.; для тренировки специалистов непосредственно на производстве. При обучении персонала деловые игры, как правило, разворачиваются в реальном масштабе времени. При исследовании производственных ситуаций применяется сжатый масштаб времени.

Деловые игры позволяют осуществлять предварительный отбор кадров, так как при этом можно оценить способности, профессиональные навыки и знания кандидатов на определенные рабочие места и должности специалистов, управленцев и операторов.

### **Контрольные вопросы:**

1. *Какие виды норм расхода запасных частей вы знаете.*
2. *Перечислите методы определения норм запасных частей.*
3. *Как осуществляется оценка ресурса агрегатов машин.*
4. *Что такое статистические испытания при определении*

*норм.*

*5. В чем сущность деловой игры, применительно к методам определения потребности в запасных частях.*

## **9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ТОПЛИВО-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ**

Норма расхода топлив и смазочных материалов применительно к автомобильному транспорту подразумевает установленное значение меры его потребления при работе автомобиля конкретной модели, марки или модификации.

Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте предназначены для расчетов нормативного значения расхода топлив по месту потребления, для ведения статистической и оперативной отчетности, определения себестоимости перевозок и других видов транспортных работ, планирования потребности предприятий в обеспечении нефтепродуктами, для расчетов по налогообложению предприятий, осуществления режима экономии и энергосбережения потребляемых нефтепродуктов, проведения расчетов с пользователями транспортными средствами, водителями и т.д.

При нормировании расхода топлив различают базовое значение расхода топлив, которое определяется для каждой модели, марки или модификации автомобиля в качестве общепринятой нормы, и расчетное нормативное значение расхода топлив, учитывающее выполняемую транспортную работу и условия эксплуатации автомобиля.

Нормы расхода топлив могут устанавливаться для каждой модели, марки и модификации эксплуатируемых автомобилей и соответствуют определенным условиям работы автомобильных транспортных средств согласно их классификации и назначению. Нормы включают расход топлив, необходимый для осуществления транспортного процесса. Расход топлив на технические, гаражные и прочие внутренние хозяйственные нужды, не связанные непосредственно с технологическим процессом перевозок пассажиров и грузов, в состав норм (в таблицы) не включен и устанавливается отдельно.

Для автомобилей установлены следующие виды норм:

- базовая норма в литрах на 100 км (л/100 км) пробега автотранспортного средства (АТС) в снаряженном состоянии;
- транспортная норма в литрах на 100 км (л/100 км) пробега при проведении транспортной работы:
- автобуса, где учитывается снаряженная масса и нормируемая по назначению автобуса номинальная загрузка пассажиров;

- самосвала, где учитывается снаряженная масса и нормируемая загрузка самосвала (с коэффициентом 0,5);

- транспортная норма в литрах на 100 тонно-километров (л/100 ткм) при проведении транспортной работы грузового автомобиля учитывает дополнительный к базовой норме расход топлива при движении автомобиля с грузом, автопоезда с прицепом или полуприцепом без груза и с грузом или с использованием установленных ранее коэффициентов на каждую тонну перевозимого груза, массы прицепа или полуприцепа - до 1,3 л/100 км и до 2,0 л/100 км для автомобилей, соответственно, с дизельными и бензиновыми двигателями, - или с использованием точных расчетов, выполняемых по специальной программе-методике непосредственно для каждой конкретной марки, модификации и типа АТС.

Базовая норма расхода топлив зависит от конструкции автомобиля, его агрегатов и систем, категории, типа и назначения автомобильного подвижного состава (легковые, автобусы, грузовые и т.д.), от вида используемых топлив, учитывает массу автомобиля в снаряженном состоянии, типизированный маршрут и режим движения в условиях эксплуатации в пределах "Правил дорожного движения".

Транспортная норма (норма на транспортную работу) включает в себя базовую норму и зависит или от грузоподъемности, или от нормируемой загрузки пассажиров, или от конкретной массы перевозимого груза.

Эксплуатационная норма устанавливается по месту эксплуатации АТС на основе базовой или транспортной нормы с использованием поправочных коэффициентов (надбавок), учитывающих местные условия эксплуатации, по формулам, приведенным в данном документе.

Нормы расхода топлив на 100 км пробега автомобиля установлены в следующих измерениях:

- для бензиновых и дизельных автомобилей - в литрах бензина или дизтоплива;

- для автомобилей, работающих на сжиженном углеводородном газе (СУГ) - в литрах СНГ из расчета 1 л бензина соответствует "1,32 л СНГ, не более" (рекомендуемая норма в пределах  $1,22 \pm 0,10$  л СНГ к 1 л бензина, в зависимости от свойств пропан-бутановой смеси);

- для автомобилей, работающих на компримированном природном газе (КПГ) - в нормальных метрах кубических СПГ, из расчета 1 л бензина соответствует  $1 \pm 0,1$  м<sup>3</sup> СПГ (в зависимости от свойств природного газа);

- для газодизельных автомобилей норма расхода сжатого при-

родного газа указана в м<sup>3</sup> с одновременным указанием нормы расхода дизтоплива в литрах, их соотношение определяется производителем техники (или в инструкции по эксплуатации).

Учет дорожно-транспортных, климатических и других эксплуатационных факторов производится при помощи поправочных коэффициентов (надбавок), регламентированных в виде процентов повышения или снижения исходного значения нормы (их значения устанавливаются по решению юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющего эксплуатацию АТС).

Нормы расхода топлив повышаются при следующих условиях.

Работа автотранспорта в зимнее время года в зависимости от климатических районов страны - от 5 % до 20 % (включительно - и далее по тексту для всех верхних предельных значений коэффициентов).

Работа автотранспорта на дорогах общего пользования (I, II и III категорий) в горной местности, включая города, поселки и пригородные зоны, при высоте над уровнем моря:

- от 300 до 800 м - до 5 % (нижнегорье);
- от 801 до 2000 м - до 10 % (среднегорье);
- от 2001 до 3000 м - до 15 % (высокогорье);
- свыше 3000 м - до 20 % (высокогорье).

Работа автотранспорта на дорогах общего пользования I, II и III категорий со сложным планом (вне пределов городов и пригородных зон), где в среднем на 1 км пути имеется более пяти закруглений (поворотов) радиусом менее 40 м (или из расчета на 100 км пути - около 500) - до 10 %, на дорогах общего пользования IV и V категорий - до 30 %.

При работе автотранспорта в населенных пунктах с численностью населения:

- свыше 5 млн. человек - до 35 %;
- от 1 до 5 млн. человек - до 25 %;
- от 250 тыс. до 1 млн. человек - до 15 %;
- от 100 до 250 тыс. человек - до 10 %;

до 100 тыс. человек (при наличии регулируемых перекрестков, светофоров или других знаков дорожного движения) - до 5 %.

Работа автотранспорта, требующая частых технологических остановок, связанных с погрузкой и выгрузкой, посадкой и высадкой пассажиров, в том числе маршрутные таксомоторы-автобусы, грузо-пассажирские и грузовые автомобили малого класса, автомобили типа пикап, универсал и т.п., включая перевозки продуктов и мелких грузов, обслуживание почтовых ящиков, инкассацию денег, обслужива-

ние пенсионеров, инвалидов, больных и т.п. (при наличии в среднем более чем одной остановки на 1 км пробега; при этом остановки у светофоров, перекрестков и переездов не учитываются) - до 10 %.

При движении автомобилей с пониженной средней скоростью движения (при перевозке нестандартных, крупногабаритных, тяжеловесных, опасных грузов, грузов в стекле и иных подобных грузов, при движении в колоннах при сопровождении АТС автомобилями прикрытия) в диапазоне 20-40 км/ч - до 15 %, то же со средней скоростью ниже 20 км/ч - до 35 %.

При обкатке новых автомобилей и вышедших из капитального ремонта, (пробег определяется производителем техники) - до 10 %.

При централизованном перегоне автомобилей своим ходом в одиночном состоянии или колонной - до 10 %; при перегоне - буксировке автомобилей в спаренном состоянии - до 15 %, при перегоне - буксировке в строенном состоянии - до 20 %.

Для автомобилей, находящихся в эксплуатации более пяти лет или с общим пробегом более 100 тыс. км - до 5 %; более восьми лет или с общим пробегом более 150 тыс. км - до 10 %.

При работе грузовых автомобилей, фургонов, грузовых таксомоторов и т.п. без учета транспортной работы - до 10 %.

При работе автомобилей в качестве технологического транспорта, включая работу внутри предприятия, - до 20 %.

При работе специальных автомобилей (патрульных, кино съемочных, пожарных, автомобилей скорой помощи, автомобилей фото-видеофиксации, ремонтных, автовышек, автопогрузчиков и т.д.), выполняющих транспортный процесс при маневрировании, на пониженных скоростях, при частых остановках, движении задним ходом и т.п. - до 20 %.

При работе в карьерах (кроме специальных карьерных АТС), при движении по полю, при вывозке леса и т.п. на горизонтальных участках дорог IV и V категорий: для АТС в снаряженном состоянии без груза - до 20 %, для АТС с полной или частичной загрузкой автомобиля - до 40 %.

При работе в чрезвычайных климатических и тяжелых дорожных условиях в период сезонной распутицы, снежных или песчаных заносов, при сильном снегопаде и гололедице, наводнениях, лесных пожарах и других стихийных бедствиях для дорог I, II и III категорий - до 35 %, для дорог IV и V категорий - до 50 %.

При учебной езде на дорогах общего пользования - до 20%; при учебной езде на специально отведенных учебных площадках, при маневрировании на пониженных скоростях, при частых остановках и

движении задним ходом - до 40 %.

При использовании установки "климат-контроль" (независимо от времени года) при движении автомобиля - до 7 %.

При использовании кондиционера при движении автомобиля - до 7 % (применение данного коэффициента совместно с зимней надбавкой в зависимости от климатических районов не допускается).

Нормы расхода топлива для функционирования дополнительно оборудования рефрижераторов, автобусов, специальных и специализированных транспортных средств определяются научными организациями, занимающимися разработкой подобных норм, заводами-изготовителями дополнительного оборудования или АТС (нормируются в л/ч).

При использовании кондиционера на стоянке нормативный расход топлива устанавливается из расчета за один час простоя с работающим двигателем, то же на стоянке при использовании установки "климат-контроль" (независимо от времени года) за один час простоя с работающим двигателем - до 10 % от базовой нормы.

При простоях автомобилей под погрузкой или разгрузкой в пунктах, где по условиям безопасности или другим действующим правилам запрещается выключать двигатель (нефтебазы, специальные склады, наличие груза, не допускающего охлаждения кузова, банки и другие объекты), а также в других случаях вынужденного простоя автомобиля с включенным двигателем - до 10 % от базовой нормы за один час простоя.

В зимнее или холодное (при среднесуточной температуре ниже +5°C) время года на стоянках при необходимости пуска и прогрева автомобилей и автобусов (если нет независимых отопителей), а также на стоянках в ожидании пассажиров (в том числе для медицинских АТС и при перевозках детей), устанавливается нормативный расход топлива из расчета за один час стоянки (простоя) с работающим двигателем - до 10 % от базовой нормы.

Допускается на основании решения юридического лица или индивидуального предпринимателя, осуществляющего эксплуатацию АТС:

- на внутригаражные разезды и технические надобности автотранспортных предприятий (технические осмотры, регулировочные работы, приработка деталей двигателей и других агрегатов автомобилей после ремонта и т.п.) увеличивать нормативный расход топлива до 1 % от общего количества, потребляемого данным предприятием (с обоснованием и учетом фактического количества единиц АТС, используемых на этих работах);

- для марок и модификаций автомобилей, не имеющих существенных конструктивных изменений по сравнению с базовой моделью (с одинаковыми техническими характеристиками двигателя, коробки передач, главной передачи, шин, колесной формулы, кузова) и не отличающихся от базовой модели собственной массой, устанавливать базовую норму расхода топлив в тех же размерах, что и для базовой модели;

- для марок и модификаций автомобилей, не имеющих перечисленных выше конструктивных изменений, но отличающихся от базовой модели только собственной массой (при установке фургонов, кузовов, тентов, дополнительного оборудования, бронировании и т.д.), нормы расхода топлив могут определяться:

на каждую тонну увеличения (уменьшения) собственной массы автомобиля с увеличением (уменьшением) из расчета до 2 л/100 км для автомобилей с бензиновыми двигателями, из расчета до 1,3 л/100 км - с дизельными двигателями, из расчета до 2,64 л/100 км для автомобилей, работающих на сжиженном газе, из расчета до 2 м<sup>3</sup>/100 км для автомобилей, работающих на сжатом природном газе; при газодизельном процессе двигателя ориентировочно до 1,2 м<sup>3</sup> природного газа и до 0,25 л/100 км дизельного топлива, из расчета на каждую тонну изменения собственной массы автомобиля.

Для легковых автомобилей нормативное значение расхода топлив рассчитывается по формуле:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot D),$$

где  $Q_n$  - нормативный расход топлив, л;  $H_s$  - базовая норма расхода топлив на пробег автомобиля, л/100 км;  $S$  - пробег автомобиля, км;  $D$  - поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Для автобусов нормативное значение расхода топлива рассчитывается по формуле:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot D) + H_{от} \cdot T,$$

где  $Q_n$  - нормативный расход топлив, л;  $H_s$  - транспортная норма расхода топлив на пробег автобуса, л/100 км (с учетом нормируемой по классу и назначению автобуса загрузкой пассажиров);  $S$  - пробег автобуса, км;  $H_{от}$  - норма расхода топлив при использовании штатных независимых отопителей на работу отопителя (отопителей), л/ч;  $T$  - время работы автомобиля с включенным отопителем, ч;  $D$  - поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов нормативное значение расхода топлив рассчитывается по формуле:

$$Q_n = 0,01 \cdot (H_{san} \cdot S + H_w \cdot W) \cdot (1 + 0,01 \cdot D),$$

где  $Q_n$  - нормативный расход топлив, л;  $S$  - пробег автомобиля или автопоезда, км;  $H_{san}$  - норма расхода топлив на пробег автомобиля или автопоезда в снаряженном состоянии без груза;

$$H_{san} = H_s + H_g \cdot G_{np}, \text{ л/100 км},$$

где  $H_s$  - базовая норма расхода топлив на пробег автомобиля (тягача) в снаряженном состоянии, л/100 км ( $H_{san} = H_s$ , л/100 км, для одиночного автомобиля, тягача);  $H_g$  - норма расхода топлив на дополнительную массу прицепа или полуприцепа, л/100 т · км;  $G_{np}$  - собственная масса прицепа или полуприцепа, т;  $H_w$  - норма расхода топлив на транспортную работу, л/100 т · км;  $W$  - объем транспортной работы, т х км:  $W = G_{zp} \cdot S_{zp}$  (где  $G_{zp}$  - масса груза, т;  $S_{zp}$  - пробег с грузом, км);  $D$  - поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

Для грузовых бортовых автомобилей и автопоездов, выполняющих работу, учитываемую в тонно-километрах, дополнительно к базовой норме, норма расхода топлив увеличивается (из расчета в литрах на каждую тонну груза на 100 км пробега) в зависимости от вида используемых топлив: для бензина - до 2 л; дизельного топлива - до 1,3 л; сжиженного углеводородного газа (СУГ) - до 2,64 л; сжатого природного газа (СПГ) - до 2 м<sup>3</sup>; при газодизельном питании ориентировочно - до 1,2 м<sup>3</sup> природного газа и до 0,25 л дизельного топлива.

При работе грузовых бортовых автомобилей, тягачей с прицепами и седельных тягачей с полуприцепами, норма расхода топлив (л/100 км) на пробег автопоезда увеличивается (из расчета в литрах на каждую тонну собственной массы прицепов и полуприцепов) в зависимости от вида топлив: бензина - до 2 л; дизельного топлива - до 1,3 л; сжиженного газа - до 2,64 л; природного газа - до 2 м<sup>3</sup>; при газодизельном питании двигателя ориентировочно до 1,2 м<sup>3</sup> - природного газа и до 0,25 л - дизельного топлива.

Для автомобилей-самосвалов и самосвальных автопоездов нормативное значение расхода топлив рассчитывается по формуле:

$$Q_n = 0,01 \cdot H_{sanc} \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot D) + H_z \cdot Z,$$

где  $Q_n$  - нормативный расход топлив, л;  $S$  - пробег автомобиля-самосвала или автопоезда, км;  $H_{sanc}$  - норма расхода топлив автомобиля-самосвала или самосвального автопоезда:

$$H_{sanc} = H_s + H_w \cdot (G_{np} + 0,5q), \text{ л/100 км},$$

где  $H_s$  - транспортная норма с учетом транспортной работы (с коэффициентом загрузки 0,5), л/100 км;  $H_w$  - норма расхода топлив на транспортную работу автомобиля-самосвала (если при расчете  $H_s$  не учтен коэффициент 0,5) и на дополнительную массу самосвального

прицепа или полуприцепа, л/100 т х км;  $G_{np}$  - собственная масса самосвального прицепа, полуприцепа, т;  $q$  - грузоподъемность прицепа, полуприцепа ( $0,5q$  - с коэффициентом загрузки 0,5), т;  $H_z$  - дополнительная норма расхода топлив на каждую езду с грузом автомобиля-самосвала, автопоезда, л;  $Z$  - количество ездов с грузом за смену;  $D$  - поправочный коэффициент (суммарная относительная надбавка или снижение) к норме, %.

При работе автомобилей-самосвалов с самосвальными прицепами, полуприцепами (если для автомобиля рассчитывается базовая норма, как для седельного тягача) норма расхода топлив увеличивается на каждую тонну собственной массы прицепа, полуприцепа и половину его номинальной грузоподъемности (коэффициент загрузки - 0,5): бензина - до 2 л; дизельного топлива - до 1,3 л; сжиженного газа - до 2,64 л; природного газа - до 2 м<sup>3</sup>.

Для автомобилей-самосвалов и автопоездов дополнительно устанавливается норма расхода топлив ( $H_z$ ) на каждую езду с грузом при маневрировании в местах погрузки и разгрузки:

- до 0,25 л жидкого топлива (до 0,33 л сжиженного нефтяного газа, до 0,25 м<sup>3</sup> природного газа) на единицу самосвального подвижного состава;

- до 0,2 м<sup>3</sup> природного газа и 0,1 л дизельного топлива ориентировочно при газодизельном питании двигателя.

Для автомобилей-фургонов нормативное значение расхода топлив определяется аналогично бортовым грузовым автомобилям.

Для фургонов, работающих без учета массы перевозимого груза, нормируемое значение расхода топлив определяется с учетом повышающего поправочного коэффициента - до 10 % к базовой норме.

Специальные и специализированные автомобили с установленным на них оборудованием подразделяются на две группы:

- автомобили, выполняющие работы в период стоянки (пожарные автокраны, автоцистерны, компрессорные, бурильные установки и т.п.);

- автомобили, выполняющие ремонтные, строительные и другие работы в процессе передвижения (автовышки, кабелеукладчики, бетоносмесители и т.п.).

Нормативный расход топлив (л) для спецавтомобилей, выполняющих основную работу в период стоянки, определяется следующим образом:

$$Q_n = (0,01 \cdot H_{sc} \cdot S + H_m \cdot T) \times (1 + 0,01 \cdot D), \text{ л}$$

где  $H_{sc}$  - норма расхода топлив на пробег, л/100 км (в случаях, когда спецавтомобиль предназначен также и для перевозки груза, ин-

дивидуальная норма рассчитывается с учетом выполнения транспортной работы:

$$Hsc' = Hsc + Hw \cdot W,$$

где  $Hw$  - норма расхода топлив на транспортную работу, л/100 т·км;  $W$  - объем транспортной работы, т·км;  $S$  - пробег спецавтомобиля к месту работы и обратно, км;  $Hm$  - норма расхода топлив на работу специального оборудования (л/ч) или литры на выполняемую операцию (заполнение цистерны и т.п.);  $T$  - время работы оборудования (ч) или количество выполненных операций;  $D$  - суммарная относительная надбавка или снижение к норме, в процентах (при работе оборудования применяются только надбавки на работу в зимнее время и в горной местности).

Нормативный расход топлив (л) для спецавтомобилей, выполняющих основную работу в процессе передвижения, определяется следующим образом:

$$Q_n = 0,01 \cdot (Hsc \cdot S' + Hs'' \cdot S'') \cdot (1 + 0,01 \cdot D),$$

где  $Hsc$  - индивидуальная норма расхода топлив на пробег спецавтомобиля, л/100 км;  $S'$  - пробег спецавтомобиля к месту работы и обратно, км;  $Hs''$  - норма расхода топлив на пробег при выполнении специальной работы во время передвижения, л/100 км;  $S''$  - пробег автомобиля при выполнении специальной работы при передвижении, км;  $D$  - суммарная относительная надбавка или снижение к норме, % (при работе оборудования применяют только надбавки за работу в зимнее время и в горной местности).

Для автомобилей, на которых установлено специальное оборудование, нормы расхода топлив на пробег (на передвижение) устанавливаются исходя из норм расхода топлив, разработанных для базовых моделей автомобилей с учетом изменения массы спецавтомобиля.

План завоза составляют по видам топлива и смазочных материалов в соответствии с графиком механизированных работ и плановой потребностью в топливе на другие цели.

План завоза топлива предусматривает не только потребность ( $G_T$ ), но и нормативный запас ( $G_{нз}$ ), а также остаток топлива на конец года ( $G_{ост}$ ), который должен вычитаться:

$$G_з = G_T + G_{нз} - G_{ост},$$

где  $G_з$  - масса топлива, подлежащая завозу в течение года, т.

Завоз топлива планируют по кварталам, а выборку - по графику, указанному в договоре с нефтеснабжающей организацией.

Стоимость топлива (франко-хозяйство) исчисляют по формуле, руб.:

$$Ц_{xj} = Ц_{npj} + Ц_{mpj} + Ц_{рj},$$

где  $C_{xj}$  – стоимость  $j$ -го топлива для хозяйства, руб.;  $C_{npj}$  – преискуртантная цена  $j$ -го топлива, руб.;  $C_{mрj}$  – затраты на транспортировку  $j$ -го топлива, руб.;  $C_{рj}$  – затраты на погрузку и разгрузку  $j$ -го топлива, руб.

### **Контрольные вопросы:**

1. На выполнение каких основных видов работ расходуются нефтепродукты?
2. Как определяется годовая потребность хозяйства в дизельном топливе?
3. Как исчисляется годовая потребность хозяйства в дизельном топливе по групповым, укрупненным нормам?
4. На каких нормах основано планирование потребности топлива для автомобильного транспорта?
5. В каких случаях увеличиваются нормы расхода топлива для автомобилей?

## **10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ШИНАХ**

Затраты на шины составляют от 10 до 15% расходов на эксплуатацию автотранспортного парка.

Долговечность и эксплуатационная надежность шин зависят не только от качества их изготовления, но и от правильной эксплуатации, хранения и своевременного ремонта.

Для учета работы шин приказом по предприятию назначается специальное ответственное лицо.

Учет работы шин необходимо вести по каждой покрышке в отдельности (включая и запасные) для каждого автомобиля

Работу шин определяют числом километров пробега.

Пробег шин в километрах определяют по спидометрам и счетчикам пройденного пути.

Нормы эксплуатационного пробега шин автомобилей устанавливаются для планирования потребности предприятия в шинах.

Норма эксплуатационного пробега шины ( $H_i$ ) получается умножением среднестатистического пробега шины на поправочные коэффициенты:

$$H_i = H \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где  $H$  – среднестатистический пробег шины, тыс. км;  $K_1$  – поправочный коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации автотранспортного средства;  $K_2$  – поправочный коэффициент, учиты-

вающий условия работы автотранспортного средства.

При этом норма эксплуатационного пробега шины не должна быть ниже 25 % от среднестатистического пробега шины.

Для новых моделей шин и новых марок автомобилей, для которых не установлены нормы эксплуатационного пробега шин, руководитель предприятия вправе ввести в действие приказом по предприятию временную норму на основании средних пробегов списанных шин, согласованную с ФГУП НИИАТ. При этом срок действия временных норм не должен превышать 2 года. В течение этого периода проводится проверка соответствия установленного значения нормы среднестатистическому пробегу шины данного типоразмера и модели для конкретного автотранспортного средства и уточнение значения нормы.

Годовая потребность шин

Расчет осуществляется по следующим формулам

$$N_{ши} = L_i n_i / H_i K m_i,$$

где  $L_i$  - общий пробег автомобиля, тыс. км.;  $n_i$  - количество шин на автомобиле (автопоезде)  $i$  -й марки без учета запасного, ед.;  $H_i$  - нормативный пробег шин до списания на автомобиле  $i$  -й марки, тыс.км.;  $K m_i$  - коэффициент перепробега шин,  $K m_i = 2,15$ .

#### **Контрольные вопросы:**

1. В каких единицах измеряется наработка шин.
2. Что такое норма эксплуатационного пробега шины.
3. Каков срок действия временных норм и почему?
4. Как рассчитывается потребность в шинах.

## **IV ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ**

### **Лабораторная работа № 1**

#### **Изучение средств диагностики и обслуживания автомобилей**

**Цель работы:** 1. Изучить назначение и технические характеристики средств диагностики технического обслуживания автомобилей.

**1.1. Оборудование:** 1. Каталоги диагностического и гаражного оборудования;

2. Прайс-листы

#### **1.2. Содержание**

1. Изучить основные диагностические параметры;
2. Назначение и характеристики средств диагностики;
3. Кратко описать в рабочей тетради назначение и устройство каждого прибора.

#### **1.3. Методические указания к работе**

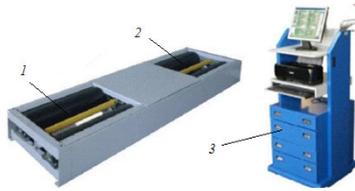
Поддержание работоспособности автомобилей производится при очередных технических обслуживаниях №1, №2 и инструментальном контроле.

Работы выполняются на постах или специализированных линиях. Перечень приборов представлен на рисунках, прилагаемых к методике.

На основании каталогов дать характеристику средств в следующей последовательности

#### **1.4 КОНТРОЛЬ, ДИАГНОСТИКА, РЕГУЛИРОВКА.**

1.1. СТЕНД СТС-4-СП-11 - для контроля тормозных систем и устойчивости при торможении легковых автомобилей, микроавтобусов (типа РАФ, УАЗ), мини-грузовиков (типа ГАЗЕЛЬ) снаряжённой массой до 4 т, шириной колеи 1200-1820 мм, с диаметром колес 540-790 мм. Силовой роликовый стенд с обработкой результатов на ЭВМ и выдачей их на экран мониторов и печатающее устройство. Измеряет массу и тормозную силу на каждом колесе, усилие на органах управления, время срабатывания тормозной системы. Определяет расчётные параметры по ГОСТ 25478-91.



**Рис. 39 - СТЕНД СТС-4-СП-11**

Обеспечивает формирование базы технических данных и результатов диагностирования, вывод тормозных диаграмм. Высокопроизводительный автоматизированный режим контроля для экспресс-диагностики тормозных систем всех осей автомобиля. Измерительные режимы для углубление проверки выбранной оси: ввод данных, взвешивание, просушка, экстренное торможение, частичное торможение, стояночный тормоз. Составные части: левое и правое опорные устройства (1), силовой шкаф (2), стойка управления (3) на базе персонального компьютера типа IBM PC (цветной монитор, принтер, инфракрасный пульт дистанционного управления), табло индикации команд (4).

Технические данные: взвешивание 2х(2000) кг, начальная скорость 4 км/ч, тормозная сила 2 х (0-600) кгс, усилие на органе управления 0-100 кгс, время срабатывания 0-1,5 с, 380 В, 50 Гц, 15 кВт, (1) 1600х840х300мм, (2) 500х550х125мм, (3) 800х750х1700мм, (4) 220х175х665 мм, 990 кг.

1.2. СТЕНД К486 - для контроля тормозных систем легковых автомобилей и микроавтобусов снаряжённой массой до 2000 кг и шириной колеи 1100-1500 мм. Силовой роликовый стенд, высокопроизводительный автоматизированный режим проверки, запоминание тормозных сил на двух цифровых приборах, ручной режим для углублённой проверки: измерение усилия на педали тормоза.



**Рис. 40 - СТЕНД К486**

Технические данные: начальная скорость 4 км/ч, тормозная сила 2х(0-500) кгс, усилие на педали 0-60 кгс, производительность в автоматизированном режиме 40 автомобилей в час, 380 В, 50 Гц, 6 кВт, сжатый воздух 4-6 кгс/см<sup>2</sup>, 3390х810х370 мм (опорное устройство), 810х1600х320 мм (стойка), 580 кг.

1.3. СТЕНД СТС 10У - для контроля эффективности тормозных систем грузовых автомобилей, автобусов и автопоездов с нагрузкой на ось до 10 т, шириной колеи 1500-2160 мм, с диаметром колёс 928- 1300 мм.



**Рис. 41 - СТЕНД СТС 10У**

Силовой роликовый стенд с обработкой результатов на ЭВМ и выдачей их на экран монитора и печатающее устройство. Измеряет массу и тормозную силу на каждом колесе, усилие на органах управления, время срабатывания тормозной системы. Определяет расчетные параметры по ГОСТ 25478-91: удельную тормозную силу, коэффициент неравномерности тормозных сил, коэффициент совместимости звеньев автопоезда, асинхронность времени срабатывания тормозного привода. Обеспечивает формирование базы технических данных и результатов диагностирования, вывод тормозных диаграмм. Высокопроизводительный, автоматический режим контроля для экспресс-диагностики тормозных систем всех осей автомобиля. Измерительные режимы для углубленной проверки выбранной оси: ввод данных, взвешивание, просушка, экстренное торможение, контрольное торможение, частичное торможение, стояночный тормоз. Контроль пробуксовки при помощи следящих роликов, отключение приводов при пробуксовке более 15 %. Вращение левого и правого колеса в разные стороны при контроле автомобилей, не имеющих дифференциала между ведущими осями. Технические данные: взвешивание 2х (0-5000)кг, Начальная скорость торможения 2 км/ч, тормозная сила 2х(0-3000) кгс, усилие на органе управления 0-100 кгс, время срабатывания 0-1,5 с, 50 Гц, 32 кВт, (1) 1500х1500х900 мм, (2) 700х700х1100 мм, (3) 800х750х1700 мм, (4) 460х130х900 мм, 2800 кг.

1.4. ГАЗОАНАЛИЗАТОР АВТОТЕСТ- 01.02М (2кл) - для измерения окиси углерода (СО) и углеводородов (СН) в выхлопных газах бензиновых двигателей, дополнительно измеряет частоту вращения коленчатого вала двигателя. Индикация оптимальной настройки топливной аппаратуры по минимальной, концентрации СО и СН. Ин-

дикация потока анализируемого газа.



**Рис. 42 - АВТОТЕСТ-01.02М (2кл)**

Технические данные: 0-10% CO, (0-10000) ppm CH, 0-10000 об/мин, 12,6 В (возможна поставка адаптера для питания от сети 220 В), 15 Вт, 290x95x250 мм, 4,5 кг.

1.5. ГАЗОАНАЛИЗАТОР GASTEST-AVESTA G7.92 - Для контроля, содержания окиси углерода (CO) и углеводов (CH) в выхлопных газах бензиновых двигателей.

Возможна комплектация встроенным печатающим устройством.



**Рис. 43 - GASTEST- AVESTA G7.92**

Технические данные: 0-5,0% CO, 0-5000 ppm CH, 200-5000 об/мин, 220 В (отдельно комплектуется адаптером 12В), 40 Вт, 170x420x330 мм, 15 кг.

1.6. ДЫМОМЕР КИД-2 - Компактный малогабаритный прибор, предназначен для оперативного контроля дымности отработавших газов автомобилей, тепловозов, с дизельными двигателями. Выполнен в виде переносного прибора, состоящего из приборного блока, оптического датчика и пробозаборника. Пробозаборник устанавливается на оптическом датчике и служит для доставки отработавших газов в измерительный канал оптического датчика. Принцип работы прибора основан на измерении степени ослабления светового потока непрозрачными частицами определенного слоя отработавших газов и преобразовании аналитического сигнала в единицы коэффициента поглощения, приведенного к длине фотометрической базы, с учетом теплового расширения газов по измеряемой температуре. Технические данные: диапазон измерений дымности 0-83, 6 %, погрешность  $\pm 2$  %, питание от батареи 9В, (1) 35x500 мм, (2) 220x90x60 мм, (1) 0,5 кг, (2)



**Рис. 44 - ДЫМОМЕР КИД-2**

1.7. ГАЗОАНАЛИЗАТОР-ДЫМОМЕР "АВТОТЕСТ-01.04П" - для измерения окиси углерода (СО) и углеводородов (СН) в выхлопных газах бензиновых двигателей, а также дымности отработавших газов дизельных двигателей. Дополнительно измеряет частоту вращения коленчатого вала двигателя. Индикация оптимальной настройки топливной аппаратуры по минимальной концентрации СО и СН. Индикация потока анализируемого газа.



**Рис. 45 - АВТОТЕСТ –01.04П**

Технические данные: 0-10% СО, (0-10000) ppm СН, 0-10000 мин<sup>-1</sup>, диапазон измерений дымности 0-99 %, электропитание 12,6 В (возможна поставка адаптера для питания от сети 220 В, 50 Гц) 15 Вт, 300x95x300 мм, 4,5 кг.

1.8. ПРИБОР ОПК - для проверки и регулировки фар транспортных средств с высотой установки фар от 250 до 1560 мм в соответствии с требованиями ГОСТ 25478-91. Оптическая камера и устройство ориентации расположены на передвижной стойке. В корпусе оптической камеры установлены фокусирующая линза, экран с разметкой и индикатор силы света. Экран перемещается по вертикали вращением диска отсчета величины снижения светотеневой границы. Высота установки камеры считывается по ризкам на стойке. Оптическая ось камеры устанавливается в горизонтальной плоскости по уровню, а параллельность оси автомобиля достигается при помощи ориентирующего устройства щелевого типа. Минимальное время ориентирования. Быстрота и точность установки. Оптическое устройство наведения. Четыре фотоприёмника. Диаметр линзы 250 мм.



**Рис. 46 - ПРИБОР ОПК**



**Рис. 47 - ПРИБОР К-310**

Технические данные: Угол наклона светотеневой границы, градус 0-140. Пределы допускаемой абсолютной погрешности при измерении угла наклона светотеневой границы, градус  $\pm 15$ . Сила света внешних световых приборов, кд 0-150000. Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении силы света, %  $\pm 15$ . Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки ориентирующего устройства, градус  $\pm 30$ . Частота следования проблесков указателей поворотов, Гц 0,5-3. Высота оптической оси, мм 240-1450. Электропитание, В 12. Габаритные размеры, мм 665x590x1770. Масса, кг 35

1.9. ПРИБОР К 310 - для проверки и регулировки фар автомобилей. Зеркальная система ориентации, определение направления светового потока, создаваемого фарами, с целью их правильной установки и проверки силы света (рис. 47). Технические данные: высота оптической оси 300-1150 мм, 900x730x1308 мм, 40 кг.

1.10. ЛЮФТОМЕР К 524 - для контроля суммарного люфта рулевого управления автомобиля. Механический (рис. 48). Метод измерения заключается в определении угла поворота рулевого колеса при заданном усилии. Усилие в зависимости от массы автомобиля 0,75, 1,0, 1,25 кгс. Технические данные: диаметр рулевого колеса 360-500 мм диапазон измерений люфта 30°, время измерения 3 мин, 350x135x160 мм, 0,7 кг.



**Рис. 48 - ЛЮФТОМЕР К 524**



**Рис. 49 - ЛЮФТОМЕР К 526**

1.11. ЛЮФТОМЕР К 526 - для оперативного контроля суммарного люфта рулевого управления автомобилей при инструментальном техосмотре, техобслуживании и ремонте (рис. 49). Электронный, циф-

ровые показания. Технические данные: диапазон измерений люфта 40°, время измерения 10 с, усилие в зависимости от массы автомобиля 0.75, 1, 1.25 кгс, батарея 12 В, 5ВА, 415x145x127 мм, 3 кг.

1.12. СТЕНД СКО-1М - для проверки и регулировки углов установки колёс легковых автомобилей с диаметром обода колеса 12-16 дюймов. Основные проверки и регулировки: схождение, развал, продольный наклон оси поворота.



**Рис. 50 - СТЕНД СКО-1М**

Дополнительные проверки: поперечный наклон оси поворота, разность разворота колёс, центровка рулевого колеса, взаимное положение передней и задней осей, смещение и изгиб осей на переднем и заднем мостах. Рабочий комплект для каждой стороны: оптико-механический измерительный прибор, крепление прибора на обод переднего колеса, подставка с поворотным диском под переднее колесо, шкала с креплением на ободе заднего колеса. В комплект поставки входит настенный щит 1530x790 мм с крюками для навешивания основных частей при эксплуатации. Стенд можно установить на канаве, эстакаде или подъёмнике.

Технические данные: погрешность измерений (0,5 мм, 10 угл.мин), 220 В, 50 Гц, 170 Вт, 1172x960x606 мм, 120 кг.

1.13. КОМПЛЕКС КАД 400-02 - портативный мотортестер-сканер для диагностики бензиновых, дизельных и инжекторных двигателей легковых и грузовых автомобилей. Основа диагностического комплекса включает функции мотортестера, сканера и двухканального осциллографа. Применяется для отечественных и импортных автомобилей. Поставляется в 7 типовых конфигурациях. Для расширения возможностей прибора может быть доукомплектован газоанализатором, дымомером, сканером для иномарок

Рабочая программа организована по принципу меню: ввод данных о двигателе, измерительные режимы, вывод результатов (сводка), вспомогательные программы. Измерительные режимы: режим пуска, баланс мощности (эффективная мощность и мощность потерь), цилиндровый баланс (выключение цилиндров), батарея первичная цепь, прерыватель, опережение, вторичная цепь (напряжение и время горения дуги), газоанализатор, омметр.



**Рис. 51 - КОМПЛЕКС КАД400-02**

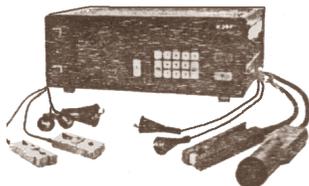
В режиме цифрового осциллографа с памятью воспроизводит диаграммы зажигания, впрыска и пульсаций генератора. Присоединяется к двигателю легкосъемными накладными датчиками и зажимами или диагностическим разъёмом,

Заменяет приборы К297-01, К523, К296, КАД-300.

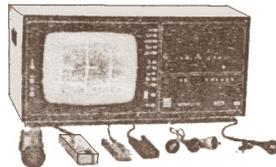
Технические данные: 0-100% (мощность, потери, компрессия, выключение цилиндров), угол замыкания 0-180°, время накопления 100 мс, асинхронизм 0-180°, угол опережения 0-60°

(стробоскоп), 0-180° (датчик ВМТ); дуга (0-5 кВ, 0-10 мс), 0-6000 мин<sup>-1</sup>, 0-40 кВ, 0-600А, 0-100 кОм, 220 В, 50 Гц, 310 ВА, 760х1935х (по стреле) х670 мм, 100 кг.

1.14. АВТОТЕСТЕР К 297-01 - для проверки и регулировки 2, 3, 4, 5, 6, 8 - цилиндровых карбюраторных двигателей. Компьютерная агностика, 15 измеряемых величин, оценка эффективной мощности и мощности механических потерь, проверка относительной компрессии по цилиндрам, автоматизация измерений, встроенный дисплей. Вход для газоанализатора. Выход на алфавитно-цифровое устройство (АЦПУ) результаты измерений поступают на экран и на АЦПУ. Может комплектоваться приборной стойкой, АЦПУ, газоанализатором, Технические данные: 0-100% (мощность, компрессия, выключение цилиндров), замыкания 0-180°, время накопления 0-100 мс, асинхронизм 0-180° угол опережения 0-60° (стробоскоп), 0-180° (датчик ВМТ); дуга (0-5 кВ, 0-10 мс); 0-6000 об/мин, 0-40 В, 0-40 кВ, 0-600 А, 0-100 кОм, 220 В, 50 Гц, 80 Ва, 465х185х380 мм, 15 кг.



**Рис. 52 - АВТОТЕСТЕР К-297-01**

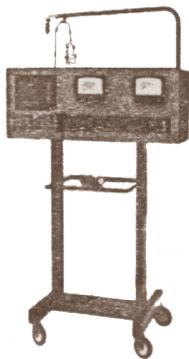


**Рис. 53 - МОТОРТЕСТЕР МТ-5**

1.15. МОТОРТЕСТЕР МТ 5 - для диагностики бензиновых и дизельных двигателей. Воспроизводит диаграммы зажигания, впрыска и пульсаций генератора. Диаграммы первичного и вторичного напряжения зажигания с накоплением и развёрткой цилиндров, выбор любого из цилиндров, расширение развёртки. Автоматически отключает цилиндры, измеряет угол опережения как со сторобоскопом, так и от датчика ВМТ. Большой экран, два цифровых показывающих прибора, накладные датчики и отдельный кабель для подключения к диагностической розетке автомобиля. Заменяет приборы К518-03, К523, К 296.

Технические данные: экран (200x128 мм; 0-2, 0-40, 0-400 В; 0-8, 0-40 кВ), угол замыкания 0-120°, асинхронизм 0-10°, угол опережения 0-60°; выключение цилиндров 0-500 об/мин., 0-6000 об/мин., 0-40 В, 0-600 А (0-0.1, 0-100) кОм, 220 В, 50 Гц, 100 ВА, 630x300x425 мм, 25 кг.

1.16. АНАЛИЗАТОР К 518-03 - для проверки и регулировки 2, 4, 6, 8 - цилиндровых карбюраторных двигателей. 8 измеряемых величин, осциллографический экран, 2 больших стрелочных индикатора. Определение неисправностей по диаграммам зажигания и пульсаций генератора. Вход для подключения дизельтестера К 296. Диагностика дизелей по диаграммам впрыска.

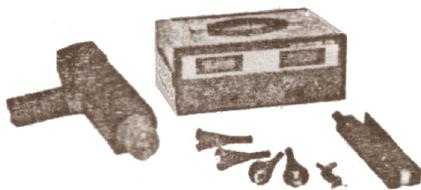


**Рис. 54 - АНАЛИЗАТОР К 518-03**

Технические данные: рабочая часть экрана 150x120 мм, угол замыкания (0-45, 0-60, 0-90°), асинхронизм 0-7.5°, угол опережения 0-60°, диапазоны измерений изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя при последовательном отключении цилиндров 50-0-250 об/мин, диапазоны показаний частоты вращения коленчатого вала (0-1500, 0-7500) мин<sup>-1</sup>, диапазоны показаний напряжения постоянного тока (0-2,0-20, 0-40).

В диапазон показаний вторичного напряжения системы зажигания 0-24 кВ, диапазоны измерений сопротивления постоянному току (0-100, 0-10000, 0-100000) Ом, 220 В, 50 Гц, 100 Вт, 1010x605x1540 мм, 70 кг.

1.17. ДИЗЕЛЬТЕСТЕР К 296-02 - для проверки и регулировки дизельных двигателей. 10 проверок и регулировок, 2 цифровых индикатора, накладные датчики давления для 6 мм и 7 мм топливопроводов, выход на осциллограф К 518,



**Рис. 55 - ДИЗЕЛЬТЕСТЕР К 296-02**

Диагностика по диаграммам впрыска. Измеряет угол опережения впрыска, частоту вращения, напряжение, ток. Исполнения: по напряжению питания: К 296-24В, К 296 м-12В, по датчикам: К 296 (К 296 М) - 7 мм, К 296-01 (К 296М-01) - 6 мм, К-296-01 (К 296М-01) - 6 мм, К 296-02 (К 296М-02) - 7 и 6 мм.

Технические данные: диапазоны измерений угла опережения начала подачи топлива (0-30, 0-60°), диапазоны измерений частоты вращения коленчатого вала 4-00-6000 мин<sup>-1</sup>, диапазон измерений напряжения 0-40В, диапазоны измерений силы постоянного тока (0-100, 0-600)А, напряжение питания 24 (12)В, 36 Вт, 280x125x210, 4,5 кг.

## 2.ПУСК, ЗАРЯД

2.1. Установка УЗД-2М - для запуска автомобильных двигателей напряжением 12 и 24 В. Передвижной трёхфазный двухтактный выпрямитель, максимальный пусковой ток 800-900 А, защита от перегрузки коротких замыканий.



**Рис. 56 - Установка УЗД-2М**



**Рис. 57 - ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО КАЛИБР УЗ-18А 00000058615**

Технические данные: 380 В, 50 Гц, 600x1000x1035 мм, 145 кг.

2.2. ПУСКОВОЕ УСТРОЙСТВО УЗД-3 ЗУ-3П - (тележка аккумуляторная с двумя аккумуляторными батареями емкостью 190 Ач) - предназначено для пуска двигателей в холодное время года со стартерами, мощностью до 5 л.с. при напряжении 12 В и до 11 л.с. при на-

пряжении 24 В. Комплектуется двумя АКБ емкостью от 90 до 190 Ач, зарядным устройством с питанием 220 В, амперметром, вольтметром. Напряжение питания 220В, максимальная потребляемая мощность 0,7 кВт, напряжение на выходе 12/24 В, максимальный ток пуска 1300А, габариты 1360х700х1000 мм, масса 150 кг.

2.3. ЗАРЯДНОЕ УСТРОЙСТВО КАЛИБР УЗ-18А 00000058615 отличается простотой эксплуатации и не требует специального технического обслуживания. Встроенный вентилятор и отверстия по бокам корпуса обеспечивают охлаждение внутренних узлов и деталей. Специальное покрытие защищает оборудование от влияния коррозии и гарантирует долгий срок службы. Регулятор позволяет плавно настроить силу выходного тока в диапазоне от 4 до 18 А. Плата управления исключает возможность короткого замыкания или переплюсовки АБ. Диапазон рабочих температур инструмента составляет от минус 10 до плюс 40 градусов.

### 3 ОСМОТРОВОЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

**Осмотровые канавы** (рис. 58) являются наиболее распространенными универсальными осмотровыми устройствами в АТП.

По способу заезда автомобиля на канаву и съезда с нее различают канавы тупиковые и проездные (проездные). По ширине канавы подразделяются на узкие (межколейные) и широкие, по устройству - на межколейные и боковые, с колесными мостами и с вывешиванием колес, траншейные и изолированные.

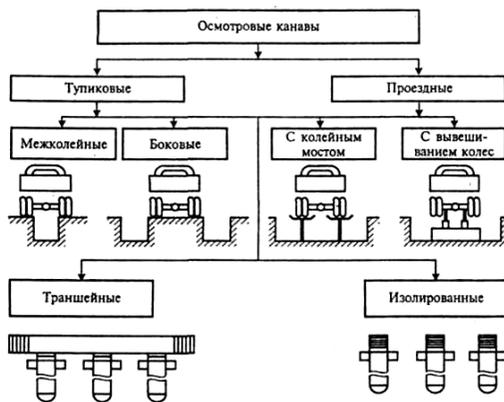


Рис. 58 - Классификация осмотровых канав

Длина канавы должна быть не менее длины автомобиля, но не превышать ее более чем на 0,8 м. Глубина (учитывая дорожный просвет автомобиля) для легковых автомобилей составляет 1,4...1,5 м, а для грузовых и автобусов - 1,2...1,3 м. Ширина узких межколейных канав обычно не более 1,1 м.

**Эстакады** представляют собой колеиный мост, расположенный выше уровня пола на 0,7...1,4 м, с наклонными рампами - направлениями для въезда и съезда автомобиля, имеющими уклон 20...25°.

Эстакады подразделяются на тупиковые и прямоточные (проездные). Они могут быть стационарными и передвижными (разборными), а по роду материала – железобетонными или металлическими. Для уменьшения высоты эстакады применяются полуэстакады, отличающиеся от эстакад понижением пола вокруг них.

**3.1 Подъемники** (рис. 59) служат для подъема автомобиля над уровнем пола на требуемую для удобства обслуживания или ремонта высоту.



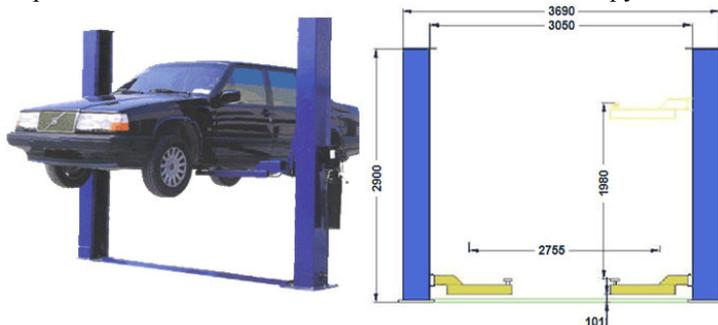
**Рис. 59 – Классификация подъемников**

**Подъемники** - грузоподъемные машины прерывного (циклического) действия для подъема ремонтируемых машин и агрегатов в грузонесущих устройствах, перемещающихся по жестким вертикальным направляющим. Подразделяются на пневматические, гидравлические и

электромеханические.

**Гидравлические стационарные напольные подъемники.** Подъемники могут быть одно- и многоплунжерными грузоподъемностью 2...12 т и более.

**модель - П- 3.2Г** - подъемник г/п до 3,2 т двухстоечный электрогидравлический для легковых автомобилей и легких грузовиков.



**Рис. 60 – Подъемник П-3.2Г**

Плавный подъем и опускание - Время подъема 50 с. Возможность подъема рамных автомобилей. Нижняя система синхронизации с тросовой связью позволяет устанавливать подъемник в невысоких помещениях, а также поднимать габаритные автомобили на максимальную высоту. Оборудован системой безопасности и блокировки. Износостойкие компоненты. Свободное открывание передних дверей автомобиля.

**Технические данные** Грузоподъемность 3,2 т. Максимальная высота подъема 1980 мм. Высота подхвата 101 мм. Время подъема 50 с. Питание 380 В. Масса подъемника 700 кг. Габаритные размеры: высота 2900 мм; ширина 3690 мм; ширина проезда 2755 мм

**Электромеханические стационарные подъемники** могут быть одно-, двух-, четырех- и шестистоечными грузоподъемностью 1,5...14 т и более. В этой группе подъемников используются винтовая, цепная, тросовая, карданная или рычажно-шарнирная силовые передачи. Приводом подъемника является электродвигатель.

Одностоечные подъемники имеют грузоподъемность до 3 т, по типу установки бывают стационарные и передвижные, по типу привода - электромеханические и электрогидравлические, по конструктивному отличию - с подъемной платформой и с подъемной «лапой».

Стационарные двухстоечные подъемники с электромеханическим приводом состоят из двух стоек, четырех балок с подхватами и опорной рамы. На стойке в верхней части смонтирован электропривод

подъема балок с подхватами.

**Модель - ПЗ-Т-СП.** Стационарный 2-стоечный подъемник для легковых автомобилей, ГАЗЕЛИ, УАЗ массой до 3 т. Аналог подъемника Duolift MTF 3000 немецкой фирмы HOFMANN. Импортная комплектация. Гарантийный срок эксплуатации 2 г.



**Рис. 61 - Модель - ПЗ-Т-СП      Рис. 62 - Модель - ПП-104**

Аналог подъемника Duolift MTF 3000 немецкой фирмы HOFMANN. Автоматическая тросовая система синхронизации дает синхронность хода кареток. Конструкция стоек и кареток, расположение и длина несущих кронштейнов допускает смещение массы автомобиля относительно стоек в соотношении 2:3, что обеспечивает свободное открывание передних дверей. Подъемные кронштейны оборудованы стопорными элементами, блокирующими их разворот, которые автоматически разблокируются в нижнем положении. Автоматический узел смазки ходового винта позволяет интенсивно эксплуатировать подъемник.

Технические характеристики: Высота подъема 2023 мм. Высота подхвата в нижнем положении 118-143 мм. Ширина проезда 2250 мм. Мощность 2x2,2 Вт. Электропитание 380 В. Габариты: ширина 3200 мм, высота 3200-4200 мм. Масса 640 кг

**модель - ПП-104 Передвижной 2-стоечный подъемник для подъема за раму автомобилей типа ГАЗЕЛЬ массой до 3 т**

Передвижной 2-стоечный подъемник для подъема за раму автомобилей типа ГАЗЕЛЬ, а также безрамных автомобилей - за днище или пороги массой до 3 т. Двухмоторный, клиноременный привод. В комплект подъемника входят комплект лап для легковых автомобилей и две регулируемые по высоте страховочные подставки. Высота подъема 1800 мм, Электропитание 380 В, Мощность 2x2,5 кВт, Габариты 1100x1100x2350 мм (стойка), Масса 850 кг.

**модель - ПП-16 Передвижной 4-стоечный подъемник для грузовых автомобилей и автобусов массой до 16 т**

Редукторный привод, подъем за колеса. Высота подъема 1700

мм, Электропитание 380 В, Мощность 4x2,2 кВт, Габариты 20x1260x2570 мм (стойка), Масса 1900 кг.



**Рис. 63 - Модель - ПП-16**



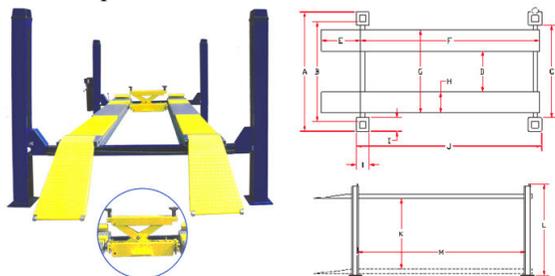
**Рис. 64 - Модель - ПП-24**

модель - ПП-24 Передвижной 6-стоечный подъемник для грузовых автомобилей, автобусов и автобусов-цепок массой до 24 т

Редукторный привод, подхват за колеса. Высота подъема 1700 мм, Электропитание 380 В, Мощность 6 x 2,2 кВт, Габариты 920x1260x2570 мм (стойка), Масса 3000 кг.

Четырехстоечные стационарные напольные подъемники платформенного типа имеют централизованное управление при подъеме двухколейной платформы. Платформы бывают с односторонним заездом с упорами колес в рабочем положении, а также двусторонние проездного типа. Выбор четырехстоечного платформенного подъемника определяется геометрией производственной зоны.

модель - П-4.5ПГ Подъемник четырехстоечный электрогидравлический г/п до 4,5 т для легковых автомобилей и легких грузовиков. Оборудован передними поворотными кругами, задними сдвижными площадками, траверсой для вывешивание колес, системой безопасности, заездными трапами.



**Рис. 65 - Модель П-4.5ПГ**

Плавный подъем и опускание без рывков. Максимальное время подъема не более 60 с. Максимальное время подъема траверсы не более 20 с. Оборудован системой безопасности и блокировки. Износостойкая порошковая покраска всех компонентов подъемника.

**Технические данные:** Грузоподъемность 4,5 т. Грузоподъемность траверсы 2 т. Максимальная время подъема 60 с. Максимальная высота траверсы 20 с. Максимальная высота подъема 1740 мм. Питание 380 В. Мощность 2.2 кВт. Габаритные размеры: - длина 4960 мм- ширина 3120 мм - высота 2225 мм. Габаритные размеры упаковки 5200x540x700 мм.

**модель - ПЛ-15** Платформенный 4-стоечный подъемник для автомобилей и автобусов, массой до 15 т

Платформенный 4-стоечный подъемник для автомобилей и автобусов массой до 15 т. Устанавливается на бетонированное в пол основание. Предусмотрена возможность регулировки расстояния между платформами.



**Рис. 66 - Модель - ПП-15**



**Рис. 67 - Модель - Multilift 4000 F**

**Технические данные:** Высота подъема 1600 мм. Ширина платформы 700 мм. Расстояние между платформами 850...1400 мм. Электропитание 380 В. Мощность 4x2,2 кВт. Габариты 9000x4060x2100 мм. Масса 2800 кг

**модель - Multilift 4000 F** Ножничный платформенный подъемник 4 т с колесным подъемником (фирма HOFMANN, Германия)

Ножничный электрогидравлический платформенный подъемник грузоподъемностью 4 т с встроенным колесным подъемником (4 т, высота подъема 450 мм, опорные платформы 1350-2100 мм).

Длина платформ 4200 мм. Ширина платформ 660 мм. Используемая длина платформ 3600 мм. Высота подъема 1850 мм. Время подъема 40 с. Расстояние между платформами по желанию. Электропитание 380 В. Питание воздухом 6...10 бар.

**Канавные подъемники** применяются для вывешивания переднего или заднего моста при работах на канавах. Такие подъемники могут быть гидравлическими, электромеханическими, с одной, двумя и четырьмя стойками и сменными подхватами. Канавные подъемники имеют грузоподъемность до 4 т и высоту подъема до 60 см. Привод может быть как ручной, так и электрический.

**модель - П 263** Канавный передвижной подъемник, 8 т, для

### **вывешивания мостов г/а и автобусов. Ширина канавы 1100 мм**

Предназначен для вывешивания мостов г/а и автобусов. Привод от электродвигателя через червячный редуктор. Перемещается вручную по рельсам, проложенным по дну канавы. Технические данные: Ход штока 500 мм. Электропитание 380 В. Мощность электродвигателя 3 кВт. Габариты канавы 10000x1100x1200 мм. Габариты подъемника 940x1070x1270 мм. Масса 615 кг.

Стационарные подъемники ножничного типа являются электромеханическими подъемниками с гидравлическим силовым элементом. Специальные подъемники, имея аналогичный силовой элемент, могут быть передвижными и рассчитаны на автомобили массой до 3 т.



**Рис. 68 - Модель - П 263**

**Рис. 69 - Модель - ПНК-1-01**

**модель - ПНК-1-01** Канавный навесной ножничный гидродъемник для вывешивания мостов легковых автомобилей с нагрузкой на ось до 3 т.

Канавный навесной ножничный гидродъемник для вывешивания мостов легковых автомобилей с нагрузкой на ось до 3 т. Имеет регулировку по ширине канавы 930-1250 мм. Привод ручной гидравлический. Передвижные сменные упоры позволяют поднимать автомобили с различной конфигурацией днища или рамы.

**Технические данные:** Высота подъема 390 мм. Проездная высота 110 мм. Габариты подъемника 555x(1100-1450)x460 мм. Масса 140 кг.

К преимуществам подъемников перед осмотровыми канавами можно отнести следующие: более рациональное использование производственных площадей; высокая производительность труда рабочих; обеспечение свободного доступа к большинству узлов и агрегатов автомобиля; возможность установки на вторых этажах зданий и др.

**3.2 Домкраты гаражные** передвижные и переносные (механические, гидромеханические, с ручным приводом) грузоподъемностью 1,6...12,5 т предназначены для подъема передних и задних частей автомобиля.

модель - К 4845 Домкрат гидравлический подкатной, 2 т (Kamasa-TOOLS, Швеция).



**Рис. 70 - Модель - К 4845**



**Рис. 71 - Модель - 5.169**

Грузоподъемность 2 т. Высота подхвата 130 мм. Высота подъема 390 мм. Масса 18 кг.

модель - 5.169 Домкрат гидравлический подкатной грузоподъемностью 10 т (TORIN JACK, США). Высота подхвата 185 мм. Высота подъема 570 мм. Габариты в упаковке (ДхШхВ) 1660х470х380 мм. Масса 150 кг.



**Рис. 72 - Модель - 5.116**

модель - 5.116 Домкрат-бутылка гидравлический 15 т (TORIN JACK, США)

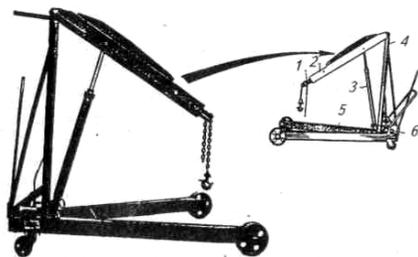
Грузоподъемность 15 т. Высота подхвата 230 мм. Высота подъема 465 мм. Габариты в упаковке (ДхШхВ) 150х150х250 мм. Масса 8,9 кг.

**3.3 Подъемно-транспортное оборудование.** Для подъема и транспортирования агрегатов и других грузов применяют передвижные краны, грузовые тележки, подъемные ручные тали или электро-тельферы, кран-балки. Для передвижения автомобилей используют гаражные конвейеры.

**Передвижные краны** применяют для установки двигателей на автомобили, а также для подъема и перемещения груза на небольшие расстояния. Грузоподъемность при различных вылетах стрелы составляет 200...1000 кг. Привод стрелы подъема - гидравлический.

модель - 423 М Кран гидравлический передвижной, 1 т, для снятия и установки двигателей (высота подъема 3250 мм)

Предназначен для снятия и установки двигателей. Высота подъема 3250 мм Габаритные размеры 2290х1160х1955 мм Масса 205 кг



**Рис. 73 - Грузоподъемный кран мод. 423М:** **Рис. 74 - Модель - 5.169**

1 - выдвигной удлинитель с грузозахватным крюком; 2 - подъемная стрела; 3 - силовой гидроцилиндр; 4 - трубчатая стойка; 5 - V-образная рама; 6 - ручной гидронасос плунжерного типа

**модель - 5.1310** Кран гидравлический складной 1 т (TORIN JACK, США)

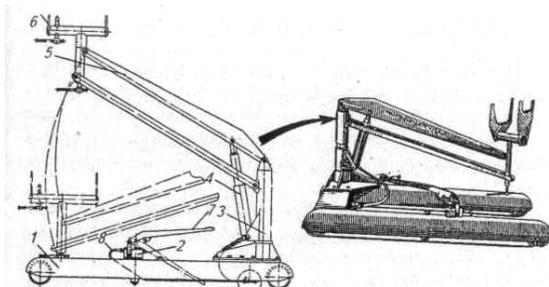
Грузоподъемность 250/500/750/1000 кг. Высота крюка min 10/100/190/280 мм. Высота крюка max 2030/1955/1880/1805 мм. Длина стрелы 1100/1010/920/830 мм. Габариты 1260x980x1400 мм. Масса 75 кг.

**модель - 5.3202** Кран гидравлический складной 2 т (TORIN JACK, США)

Грузоподъемность 500/1000/1500/2000 кг. Высота крюка min 0/0/0/20 мм. Высота крюка max 1965/1830/1730/1620 мм. Длина стрелы 1470/1290/1110/930 мм. Ножной гидронасос на длинном шланге. Складные выдвигные опоры. Габариты 1760x850x1385 мм. Масса 115 кг.



**Рис. 75 - Модель - 5.3202**



**Рис. 76 - Модель - П-208:**

1 - тележка; 2 - ножной гидронасос; 3 - поворотная стойка; 4 - рабочий гидроцилиндр; 5 - подъемная стрела; 6 - захват; 7 - педаль; 8 - трубопровод

модель П-208 Кран гидравлический передвижной, 2 т, для замены и транспортирования агрегатов

**3.2 Грузовые тележки** служат для горизонтального перемещения грузов внутри производственного помещения.

модель - П 254 Тележка гидравлическая передвижная грузоподъемностью 700 кг для снятия и транспортировки колес г/а.

Предназначена для снятия, установки и транспортировки колес грузовых автомобилей. Оборудована ручным храповым механизмом подъема. Высота подъема 170 мм Диаметр обслуживаемых колес 850-1300 мм Габаритные размеры 1160x820x920 мм Масса 80 кг.



**Рис. 77 - Модель - П 254**



**Рис. 78 - Модель - ТГП-1**

модель - ТГП-1 Тележка 0,75 т, для снятия и транспортировки колес г/а (высота подъема 400 мм)

Тележка гидравлическая передвижная грузоподъемностью 750 кг. Предназначена для снятия, транспортировки и установки одиночных и сдвоенных колес грузовых автомобилей. Оборудована педальным гидроприводом. Подхваты раздвигаются под диаметр колеса. Высота подъема 400 мм. Диаметр обслуживаемых колес 800-1400 мм. Габаритные размеры 1200x1200x1200 мм. Масса 140 кг.

модель - 5.501 Тележка гидравлическая передвижная с подъемной платформой (TORIN JACK, США)

Грузоподъемность 150 кг. Высота подхвата 225 мм. Высота подъема 740 мм. Общая длина 780 мм. Габариты столешницы 700x450x35 мм. Габариты в упаковке 790x500x250 мм. Масса 46 кг.

**3.3. Электротельферы и тали** грузоподъемностью 0,25...5,0 т, подвешенные к монорельсу, помимо вертикального подъема груза обеспечивают его перемещение по горизонтали.

**3.4 Кран-балки**, или мостовые краны, грузоподъемностью 1...3 т и более могут быть подвесные, подкатные, с ручным или электрическим приводом.

Предназначены для подъема, поворота, установки, перемеще-

ния, складирования деталей, узлов, агрегатов и машин при выполнении разборочных, сборочных и других работ.

**3.5 Конвейеры для перемещения автомобилей** применяют при организации технического обслуживания поточным методом. По характеру движения конвейеры подразделяются на непрерывного и периодического действия.

По способу передачи движения автомобилю конвейеры подразделяются на толкающие, несущие и тянущие.

Конвейеры могут быть одноколейными (монтируемыми вдоль одной из сторон канавы) и двухколейными (монтируемыми по обеим сторонам канавы).

Конвейеры цепные и тросовые могут быть непрерывного или прерывистого действия (например, в зонах ЕО), кроме того, они могут быть двухскоростными с учетом степени загрязнения автомобилей. Скорость перемещения конвейеров на линиях ЕО составляет обычно 4,7 или 6,35 м/мин. На поточных линиях ТО-1 и ТО-2 скорость конвейера в момент перемещения автомобилей 9...9,25 м/мин. Мощность электродвигателя приводной станции конвейера мод. 4096 - 3,0 кВт, а мод. 4120 (для автомобилей большой грузоподъемности) - 7,5 кВт. Недостатком данного типа конвейера следует считать его низкую универсальность.

## **Лабораторная работа № 2**

### **Определение светопропускания стекла автомобиля**

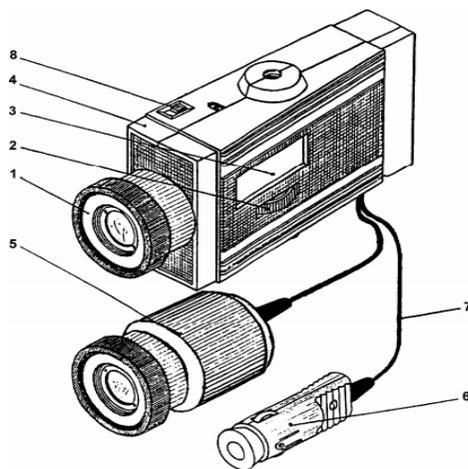
**Цель работы:** 1. Изучить устройство прибора для определения светопропускания стекла.

2. Определить светопропускание стекол автомобиля УАЗ 3301.

#### **2.1. Устройство прибора**

Светопропускание стёкол зависит от наличия на них грязи, помутнения в процессе эксплуатации автомобилей. Ухудшение светопропускания стёкол осложняет работу водителя, снижается обзорность, что в некоторой степени приводит к снижению безопасности вождения автотранспортного средства.

Для измерения светопропускания применяется прибор ЛЮКС МС-2 (рис. 79).



**Рис. 79 - Внешний вид прибора ЛЮКС МС-2:**

*1 - фотоприёмник; 2 - регулятор плавной установки максимального показания; 3 - цифровой индикатор; 4 - корпус; 5 - осветитель; 6 - вилка; 7 - соединительный шнур; 8 - выключатель звукового сигнала*

В фотоприёмнике установлены: корректирующий светофильтр и кремневый фотодиод.

Тестирующее стекло помещается между осветителем и фотоприёмником.

Прибор состоит из измерительного блока, размещённого в пластмассовом корпусе 4 и осветителя 5. На торцовые поверхности осветителя и фотоприёмника имеются резиновые накладки одинакового диаметра, что облегчает их совмещение при проведении измерений. На лицевой стенке корпуса размещены цифровой индикатор 3 и регулятор чувствительности прибора 2. На боковой поверхности корпуса размещён выключатель звуковой индикации. Осветитель соединён с измерительным блоком электрическим кабелем 7. Подключение прибора к бортовой сети автомобиля осуществляется с помощью вилки 6 под розетку прикуривателя, установленной в автомобиле.

## **2.2. Порядок выполнения работы**

Перед началом измерения светопропускания стекла производят подготовку прибора, заключающуюся в следующем.

Вставить вилку кабеля в розетку прикуривателя автомобиля. При этом напряжение питания подаётся на все узлы прибора. Визуально проверить свечение лампы осветителя.

Проверить прибор в течение 3-х минут. Закрыть ладонью корпус фотоприёмника и убедиться, что показания прибора находятся в пределах 0...1 %. Совместимость по внешним поверхностям корпуса осветителя и фотоприёмника, и, вращая регулятор 2, проверить возможность установки показаний в соответствии с таблицей 17.

**Таблица 17**

**Значение максимальных показаний прибора ( $K_M$ )**

Значение $K_M$ , %		
Толщина стекла, мм		

Если вышеуказанная настройка выполняется, то прибор исправен и готов к работе.

Перед проверкой, стёкла автомобилей подвергаются очистке. Измерения светопропускания проводить в следующей последовательности. Совместимость по внешним поверхностям корпусы осветителя и фотоприёмника и регулятором 2 установить показания прибора, соответствующее толщине стекла (табл. 17).

Данный способ настройки соответствует 100 % светопропускания. При определении светопропускания автомобильных стёкол необходимо плотно, без чрезмерных усилий, приложить к тестируемому стеклу с противоположных сторон фотоприёмник и осветитель, отцентрировать их визуально по внешним поверхностям. Более точную центровку можно обеспечить за счёт относительных поперечных перемещений фотоприёмника и осветителя до достижения максимального показания прибора.

Подключение к другим видам питания производится с помощью переходника (имитатора гнезда прикуривателя) без соблюдения полярности. Измерения производятся по диагонали стёкол в трёх местах (по центру и в 10 см от краёв).

Данные замеров заносятся в таблицу 18.

**Таблица 18**

**Результаты измерения светопропускания**

Наименование стекол	Светопропускание, $K_M$ , % по точкам		
	1	2	3
1. Лобовое			
2. Бокового вида			
3. Заднего вида			

При измерении не допускать попадания прямых солнечных лу-

чей на фотоприёмник.

### 2.3. Заключение

По окончании работы сделать общие выводы

## Лабораторная работа № 3 Контроль и регулировка содержания СО в отработавших газах карбюраторных двигателей

**Цель работы:** 1. Изучить устройство и принцип работы газоанализатора.

2. Научиться проводить контроль содержания СО и его регулирование в обработанных газах.

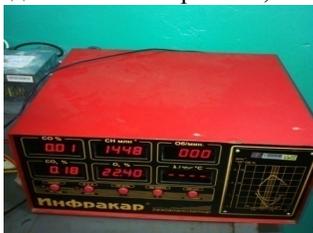
### 3.1. Устройство газоанализатора Инфракар М1 01

При неправильной регулировке системы питания происходит увеличение содержания СО в отработанных газах, что приводит к неблагоприятному воздействию на окружающую среду. Для контроля содержания СО применяются газоанализаторы.

Определение объёмной доли в отработавших газах бензинового двигателя оксида углерода (СО), углеводородов (в пересчёте на гексан), диоксида углерода (СО<sub>2</sub>), кислорода (О<sub>2</sub>) осуществляли с использованием газоанализатора марки Инфракар М1 01, с контролем и измерением частоты вращения коленчатого вала по тахометру (рис. 80).

Основными элементами газоанализатора являются: система пробоотбора и пробоподготовки, измерительного и электронного блоков.

Пробоотбор и пробоподготовка газоанализатора состоят из следующих элементов. Пробоотборный шланг с закрепленным газозаборным зондом, фильтры бензиновый и тонкой очистки, два насоса, соединительный тройник, пневмосопротивление.



а)



б)

**Рис. 80 – Прибор Инфракар М1 – 01:**

а) вид спереди; б) вид сзади

Для автоматического слива конденсата предназначен каплеотбойник, соединённый со штуцером СЛИВ в нижней части. Действия датчиков определения объёмной доли (СО, СО<sub>2</sub>, углеводородов) основаны на оптико – абсорбционном принципе работы. А датчика измерения концентрации кислорода – электрохимическом. Датчик определения частоты вращения коленчатого вала работает по индуктивному методу путем определения импульсов тока по частоте в системе зажигания.

Измерительный блок включает 4 пирозлектрических приёмника излучения, измерительную кювету, излучатель, которые объединены в оптический блок и электрохимический датчик кислорода. Обтюратор модулирует злучения.

Электронный блок проводит обработку и преобразование в двоичный код выходных сигналов датчиков газоанализатора Инфракар М.

В состав газоанализатора Инфракар М1 - 01 входят:

- блок питания от постоянного и переменного тока, частотой (50±1) Гц;
- блок предварительного усиления сигнала;
- микропроцессорный контролер;
- светодиодные индикаторы;
- датчик температуры;
- цифровой выход с компьютером.

### 3.2 Подготовка и последовательность работы с прибором.

Газоанализатор устанавливали на горизонтальной поверхности и подключали питание 220 В через силовой кабель. К разъёму СЛИВ подсоединили трубку для отвода конденсата, а к разъёму ВХОД подсоединили бензиновый фильтр, пробоотборный шланг с газозаборным зондом. Один конец кабеля с датчиком тахометра подключили к гнезду на задней панели, а другой конец кабеля подсоединили к высоковольтному проводу 1-й свечи. Пробозаборник прибора установили в трубу отвода отработавших газов двигателя на глубину 300 мм. Нажатием кнопки ►0◄ провели настройку каналов на нуль. Обеспечили поступление воздуха, не загрязнённого СО<sub>2</sub>, СО, СН.

Через 30 мин проводится автоматическая подстройка нуля в течение 30 с. Показания снимали с интервалом 40...60 с после начала измерения.

Таблица 19

#### Результаты измерений содержания СО

Частота вращения коленчатого вала двигателя	Содержание СО		
	1	2	3

### 3.3 По результатам измерений сделать выводы.

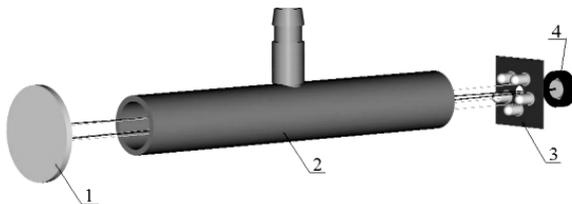
## Лабораторная работа № 4 Определение дымности отработавших газов дизельных двигателей

**Цель работы:** 1. Изучить устройство и принцип действия дымомера.

2. Научиться определять дымность отработавших газов двигателя.

#### 4.1. Устройство дымомера

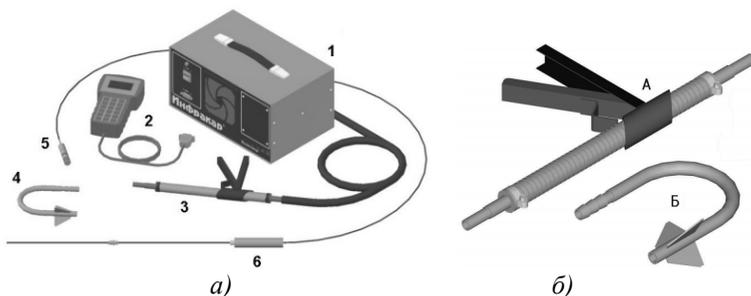
Принцип действия прибора при измерении дымности отработавших газов основан на измерении степени ослабления светового потока непрозрачными частицами определённого слоя отработавших газов и преобразовании аналитического сигнала в единицы коэффициента поглощения, приведённого к длине фотометрической базы, с учётом теплового расширения газов по измеряемой температуре.



**Рис. 81 - Оптическая схема дымомера:**

*1- отражатель, 2- кювета, 3- источник света, 4- фотоприемник*

Излучение источника света 3 проходит кювету 2, отражается отражателем 1, направляется в кювету 2 и попадает на фотоприемник 4. Сигнал фотоприемника, пропорциональный степени поглощения однородного по плотности дыма, обрабатывается контроллером и отображается на дисплее в виде коэффициента поглощения светового потока  $K$ ,  $m^{-1}$ , и коэффициента ослабления светового потока  $N$ , %. Вентилятор обеспечивает внутри первичного преобразователя избыточное давление воздуха. Выход нагнетенного воздуха происходит через щелевые держатели измерительной камеры и тем самым обеспечивается защита оптики от сажи отработавшего газа.



**Рис. 82 - Дымомер Инфракар Д:**

*а - общий вид: 1-оптический блок, 2 – пульт управления, 3 – газозаборный зонд с пробоотборным шлангом, 4 - зонд для вертикально расположенной выпускной системы, 5- датчик частоты вращения коленчатого вала, 6- датчик температуры масла; б - зонды: А- зонд для нормально расположенной выпускной системы; Б - зонд для вертикально расположенной выпускной системы*

#### **4.2 Подготовка прибора к работе**

Собрать пробозаборную систему дымомера. Привести оптический датчик в рабочее положение, раздвинув телескопическую рукоятку до максимальной длины. Собрать пробозаборник. Установить изогнутую трубку в отверстие корпуса пробозаборника в положении перпендикулярном плоскости корпуса и зафиксировать это положение винтом.

Подключить оптический датчик к приборному блоку через разъём "Датчик дымомера", трубку доставки защитного потока воздуха к штуцеру "СБРОС". Тумблер режима - в положение "дымомер". Включить тумблер питания, нажать кнопку коррекции нуля "0", при этом на цифровом индикаторе прибора должно отобразиться значение  $0,00 \pm 0,02$ , затем кнопку отпустить.

#### **4.3 Порядок выполнения работы**

Включить тумблер продувки 5 на передней панели прибора.

Установить минимальную частоту вращения вала двигателя.

Ввести трубку пробозаборника в выпускную систему автомобиля на глубину прямолинейного участка, при этом оптический датчик дымомера должен быть расположен перпендикулярно потоку отработавших газов (ОГ). Быстро, но не резко нажать до упора педаль подачи топлива, увеличив тем самым обороты до максимального значения. Считать установившееся показание прибора. Сбросить показания пиковых значений, переключив тумблер режима работ в положение " "

(режим регистрации текущих значений) и обратно.

После каждой серии измерений дымности выдержать паузу 30-60 секунд для естественной вентиляции измерительного канала от остатков отработавших газов и произвести коррекцию нуля.

За результат измерений принимаются показания прибора при последних ускорениях двигателя, как среднее арифметическое единичных измерений.

#### **4.4. Сделать выводы и заключение по работе.**

### **Лабораторная работа № 5 Диагностирование и техническое обслуживание тормозных систем**

**Цель работы:** 1. Изучить устройство прибора для контроля тормозных систем.

2. Научить определять эффективность тормозных систем

3. Научиться проводить техническое обслуживание тормозных систем.

#### **5.1. Устройство прибора.**

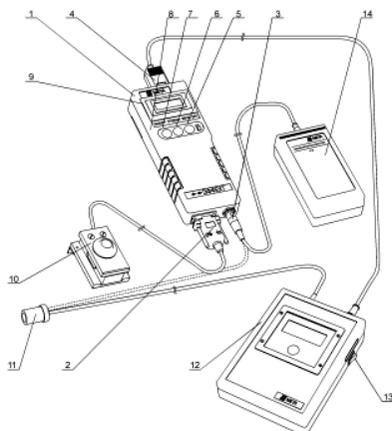
Тормозные системы, их техническое состояние оказывает значительное влияние на безопасность движения автотранспортных средств. Особенно это относится к аварийным ситуациям.

Для проверки состояния тормозных систем применяется прибор "Эффект". Прибор предназначен для проверки технического состояния основных тормозных систем транспортных средств (ТС) методом дорожных испытаний по ГОСТ 25478-91. Требования к дорожному покрытию в соответствии с ГОСТ 25478-91. Шины автотранспортного средства, проходящего проверку должны быть чистыми и сухими.

Прибор определяет, в соответствии с ГОСТ 25478-91, установившееся замедление, пиковое значение усилия нажатия на педаль, длину тормозного пути, время срабатывания тормозной системы, начальную скорость торможения и линейное отклонение ТС при торможении. Прибор устанавливается в кабине проверяемого ТС.

Прибор состоит из:

- электронного блока;
- принтера;
- датчика усилия;
- электрических кабелей.



**Рис. 83 - Внешний вид прибора модификации «Эффект-02»:**

*1-Электронный блок; 2-Разъем кабеля датчика силы; 3-Разъем кабеля питания; 4-Разъем кабеля принтера; 5-Тумблер включения питания ВКЛ; 6-Кнопка ВВОД; 7-Кнопка ОТМЕНА; 8-Кнопка ВЫБОР; 9-Индикатор; 10-Датчик силы; 11-Разъем для подключения к гнезду прикуривателя; 12-Принтер; 13-Тумблер включения принтера; 14-Блок питания.*

## **5.2. Подготовка прибора к работе**

Установить ТС в начале участка дороги, отведённого для испытаний, по направлению предполагаемого движения. Закрепить прибор с помощью прижима, расположенного на задней стенке прибора, на стекле правой двери автомобиля (предварительно опустив стекло). Установить датчик усилия на педали тормоза ТС. Провести соединение прибора с датчиком усилия и бортовой сетью автомобиля таким образом, чтобы кабель питания и датчика усилия не мешали работе водителя. При отсутствии на ТС возможности питания прибора от сети автомобиля, питание производить от аккумуляторной батареи, подключив её к разъёму вместо кабеля питания.

## **5.3 Порядок выполнения работы.**

Перед началом визуально проверить техническое состояние тормозной системы: уровень тормозной жидкости; отсутствие подтеканий.

При необходимости устранить выявленные нарушения.

Включить прибор кнопкой "ВКЛ". Включить принтер. На индикаторе прибора появится надпись: "НАГРЕВ". В течении некоторого

времени (не более 5 минут) прибор производит термостабилизацию входящих в его состав узлов.

Затем на индикаторе появляется сообщение: "НОМЕР ТС". Ввести трёхзначный номер ТС. Нажать кнопку "ВВОД" и т.д. На индикаторе прибора появляется сообщение: "ХАРАК-КА ТС. М 1". Нажатием кнопки "ВЫБОР" выбрать категорию ТС. Нажать кнопку "ВВОД".

На индикаторе добавится надпись : "ОД" - одиночное ТС. Кнопкой "ВЫБОР" можно изменить тип ТС на "АП" – автопоезд. Выбрать кнопкой "ВЫБОР" тип ТС, соответствующий проверяемому ТС. Подтвердить свой выбор нажатием кнопки "ВВОД".

На индикаторе добавится сообщение: "СН" - в снаряжённом состоянии. Кнопкой "ВЫБОР" можно изменить характеристику ТС "ПМ"- полной массы. Выбрать кнопкой "ВЫБОР" характеристику ТС, соответствующую проверяемому ТС. Подтвердить свой выбор нажатием кнопки "ВВОД".

На индикаторе добавится сообщение: "81".

Кнопкой "ВЫБОР" выбрать год изготовления ТС в соответствии с сообщениями на индикаторе: "81".

Подтвердить свой выбор нажатием кнопки "ВВОД".

На индикаторе появится надпись: "РАБОТА", нажать кнопку "ВВОД". "НАКЛОН НАЗАД", "НАКЛОН В НОРМЕ", "НАКЛОН ВПЕРЕД".

Для нормальной установки прибора необходимо, изменяя его положение, добиться на индикаторе сообщения "В НОРМЕ". После появления этого сообщения прозвучит звуковой сигнал. Нажать кнопку "ВВОД".

Затем водитель производит разгон ТС до скорости 40 км/ч и тормозит, причём торможение должно осуществляться в режиме экстренного полного торможения при однократном воздействии на орган управления.

После полной остановки автомобиля снять воздействие на педаль тормоза.

На индикаторе появится сообщение: "РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ ТС". Нажать кнопку "ВВОД". На индикаторе появится сообщение: "ХАРАКТЕРИСТИКА ТС".

В нижней строке будут значения, соответствующие проверяемому ТС, введённые в режиме настройки исходных данных.

Нажать кнопку "ВВОД". На индикаторе появится надпись: НОМЕР ТС.

где ХХХ - номер ТС, введённый перед началом измерения.

На индикаторе появятся значения:

- измеренное значение длины тормозного пути;
- пересчитанная норма тормозного пути.

Нажать кнопку "ВВОД". На индикаторе появятся значения:

- установившееся замедление;
- начальная скорость торможения.

Нажать кнопку "ВВОД". На индикаторе появятся значения:

- время срабатывания тормозной системы;
- усилие нажатия на педаль.

Нажать кнопку "ВВОД". На индикаторе появится значение линейного отклонения. Кнопкой "ОТМЕНА" можно вернуться к индикации предыдущих параметров.

Результаты измерений занести в таблицу.

**Таблица 20**

**Данные измерений**

Наименование показателей	Значения показателей
1. Замедление, м/с	
2. Максимальное усилие на тормозную деталь, кГс	
3. Длина тормозного пути, м	
4. Время срабатывания тормозной системы, сек	
5. Начальная скорость торможения, км/ч	
6. Линейное отклонение при торможении, м	

**5.5. Заключение**

По результатам измерений сделать вывод о техническом состоянии тормозной системы и при несоответствии параметров нормативным произвести регулировку зазоров между тормозными барабанами и накладками.

**Лабораторная работа №6**

**Диагностирование и техническое обслуживание рулевого управления**

**Цель работы:** 1. Изучить устройство прибора для диагностирования рулевого управления автотранспортного средства.

2. Научиться определять техническое состояние рулевого управления.

**6.1. Устройство прибора**

Техническое состояние рулевого управления автотранспортного средства оказывает непосредственное влияние на безопасность движения. Основными показателями, характеризующими состояние являются:

ся зазоры в сопряжениях механизма и в конечном итоге - люфт рулевого колеса. Кроме того, на управляемость автомобиля влияет развал и схождение управляемых колёс.

Прибор К-526 предназначен для измерения суммарного люфта рулевого управления (РУ) легковых и грузовых автомобилей, а также автобусов путём измерения угла поворота рулевого колеса при регламентированном усилии в соответствии с ГОСТ 25478-91. Заводское обозначение прибора К-526.

Прибор К-526 устанавливается и фиксируется захватом за внешнюю сторону обода рулевого колеса проверяемого автотранспортного средства, подключается к питанию с помощью шнура со штекером, устанавливаемым в гнездо прикуривателя автомобиля, а при отсутствии прикуривателя - через переходник к клеммам аккумулятора или внешнего источника постоянного тока 12В.

На электронном блоке устанавливается режим измерения, соответствующий контролируемому транспортному средству.

### **6.2 Проведение измерений**

Включить кнопку "12В", что соответствует подаче питающего напряжения на приборе К-526. На лицевой панели прибора К-526 загорится младший разряд цифрового индикатора датчика угла и светодиода, соответствующий установленному режиму измерения.

Повернуть рулевое колесо влево (против часовой стрелки) плавно, без рывков, за ручку ДУ до загорания светодиода "ЛЮФТ ВЛЕВО ВЫБРАН", что информирует о достижении установленной регламентированной величины усилия и является сигналом оператору об окончании поворота рулевого колеса влево. При этом появление свечения всех разрядов индикатора датчика угла в момент загорания светодиода "ЛЮФТ ВЛЕВО ВЫБРАН" или при снятии усилия на поворот рулевого колеса влево информирует о включении отсчёта датчика угла.

Повернуть рулевое колесо вправо (по часовой стрелке) плавно, без рывков, за рукоятку ДУ до загорания светодиода "КОНЕЦ ИЗМЕРЕНИЯ", что информирует о достижении установленной регламентированной величины усилия и выключении отсчёта датчика угла. На цифровом табло высвечивается показание суммарного люфта. Прекратить воздействие на ручку ДУ.

По окончании замеров зафиксировать показания суммарного люфта.

### **6.3. Заключение**

По результатам измерений сделать вывод о техническом состоянии рулевого управления и при необходимости произвести регулировку зазора в червячной паре или замену шарниров рулевых тяг.

## **Лабораторная работа № 7**

### **Контроль состояния системы зажигания карбюраторных двигателей**

**Цель работы:** 1. Научиться определять техническое состояние системы зажигания с помощью мотор-тестера КИ-12-1.  
2. Сделать выводы о техническом состоянии системы зажигания.

#### **7.1. Общие положения**

Система зажигания обеспечивает работоспособность двигателя и автомобиля в целом, т.к. служит источником выполнения рабочей смеси в камере сгорания и определяет базовые параметры работы двигателя. От технического состояния будут зависеть экономико-технические показатели работы автомобиля. Для определения показателей используется мотор-тестер КИ-12-1.

#### **7.2. Порядок выполнения работы**

Нажмите на мотор-тестере кнопку 2 V, 20 V или 200 V, в зависимости от ожидаемого значения измеряемого напряжения.

С помощью ручки потенциометра при замкнутых клеммах + URC произведите установку нуля аналогового блока БА-1 и в зависимости от используемого измерительного входа измеряемое напряжение подавайте на клеммы  $\pm$ URC или на зажимы кабеля преобразователя тока ПТХ-1, при этом для источника, измеряемого напряжения с заземленным отрицательным или положительным полюсом строго соблюдайте фазировку его подключения: заземлённый полюс источника измеряемого напряжения подключайте только к клемме или к зажиму кабеля преобразователя тока с чёрным изолятором.

При достижении устойчивых показаний на индикаторном табло аналогового блока БА-1 произведите отсчёт результата измерения.

Нажмите на мотор-тестере кнопку 200  $\Omega$  или 200  $\Omega_k$  в зависимости от ожидаемого значения измеряемого сопротивления.

С помощью ручки потенциометра при замкнутых клеммах  $\pm$ URC или зажимов кабеля преобразователя тока ПТХ-1, в зависимости от используемого измерительного входа произведите установку нуля аналогового блока БА-1 и подключите измеряемое сопротивление к измерительному входу.

При достижении устойчивых показаний на индикаторном табло аналогового блока БА-1 произведите отсчёт результата измерений.

Нажмите на мотор-тестере кнопку 2  $\mu$ F- и с помощью ручки потенциометра произведите установку нуля аналогового блока БА-1.

Подключите измеряемую ёмкость к клеммам  $\pm URC$  и при достижении устойчивых показаний на индикаторном табло аналогового блока БА-1 произведите отсчёт результата измерения.

Установите трансформатор тока ТТС-1 на провод свечи зажигания первого цилиндра двигателя.

Установите делитель напряжения зажигания ДНЗ-1 на центральный провод прерывателя-распределителя, зажим кабеля с чёрным изолятором делителя напряжения подключите к корпусу прерывателя; а зажим кабеля с красным изолятором - к клемме прерывателя.

Нажмите на мотор-тестере кнопку 40 кВ и с помощью ручки потенциометра произведите установку нуля аналогового блока БА-1.

Установите на мотор-тестер трафарет из комплекта принадлежностей, соответствующий числу и порядку работы цилиндров, диагностируемого двигателя. Нажмите на мотор-тестере кнопку 4Ц, 6Ц или 8Ц в зависимости от числа цилиндров диагностируемого двигателя. Запустите двигатель и установите рекомендуемую технологией диагностирования частоту вращения коленчатого вала, контроль и измерение которой производите по показаниям на индикаторном табло блока тахометра БТ-1 при отжатой кнопке мин.

Измерение угла замкнутого состояния контактов прерывателя по каждому цилиндру (кнопка нажата) и среднего значения угла поворота распределительного вала двигателя, соответствующего замкнутому состоянию контактов прерывателя (кнопка отжата), производите по показаниям на индикаторном табло блока угловых параметров БУП-1.

Измерение изменения частоты вращения коленчатого вала при отключении из работы каждого из цилиндров двигателя (кнопка нажата) производите по показаниям на индикаторном табло блока тахометра БТ-1.

Измерение угла опережения зажигания с помощью стробоскопического фонаря ФС-1 производите по показаниям на индикаторном табло блока угловых параметров при нажатой кнопке.

Зафиксировать данные измерений.

Занести в таблицу 21.

**Таблица 21**

**Результаты измерений**

Наименование показателей	Значения	
	Факт.	Норм.

**Заключение**

По результатам проверки сделать выводы о техническом со-

стоянии системы зажигания и о необходимости проведения работ по устранению выявленных неисправностей.

## **Лабораторная работа № 8**

### **Диагностика датчиков и контрольно-измерительных приборов**

**Цель работы:** 1. Научить методику проверки контрольно-измерительных приборов и датчиков системы электрооборудования тракторов и автомобилей.

2. Произвести проверку и при необходимости отрегулировать:

- а) датчик уровня топлива и указатель уровня;
- б) указатель и датчик электротеплового импульсного манометра;
- в) указатель и датчик электротеплового импульсного манометра;
- г) датчик аварийной температуры;
- д) датчик и указатель логометрического манометра;
- е) датчик аварийного давления.

#### **8.1. Общие положения**

Одно из систем автотракторного электрооборудования является система сигнализации. Современные машины оборудованы различными датчиками и регистрирующими приборами, которые характеризуют режим работы двигателя и состояние основных его объектов.

По времени действия сигнал; может быть непрерывным к периодическим.

#### **8.2. Порядок выполнения работы**

Проверить датчик уровня топлива ВМ 22 А. Установить угломер на панели. Установить датчик так, чтобы штырь угломера находился справа от рычага датчика.

Подключить прибор к питанию и датчику по схеме на панели прибора. Снять показания микроамперметра при нажатой кнопке "отсчёт". Данные занести в таблицу 22. Сделать выводы о состоянии датчика.

Проверить указатель уровня топлива. Подключить прибор к батарее питания. Переключатель рода проверок установить в положение "лог". Переключатель эталонных сопротивлений установить в положение 0, 1/2, 1/4 в секторе "уровень". Заполнить таблицу 23. Сделать выводы о состоянии датчика.

Таблица 22

## Результаты замеров

№	Положение рычага датчика уровня	Угол наклона рычага датчика	Показания микроамперметра при исправном датчике	Показания микроамперметра проверяемого датчика
1.	0	31%	0+15	
2.	¼	54%	52±58	
3.	½	71%	100±109	
4.	П	98%	149±152	

Таблица 23

## Результаты замеров

№	Положение переключателя	Погрешность исправного показателя от длины скалы	Фактическая погрешность от длины шкалы
	Линия стрелки в пределах 0...152		

Проверить датчик электротеплового импульсного манометра. Навернуть на датчик переходной штуцер и вставить в соединительную муфту прибора. Вернуть вентиль. Переключатель рода проверок поставить в положение "Д" в секторе "Т" и "Р". Установить насосом в воздушной системе величины давления согласно шкале. Каждую точку выдерживать в течение 2-х минут. Снять показания микроамперметра при нажатой кнопке "отсчёт". Заполнить таблицу 24. Сделать выводы.

Таблица 24

## Результаты замеров

№	Давление по манометру кГс/см <sup>2</sup>	Показания при неисправности датчика, мкА	Показания проверяемого датчика, мкА
1.	0	16+18	
2.	2	67+77	
3.	5	128+150	

Проверить датчик электротеплового импульсного термометра ТМ-3. На заднюю стенку прибора навесить нагреватель, заполненный на ¾ объёма дистиллированной водой. Установить контрольный термометр и датчик. Переключить прибор по схеме, приведённой на панели. Переключатель рода проверок поставить в положение "Д". Электронагреватель можно выключить при температурах, меньших контрольных (40°, 80°, 100°). Заполнить таблицу 25. Сделать выводы о

техническом состоянии датчика.

**Таблица 25**

**Результаты замеров**

№	Температура воды, С°	Показания при исправном датчике, мкА	Показания проверяемого датчика, мкА
1	40	113+145	
2	80	53+50	
3	100	17+25	

Проверить указатель электротеплового импульсного манометра. Указатель установить на стойке в правом углу прибора. Переключатель рода проверок установить в положение "лог". Потенциометром прибора установить стрелку проверяемого прибора на соответствующих делениях с 2-х минутной выдержкой на контрольной точке. Аналогично предыдущим опытам снять показания микроамперметра. Заполнить таблицу 26. Аналогично проверить указатель электротеплового импульсного термометра. Заполнить таблицу 27.

**Таблица 26**

**Результаты замеров**

№	Показания проверяемого указателя, кГс/см <sup>2</sup>	Показания микроамперметра исправного прибора, мкА	Показания проверяемого прибора, мкА
1.	0	52±14	
2.	2	136±4	
3.	5	194±10	

**Таблица 27**

**Результаты замеров**

№	Показания проверяемого указателя, С°	Показания микроамперметра исправного прибора, мкА	Показания проверяемого прибора, мкА
1.	100	72±8	
2.	80	120±4	
3.	40	136±10	

Проверить датчик аварийной температуры ТМ-104. Подключение прибора аналогично проверке датчика, температуры, импульсных, электротепловых. Переключатель рода, проверок установить в положение "СИГИ" При срабатывай; датчика загорается правая контрольная; лампа датчика ТМ-104 (температура замыкания контактов).

**8.3. Сделать общие выводы по работе.**

## У ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ПРОГРАММА

1. Понятия о техническом состоянии.
2. Причины и последствия применения технического состояния.
3. Работоспособность и отказ.
4. Влияние отходов на транспортный процесс.
5. Методы определения технического состояния.
6. Закономерности применения технического состояния первого вида.
7. Закономерности применения технического состояния второго вида.
8. Оценка случайных величин.
9. Стратегии обеспечения работоспособности.
10. Тактики обеспечения и поддержания работоспособности.
11. Характеристика ТО.
12. Характеристика ремонта.
13. Качество и технико-эксплуатационные свойства автомобилей.
14. Надёжность автомобилей.
15. Показатели качества автомобилей.
16. Классификация отказов и неисправностей автомобилей.
17. Показатели надёжности сложных систем.
18. Процесс восстановления изделий и их совокупностей.
19. Механизм смещения отказов разных поколений.
20. Показатели процесса восстановления.
21. Процесс управления возрастной структурой парков автомобилей.
22. Нормативы ТЭ и их назначение.
23. Определение периодичности ТО по допустимому уровню безотказности.
24. Определение периодичности по закономерности применения параметра технического состояния.
25. Технико-экономический метод определения периодичности ТО.
26. Экономико-вероятностный метод определения периодичности ТО.
27. Понятия о трудозатратах и трудоёмкости.
28. Виды и структура норм трудоёмкости при ТЭА.
29. Методы нормирования.
30. Назначения и виды норм на запчасти.
31. Методы определения норм запчастей.
32. Факторы, влияющие на расход запасных частей.
33. Нормирование ресурсов автомобилей и агрегатов.
34. Системы массового обслуживания.
35. Классификация случайных процессов при ТЭА.

36. Классификация случайных процессов при ТЭТ.
37. Структура систем массового обслуживания.
38. Показатели эффективности систем массового обслуживания.
39. Факторы, влияющие на показатели эффективности средств массового обслуживания.
40. Основные методы интенсификации производственных процессов.
41. Назначение системы ТО и Р.
42. Требования к системе ТО и Р.
43. Метод группировки операций ТО по стержневым операциям.
44. Техничко-экономический метод группировки операций.
45. Содержание системы ТО и Р.
46. Уровни регламентации ТО и Р.
47. Фирменные системы ТО и Р.
48. Расчет производственной программы ТО.
49. Расчет штата обслуживающего персонала.
50. Определение числа постов ТО и Р.
51. Влияние условий эксплуатации на техническое состояние автомобилей.
52. Методы учёта условий эксплуатации.
53. Ресурсное корректирование нормативов.
54. Оперативное корректирование нормативов.
55. Оценка состояния автомобильных парков.
56. Связь коэффициента технической готовности с надёжностью автомобилей.
57. Цели ТЭА и ТЭТ.
58. Положение о ТО и Р.
59. Классификация условий эксплуатации.
60. Влияние отказов на транспортный процесс.
61. Показатели процесса восстановления.
62. Дайте определение понятий «технология», «технологический процесс», «производственный процесс».
63. С какими основными видами работ связано выполнение технического обслуживания и текущего ремонта? Дайте их краткую характеристику.
64. В чем сущность процесса организации и проведения мойки автомобиля? Применяемое оборудование.
65. В чем сущность процесса проведения диагностических работ? Применяемое оборудование.
66. На что влияет качество крепежных работ? Требования к их проведению.
67. Особенности проведения кузовных и окрасочных работ; приме-

няемое оборудование.

68. Какие типы оборудования применяются при проведении разборно-сборочных, подъемно-транспортных работ?
69. Какие основные отказы и неисправности происходят с кривошипно-шатунным механизмом? Способы устранения, применяемое оборудование.
70. Какие основные отказы и неисправности происходят с цилиндропоршневой группой? Способы устранения, применяемое оборудование.
71. Как проверить и отрегулировать угол опережения зажигания?
72. Какие основные неисправности происходят с системами питания двигателей разного типа? Приемы обнаружения и устранения.
73. Основные неисправности автоматической коробки переключения передач, методы ремонта.
74. Как обслуживаются узлы автомобиля, обеспечивающие безопасность движения?
75. Какие причины вызывают неравномерный износ протектора шин?
76. Какие существуют технологические приемы измерения и регулировки углов установки колес?
77. Какие существуют виды и способы ремонта шин?
78. По каким показателям согласно ГОСТ – 25478 нормируется техническое состояние тормозной системы, шин, фар автомобиля?
79. Основные неисправности узлов системы электрооборудования автомобиля; приемы обнаружения и устранения.
80. В чем состоит принцип подключения автосигнализации и ее обслуживания?
81. Какие технологические процессы применяются при ТО и ТР автомобилей? Методы их организации.
82. Назовите основные виды изделий и материалов, используемых автомобильным транспортом.
83. Классифицируйте факторы, влияющие на расход запасных частей, и характеризуйте степень их влияния.
84. Какими методами определяют потребность в запасных частях?
85. Назовите каналы, по которым запасные части поступают к потребителям в нашей стране и за рубежом.
86. Характеризуйте типы складов, входящих в фирменную систему обеспечения потребителей запасными частями.
87. Каким образом определяются номенклатура и объем хранения запасных частей на складах различных уровней?
88. На какие группы по частоте спроса подразделяется номенклатура запасных частей? Каким образом определяются детали, входящие

- в каждую из групп?
89. Как определяют размер и периодичность заказа запасных частей?
  90. Какими методами осуществляется управление запасами, хранящимися на складах запасных частей?
  91. Каким образом осуществляется учет расхода материальных ценностей на АТП?
  92. Характеризуйте влияние факторов, определяющих эксплуатационный расход топлива.
  93. Какие составляющие определяют нормируемый расход топлива легковых, грузовых автомобилей и самосвалов?
  94. Каким образом нормируется расход смазочных материалов?
  95. Как устроены современные АЗС с подземным хранением топлива?
  96. Назовите основные методы ресурсосбережения, используемые на АТП.
  97. Каким образом и почему проявляется влияние низких температур окружающей среды на эксплуатационные свойства автомобилей?
  98. Способы и методы облегчения пуска двигателей при безгаражном хранении автомобилей. Каковы их преимущества и недостатки?
  99. Рассмотрите энергетический баланс при пуске двигателя и весовой вклад его составляющих.
  100. Каковы особенности технической эксплуатации автомобилей в горной местности и при высоких температурах окружающей среды?
  101. В чем особенности эксплуатации городских маршрутных автобусов, влияющие на методы обеспечения их работоспособности?
  102. Какие факторы определяют сложность городского автобусного маршрута? Что такое категория сложности маршрута?
  103. К какому виду (ресурсному или оперативному) относится корректирование нормативов технической эксплуатации в зависимости от категории сложности автобусного маршрута.
  104. Перечислите специфические требования к технической эксплуатации автомобилей, участвующих в международных перевозках. Чем они диктуются?
  105. Дайте характеристику системам технического обслуживания и ремонта специализированного, устанавливаемого на автомобилях. Как они сочетаются с системой ТО и ремонта базовых автомобилей?
  106. Перечислите основные виды альтернативных топлив и энергии, применяемых на автомобильном транспорте. Какие виды альтернативных топлив и почему наиболее перспективны в ближайшие годы?

107. Как применение альтернативных видов топлив скажется на организации ТО и ремонта автомобилей?
108. Какие дополнительные требования, и по каким причинам предъявляются к производственной базе для обслуживания автомобилей, использующих сжатый природный газ и сжиженный нефтяной?
109. В чем особенности использования и технической эксплуатации индивидуальных некоммерческих автомобилей?
110. Перечислите и дайте характеристику предприятиям, обслуживающим владельцев индивидуальных автомобилей.
111. Перечислите виды воздействия автотранспортного комплекса на окружающую среду.
112. Перечислите виды воздействий автомобиля на окружающую среду.
113. Назовите токсичные компоненты отработавших газов бензиновых и дизельных автомобилей.
114. Объясните понятие «предельно допустимые концентрации токсических веществ». Перечислите их виды.
115. Каков состав и масса токсических веществ, выбрасываемых в атмосферу с отработавшими газами бензинового и дизельного двигателя?
116. Что такое массовые выбросы вредных веществ и чем они отличаются от приведенных выбросов?
117. Как рассчитываются приведенные выбросы?
118. Как определяется относительная опасность токсичных выбросов отработавших газов автомобиля?
119. Как определяется относительная агрессивность токсичных выбросов отработавших газов автомобиля?
120. Какие вещества в отработавших газах бензиновых и дизельных автомобилей представляют наибольшую опасность?
121. Назовите основные факторы, влияющие на загрязнение окружающей среды автотранспортным комплексом региона.
122. Назовите основные факторы, влияющие на величину загрязнений, образующихся на АТП.
123. Перечислите основные выбросы, сбросы и отходы, образующихся при производственной деятельности АТП. Каковы их источники?
124. Каковы нормируемые в эксплуатации и при сертификационных испытаниях параметры токсичности бензиновых, газобаллонных и дизельных автомобилей? Чем они отличаются?
125. Перечислите основные технические и организационные мероприятия ИТС, обеспечивающие экологическую безопасность автомо-

билей в эксплуатации.

126. Используя понятия дерева систем ТЭА и ТЭТ, перечислите мероприятия НТП на государственном, отраслевом и хозяйственном уровнях. Дайте оценку их эффективности, управляемости, ресурсоемкости.
127. Каковы причины затухания эффекта при последовательном внедрении однородных технических средств и технических процессов?
128. Дайте анализ статьям по технической эксплуатации журналов «Автомобильный транспорт» и «За рулем» за последний год. Какие предложения, содержащиеся в этих статьях, по вашему мнению, могут быть отнесены к мероприятиям научно-технического прогресса?
129. Распределите эти статьи по факторам дерева систем ТЭА. О чем свидетельствуют результаты этой группировки?
130. Перечислите основные факторы, влияющие на формирование рынка услуг технической эксплуатации.
131. Укажите последствия для технической эксплуатации количественного и качественного изменения рынка услуг.
132. Определите связь управления возрастной структурой парков с темпами реализации мероприятий НТП.
133. Дайте прогноз конструкции автомобиля. Как возможные конструктивные изменения могут сказаться на системе технического обслуживания и ремонта?
134. Как и в чем, по вашему мнению, скажется на подсистеме технической эксплуатации применение альтернативных видов топлив и энергии?
135. Какова роль компьютерной техники при управлении производственными процессами ТО и ремонта автомобилей? Сформулируйте требования к системе управления и учета без использования «бумажной» документации.

## ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- основная литература:

1. Аринин, И.Н. Техническая эксплуатация автомобилей/ И.Н. Аринин, С.И. Коновалов, Ю.В. Баженов — Изд. 2-е. — Ростов н/Д : Феникс, 2007. — 314 с.
2. Баженов, С.П. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / С.П. Баженов, Б. Н. Казьмин, С.В. Носов// Под ред. С.П. Баженова. - М.: Издательский центр "Академия", 2005. - 336 с.
3. Грибков, В.М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей. - М.: техника, 1984. - 480 с.
4. Коваленко, Н.А. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебное пособие для учащихся средних специальных учебных заведений по специальности «Техническая эксплуатация автомобилей»/Н.А. Коваленко, В.П. Лобах, Н.В. Вепринцев. - Могилев.: Белорусско-Российский университет, 2005. - 257 с.
5. Коваленко, Н.А., Лобах В.П., Вепринцев Н.В. Техническая эксплуатация автомобилей Учеб. пособие/Н.А. Коваленко, В.П. Лобах, Н.В. Вепринцев. - Минск.: Новое знание, 2008. - 352 с.
6. Кузнецов, Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт, 1990. - 272 с.
7. Курочкин, И.М. , Техническая эксплуатация автомобилей Лабораторный пратикум / И.М. Курочкин, А.О. Хренников, Д.В. Доровских. –Тамбов.: ТГТУ. 2008. – 80 с.
8. Малкин, В.С. Техническая эксплуатация автомобилей: Теоретические и практические аспекты. учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2007 — 288 с.
9. Маслов, Г.Г. Техническая эксплуатация МТП. (Учебное пособие)/Маслов Г.Г., Карабаницкий А.П., Кочкин Е.А. - Краснодар., Кубанский государственный аграрный университет, 2008. –142 с.
10. Мороз, С.М. Методы обеспечения работоспособного технического состояния автотранспортных средств: учебник / С.М. Мороз. – М.: МАДИ, 2015. – 204 с.
11. Организация хранения, технического обслуживания и ремонта автомобильного транспорта: учебное пособие. — М.: ИД "ФОРУМ", ИНФРА-М, 2008. — 256 с.
12. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. Под ред. Е.С. Кузнецова. - М.: Наука , 2001, 2004 гг. – 535 с.
13. Техническое обслуживание и текущий ремонт автомобилей:

учебное пособие. — М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2007. - 432 с.

14. Туревский, И.С. Дипломное проектирование автотранспортных предприятий Учебное пособие. — М.: Ид «Форум»: Инфра-М, 2007. — 240 с.: ил. — ISBN: 978-5-8199-0296-7, 978-5-16-002812-5 — (Профессиональное образование) — (OCR).

15. Холманов, В.М. Эксплуатация МТП. учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - Ульяновск.: УСХИ, 1998. - 144 с.

- *дополнительная литература:*

16. Дидманидзе, О.Н. и др. Техническая эксплуатация автомобилей. Методические рекомендации по выполнению курсового проекта. – М.: МГАУ, 2000 – 66с.

17. Зангиев, А.А., Шпилько А.В., Левшин А.Г. Эксплуатация машинно-тракторного парка.- М.: Колос, 2003.

18. Зангиев, А.А. Эксплуатации машинно-тракторного парка. – М.: КолосС, 2005. – 320 с.Напольский Г.М. Технологичное проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания. М.: Транспорт, 1993.- 214 с.

19. Карабаницкий, А. П. Теоретические основы производственной эксплуатации машинно-тракторного парка. М.: КолосС, 2003, - 95 с.

20. Маслов, Г.Г. Эксплуатации машинно-тракторного парка. - Краснодар., 2003. – 189 с.

21. Воробьев, В.А. Механизация и автоматизация сельскохозяйственного производства – М.: КолосС, 2004. – 541с.

22. Скакум, С.И. машины и оборудование для предприятий АПК: практикум. – Минск.: 2002. – 275с.

23. Овчинников, В.П. Технологические процессы диагностирования, обслуживания и ремонта автомобилей : учеб. пособие / В. П. Овчинников, Р. В. Нуждин, М. Ю. Баженов ; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. – 284 с.

24. Попов, Л.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка в агропромышленном комплексе – Сыктывкар: Сыктывкарский лесной институт, 2004, - 152с.

25. Шатерников, В.С. Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств и их составных частей [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шатерников В.С., Загородний Н.А., Петридис А.В.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2012.— 387 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28407>

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
I ГЛОССАРИЙ.....	4
II ЛЕКЦИОННЫЙ КУРС.....	7
РАЗДЕЛ I ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ.....	7
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИ- ЛЕЙ.....	7
1.1 Основные тенденции развития автомобильной отрасли и технической эксплуатации автомобилей.....	7
1.2 Основные понятия и определения технической эксплуатации автомобилей.....	11
1.3 Требования, предъявляемые к инженеру-механику.....	20
<i>Контрольные вопросы.....</i>	26
2 ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	27
2.1 Понятие о техническом состоянии.....	27
2.2 Причины и последствия изменения технического состояния.....	29
2.3 Влияние эксплуатационных факторов на техническое состояние автомобилей.....	34
2.4 Работоспособность и отказ.....	37
2.5 Методы определения технического состояния.....	39
<i>Контрольные вопросы.....</i>	47
3 ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СО- СТОЯНИЯ.....	47
3.1 Виды закономерностей.....	47
3.2 Закономерности изменения технического состояния по наработке.....	49
3.3 Закономерности случайных процессов изменения технического состояния.....	50
3.4 Методы оценки случайных величин.....	52
<i>Контрольные вопросы.....</i>	58
4 СИСТЕМА ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	58
4.1 Методы обеспечения работоспособности.....	58
4.2 Система технического обслуживания и ремонта.....	61
4.3 Тактики обеспечения и поддержания работоспособности.....	65

4.4	Понятие о нормативах технической эксплуатации.....	67
4.5	Определение периодичности технического обслуживания... <i>Контрольные вопросы</i> .....	70 81
5	<b>ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ</b> .....	82
5.1	Формирование структуры системы ТО и ремонта.....	84
5.2	Организация технического обслуживания.....	90
5.3	Трудоемкость и трудозатраты при эксплуатации автомобилей .....	93
5.4	Организация технологического процесса ТО и ремонта автомобилей .....	101
	<i>Контрольные вопросы</i> .....	109
	<b>РАЗДЕЛ II ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВ- ТОМОБИЛЕЙ</b> .....	109
6	<b>ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЕЙ</b> .....	109
6.1	Условия эксплуатации автомобилей.....	109
6.2	Показатели работы подвижного состава.....	116
6.3	Эксплуатация автомобилей в особых условиях.....	119
6.4	Приемы и параметры экономичной эксплуатации Автомобилей.....	133
	<i>Контрольные вопросы</i> .....	147
	<b>РАЗДЕЛ III ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ</b> .....	147
7	<b>ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ</b> .....	147
7.1	Структура производственно-технической базы.....	147
7.2	Выбор средств технического обслуживания.....	154
7.3	Центральный нефтесклад хозяйства.....	159
7.4	Складское хозяйство.....	160
	<i>Контрольные вопросы</i> .....	163
8	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ</b> .....	163
8.1	Назначение и виды норм расхода запасными частями..	163
8.2	Методы определения норм расхода запасных частей..	164
8.3	Нормирование и оценка ресурсов агрегатов и машин..	167
8.4	Применение статистических испытаний при нормировании и обосновании управленческих решений.....	170
	<i>Контрольные вопросы</i> .....	172
9	<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ТОПЛИВО-</b>	

	СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛАХ.....	173
	<i>Контрольные вопросы</i> .....	182
10	ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОСТИ В ШИНАХ	182
	<i>Контрольные вопросы</i> .....	183
IV	ЛАБОРАТОРНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ РАБОТЫ.....	184
1	Практическая работа № 1. Изучение средств диагностики и обслуживания автомобилей.....	184
2	Лабораторная работа № 2. Определение светопропускания стекла автомобиля.....	204
3	Лабораторная работа № 3. Контроль и регулировка содержания СО в отработавших газах карбюраторных двигателей.....	207
4	Лабораторная работа № 4. Определение дымности отработавших газов дизельных двигателей.....	209
5	Лабораторная работа № 5. Диагностирование и техническое обслуживание тормозных систем.....	211
6	Лабораторная работа № 6. Диагностирование и техническое обслуживание рулевого управления.....	214
7	Лабораторная работа № 7. Контроль состояния системы зажигания карбюраторных двигателей.....	216
8	Лабораторная работа № 8. Диагностика датчиков и контрольно-измерительных приборов.....	218
V	ЭКЗАМЕНАЦИОННАЯ ПРОГРАММА.....	221
	ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА...	227

**Глушенко Андрей Анатольевич**

**Техническая эксплуатация автомобилей**

Учебное пособие для студентов инженерно-физического факультета. –  
Ульяновск: УлГУ, 2019. –232с.

Подписано в печать \_\_\_\_\_  
Формат 60х90/16 Бумага офсетная №1  
Гарнитура TimesNewRoman. Усл. печ. л. 14,5  
Тираж 150          Заказ \_\_\_\_\_

---

Адрес издателя: 432017, г. Ульяновск,