



**Эксплуатация и техническое  
диагностирование  
транспортно-технологических  
машин**

**СКИФ**



**Кафедра «Эксплуатация транспортных  
систем и логистика»**

**Лекционный курс**

**Автор**

**Павленко А. Н.**

Ростов-на-Дону,  
2018

## Аннотация

Для успешной сдачи зачета по дисциплине необходима активная демонстрация студентом своих знаний на практических (семинарских) занятиях, своевременное и правильное выполнение практических и тестовых заданий, а также верные ответы на контрольные вопросы по дисциплине.

Для самостоятельной работы по курсу «Эксплуатация и техническое диагностирование транспортно-технологических машин» отводится определенное количество часов для каждой темы (см. рабочую программу). При сдаче заданий предусматриваются сроки их выполнения и критерии оценки.

Если все задания выполнены правильно, магистрант при их выполнении продемонстрировал знание материала, умение мыслить и творческий подход, за самостоятельную работу выставляется «зачет».

Если правильно выполнено менее половины заданий, за самостоятельную работу выставляется «незачет». В таком случае баллы за самостоятельную работу не начисляются.

## Автор

**Павленко Андрей Николаевич**

**к.т.н., доцент**

Сфера научных интересов – оценка риска эксплуатации подъемных сооружений, металлические конструкции грузоподъемных кранов.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ЛЕКЦИЯ № 1 Основные термины и определения. Цели и задачи дисциплины «Эксплуатация и техническое диагностирование транспортно-технологических машин». Содержание курса и связь его с другими дисциплинами ...4

**Основы обеспечения работоспособности автомобиля ..... 4**

**Характер изменения параметров во время эксплуатации ..... 5**

**Основные причины изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации ..... 6**

**Влияние условий эксплуатации на изменение технического состояния автомобиля ..... 6**

**Основы обеспечения работоспособности силовых агрегатов и трансмиссий автомобиля ..... 7**

**Система технического обслуживания и ремонта силовых агрегатов и трансмиссии транспортно-технологических машин ..... 8**

**Система технического обслуживания ..... 10**

ЛЕКЦИЯ № 2 Теоретические основы технической эксплуатации машин. Надежность и работоспособность машин и оборудования. Влияние режима работы и условий эксплуатации на безотказность и долговечность двигателей .....12

**Закономерности изменения технического состояния по наработке автомобилей на отказ (закономерности первого вида) ..... 13**

**Закономерности случайных процессов изменения технического состояния группы автомобилей 14**

**Для технической эксплуатации характерны следующие законы распределения ..... 16**

**Техническая эксплуатация трансмиссии транспортно-технологических машин (автомобилей) с автоматической коробкой передач ..... 16**

ЛЕКЦИЯ № 3 Организационные и теоретические основы обеспечения надежности в процессе эксплуатации транспортно-технологических машин .....19

ЛЕКЦИЯ № 4 Основные свойства эксплуатационных материалов и их влияние на безотказность и долговечность машин. Общие свойства эксплуатационных материалов и требования к ним .....22

**Использование сжатого природного газа в двигателях транспортно-технологических машин ..... 23**

ЛЕКЦИЯ № 5 Технология технической эксплуатации, диагностирования и технического обслуживания машин и механизмов ..... 33

ЛЕКЦИЯ № 6 Охрана труда при эксплуатации машин. Обеспечение безопасности при эксплуатации транспортно-технологических машин .....39

## ЛЕКЦИЯ № 1

# Основные термины и определения. Цели и задачи дисциплины «Эксплуатация и техническое диагностирование транспортно-технологических машин». Содержание курса и связь его с другими дисциплинами

Современная рекламная и маркетинговая деятельность предполагает широкое использование специальных программных продуктов, называемых презентациями. Компьютерные презентации часто используют в рекламе при проведении научных конференций и совещаний. Часто презентации запускают на выставках в автоматическом режиме.

Интерфиксация производства, повышение производительности труда, экономия всех видов ресурсов — это задачи, имеющие непосредственное отношение к автомобильному транспорту, и его подсистеме – технической эксплуатации автомобилей (ТЭА), обеспечивающей работоспособность парка.

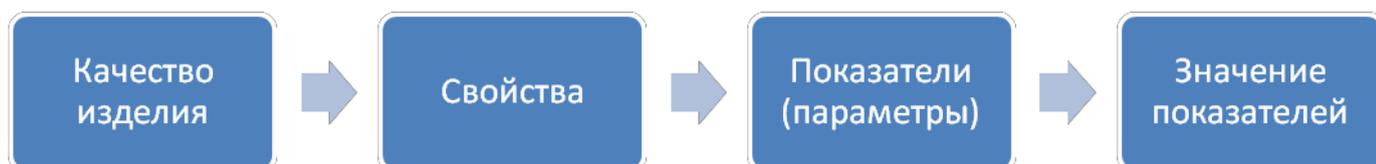
Основные задачи технической эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта:

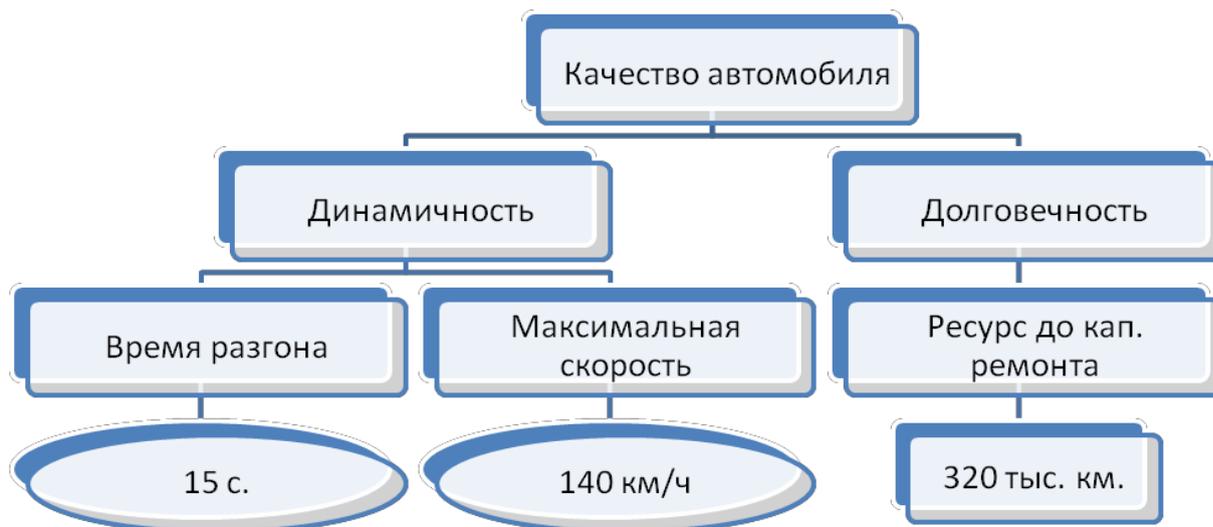
1. Обеспечение работоспособности и реализации потенциальных свойств автомобиля, заложенных при его создании.
2. Снижение затрат на содержание ТО и ремонт автомобилей.
3. Уменьшение простоев в ремонте.
4. Снижение себестоимости перевозок и повышение экономичности.
5. Обеспечение экологической безопасности перевозок.

Важной задачей является также реализационная организация технической эксплуатации автомобилей в особых условиях: при работе и хранении в условиях низких температур, эксплуатации в условиях горной местности.

## Основы обеспечения работоспособности автомобиля

**Качество** – это совокупность свойств, определяющих степень пригодности автомобиля, агрегата, материала к выполнению заданных функций при использовании по назначению. Каждое свойство характеризуется одним или несколькими показателями, которые могут принимать различные количественные значения





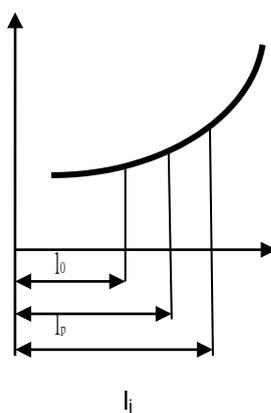
Часть показателей свойств автомобилей, например, габаритные размеры, грузоподъемность или вместимость остаются практически неизменными в течение всего периода эксплуатации. Однако показатели большинства свойств, определяемых качеством автомобиля, например, экономичность, безопасность, динамичность, производительность изменяются в процессе работы.

Современный автомобиль состоит из 15 – 20 тысяч деталей, из которых 79 тыс. теряют свои первоначальные свойства при работе, причем 3-4 тыс. деталей имеют срок службы меньше чем автомобиль в целом. Из них 80-100 деталей влияют на безопасность движения, а 150-300 деталей «критических» по надежности чаще других требуют замены, вызывают наибольшие простои автомобилей, трудовые и материальные затраты.

### Характер изменения параметров во время эксплуатации

**Качество** Нарботка на отказ изменяется в зависимости от времени от времени эксплуатации и первоначальных свойств.

Если продолжить экспонировать, то автомобиль за пределом  $l_p$  (например  $l_j$ ), то наступит отказ, т.е. событие, заключающееся в нарушении работоспособности.



Так наработка на отказ изменяется в зависимости от времени эксплуатации или пробега по экспоненциальной зависимости.

$$P_k(t) = P_{k1} \exp[-k(t-1)],$$

где  $P_k(t)$ ,  $P_{k1}$  – показатели качества на  $t$ -м и первом году эксплуатации;

$k$  – коэффициент определяющий интенсивность изменения показателя качества во времени (пробегу);

$t$  – продолжительность эксплуатации.

**Надежность** – это свойство объекта, в том числе и автомобиля, сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения.

### Основные причины изменения технического состояния автомобиля в процессе эксплуатации

1. Изнашивание: абразивное, эрозионное, усталостное, окислительное, электроэрозионное, изнашивание при заедании.
2. Пластичные деформации и разрушения: ДТП, превышение нагрузки, неправильный расчет.
3. Усталостные разрушение рессор полуосей.
4. Коррозия, происходит из-за длительного воздействия окружающей среды.
5. Старение.

### Влияние условий эксплуатации на изменение технического состояния автомобиля

1. Дорожные условия.
2. Условия движения.
3. Условия перевозки.
4. Природно-климатические условия.
5. Сезонные условия.
6. Агрессивность окружающей среды.

## Основы обеспечения работоспособности силовых агрегатов и трансмиссий автомобиля

**Качество** – называется событие, при котором происходит полная или частичная утрата работоспособности.

Классификация отказов:

1. По источнику возникновения
  - a. конструктивные
  - b. производственные
  - c. эксплуатационные
2. Связанные с отказом других элементов
  - a. Зависимые
  - b. Независимые
3. По характеру возникновения и возможности прогнозирования
  - a. Постепенные
  - b. Внезапные
  - c. Перемещающиеся
4. По частоте возникновения (наработки)
  - a. С малой наработкой на отказ 3000-4000 км.
  - b. Средняя 12-16 тыс. км.
  - c. С большой наработкой >16 тыс. км.
5. По трудоемкости восстановления
  - a. Малой трудоемкости до 2ч.
  - b. Средней трудоемкости от 2 до 4 ч.
  - c. Большой трудоемкости >4 ч.

## **Система технического обслуживания и ремонта силовых агрегатов и трансмиссии транспортно-технологических машин**

Для поддержания работоспособности автомобилей большое число воздействий, которые можно разделить на две группы: техническое обслуживание и ремонт.

Задача ТО состоит в предупреждении возникновения отказов.

Задача ремонта в устранении отказов, т.е. восстановление работоспособности.

Система ТО и ремонта состоит из комплекса взаимосвязанных положений и норм, определяющих порядок проведения работ по ТО и ремонту с целью обеспечения заданных показателей качества автомобиля в процессе эксплуатации.

Сущность этой системы заключается в том, что техническое обслуживание автомобилей является профилактических мероприятий и проводятся принудительно в плановом порядке через определенные пробеги.

К системе ТО и ремонта предъявляются следующие требования:

1. Обеспечение заданных уровней эксплуатационной надежности автомобилей при различных материальных и трудовых затратах;
2. Ресурсосберегающая и предохранительная направленность;
3. Планово-нормативный характер, позволяющий обеспечить организацию ТО и ремонта на всех уровнях;
4. Обязательность для всех организаций и предприятий, владеющих автомобильным транспортом;
5. Конкретность, доступность и пригодность для руководства и предприятий решений;
6. Стабильность основных принципов и гибкость конкретных нормативов учитывающих изменение условий эксплуатации, конструкции и надежности;
7. Учет разнообразия условий эксплуатации.

Основные принципы планово-предупредительной системы изложены в действующем «Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта» утвержденном приказом Департамента автомобильной промышленности Минпрома Российской Федерации от 1 ноября 1992 г. N 43.

Система технического обслуживания (ТО) представляет собой совокупность планируемых и систематически выполняемых воздействий по контролю, поддержанию и восстановлению исправного состояния автотранспортных средств.

Целью системы технического обслуживания является обеспечение соответствия состояния автотранспортных средств установленным требованиям и повышение эффективности их использования владельцами.

Создание системы ТО изготовителем предусматривает следующее:

- разработку технической политики, определяющей основные направления деятельности, цели и задачи изготовителя в области технического обслуживания;
- разработку комплектов нормативно-технической и технологической документации по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту автотранспортных средств;
- формирование сети предприятий по техническому обслуживанию автотранспортных средств.

Система технического обслуживания автотранспортных средств может включать в себя следующие виды воздействий по обеспечению исправного состояния:

- хранение автотранспортных средств до продажи;
- транспортирование к месту продажи (эксплуатации);
- предпродажную подготовку;
- диагностирование;
- техническое обслуживание в гарантийный период эксплуатации;
- ремонт в гарантийный период;
- техническое обслуживание в послегарантийный период эксплуатации;
- ремонт в послегарантийный период эксплуатации;
- подготовку к периодическим техническим осмотрам;
- капитальный ремонт;
- восстановление изношенных деталей;
- поставку (продажу) запасных частей;
- продажу автотранспортных средств;
- предоставление автотранспортных средств в аренду;
- услуги по модернизации автотранспортных средств, находящихся в эксплуатации;
- комиссионную торговлю автотранспортными средствами и запасными частями; скупку и утилизацию автотранспортных средств, выработавших ресурс;
- обеспечение (продажу) владельцев специнструментом и приспособлениями для обслуживания и ремонта автотранспортных средств;
- обучение персонала обслуживающих предприятий.

Изготовитель обязан определить и документально оформить свои обязательства по обеспечению выпускаемых автотранспортных средств техническим обслуживанием.

Обязанности по созданию и функционированию системы технического обслуживания (или часть их) изготовитель может передать владельцу автотранспортных средств или третьему лицу, на основе договора (контракта) на обслуживание.

Владелец в соответствии с действующим законодательством несет полную ответственность за техническое состояние принадлежащих ему автотранспортных средств.

Поддержание автотранспортных средств в технически исправном состоянии и предупреждение их отрицательного воздействия на окружающую среду обеспечивается своевременным и качественным выполнением полного объема работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Основой технической политики, определяемой настоящим Положением, является плано-предупредительная система технического обслуживания автотранспортных средств и ремонт по потребности.

Техническое обслуживание автотранспортных средств — это комплекс работ (операций), направленных на предупреждение отказов и неисправностей, обеспечение полной работоспособности автотранспортного средства (агрегата, узла, системы) в пределах эксплуатационных характеристик, установленных изготовителем.

Ремонт — это комплекс работ (операций) по устранению возникших отказов (неисправностей) и восстановлению полной работоспособности автотранспортного средства (агрегата, узла, системы) в пределах эксплуатационных характеристик, установленных изготовителем.

Техническое диагностирование комплекс работ (операций) по определению с установленной точностью технического состояния (параметров эксплуатационных характеристик) автотранспортного средства (агрегата, узла, системы).

Диагностирование является одним из элементов процессов технического обслуживания и ремонта, осуществляется с использованием специального оборудования, без разборки объекта диагностирования. Комплекс работ технического обслуживания включает в себя: уборочно-моечные, контрольно-диагностические, крепежные, регулировочные, заправочные, шинные и смазочные работы.

По периодичности, перечню и трудоемкости работ техническое обслуживание автотранспортных средств подразделяется на следующие виды:

- ежедневное техническое обслуживание (ЕО);
- периодическое техническое обслуживание (ТО);
- сезонное обслуживание (СО).

### **Система технического обслуживания**

Техническое обслуживание является профилактическим мероприятием, проводимым в плановом порядке через определенный пробег или срок работы. Оно предназначено для поддержания подвижного состава в технически исправном состоянии, уменьшения интенсивности изнашивания деталей, а также для выявления, отказов и неисправностей с целью их своевременного устранения.

Операции ТО или ремонта проводят с предварительным контролем или без него. Основным методом контроля является определения технического состояния автомобиля, его агрегатов и механизмов. Заводы-изготовители автомобилей подразделяют техническое обслуживание по периодичности, выполняемым операциям и трудоемкости на следующие виды: ежедневное техническое обслуживание (ЕО); первое техническое обслуживание (ТО-1); второе техническое обслуживание (ТО-2); сезонное техническое обслуживание. Первое и второе технические обслуживания проводят для снижения интенсивности износа деталей, выявления и предупреждения неисправностей своевременным выполнением контрольно-диагностических, крепежных, смазочных и регулировочных работ. Сезонное техническое обслуживание проводят два раза в год с целью подготовки автомобиля к эксплуатации в холодное и теплое времена года, его выполняют при очередном ТО-2. Периодичность ТО-1 и ТО-2 корректируется в зависимости от условий эксплуатации автомобиля. Заводами-изготовителями подвижного состава периодичность устанавливается для I категории условий эксплуатации в зависимости от их пробега. В начальный период эксплуатации автомобилей с учетом коэффициентов категорий условий эксплуатации проводят техническое обслуживание после пробега 1000, 1500, 2500, 4000 км в зависимости от типа автомобиля, совмещая с ТО-1.

Высокие эксплуатационные качества автомобилей, надежность, минимальная трудоемкость обслуживания обеспечиваются при условии соблюдения правил эксплуатации и обслуживания, изложенных ниже.

1. Допустимые отклонения от нормативов периодичности ТО составляют  $\pm 10\%$ .
2. Периодичность замены масла и смазывания узлов приведена в руководстве по эксплуатации автомобиля (карта смазки автомобиля). Масла для двигателей других агрегатов

автомобилей с указанием марки, заправочного объема и срока смены в километрах пробега (часов работы).

3. Периодичность ТО прицепов и полуприцепов равна периодичности ТО их тягачей.
4. Сезонное ТО проводится 2 раза в год и включает в себя работы по подготовке подвижного состава к эксплуатации в летний и зимний периоды.
5. В качестве отдельно планируемого вида обслуживания сезонное ТО рекомендуется проводить в районах с очень холодным, жарким сухим и очень жарким сухим климатом. Для большинства условий сезонное ТО совмещают преимущественно с ТО-2.
6. Все виды ТО подвижного состава проводят в соответствии с перечнем основных операций, приведенным в Руководстве по эксплуатации и сервисной книжке, применительно к конкретным моделям подвижного состава.
7. Нормативы трудоемкостей ТО-1 и ТО-2 не включают трудоемкость ЕО.
8. Нормативы трудоемкости сезонного ТО по отношению к трудоемкости ТО-2 составляют: 50 % для районов очень холодного и очень жаркого сухого климата, 30 % для районов холодного и жаркого сухого климата и 20 % для других климатических районов.
9. Нормативы трудоемкости не учитывают трудовые затраты на выполнение работ, не превышают 30% суммарной трудоемкости ТО и ТР по АТП.

В состав вспомогательных работ входят: обслуживание и ремонт оборудования и инструмента; транспортные и погрузочно-разгрузочные работы, связанные с ТО и ремонтом подвижного состава; перегон автомобилей внутри АТП; хранение, приемка и выдача материальных ценностей; уборка производственных помещений, связанная с ТО и ремонтом подвижного состава.

## ЛЕКЦИЯ № 2

### Теоретические основы технической эксплуатации машин. Надежность и работоспособность машин и оборудования. Влияние режима работы и условий эксплуатации на безотказность и долговечность двигателей

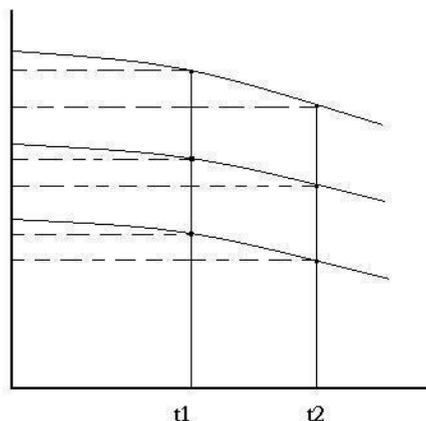
Процессы, происходящие в природе и технике, могут, подразделяться на две большие группы: процессы, описываемые *функциональными* зависимостями, *случайные* процессы.

1. Для функциональной характеристика жесткая связь, когда определенному значению аргумента соответствует определенное значение функции. ( $S=V*t$ ).
2. Вероятностные процессы происходят под влиянием многих переменных факторов, значение которых часто неизвестно. Результаты этого процесса могут иметь рассеивание или вариацию.

Так при наблюдении за группой автомобилей в какой-то момент времени, получают значения случайной функции, называемой реализацией случайного процесса.

Наработка на отказ агрегата является случайной величиной и зависит от рода фактов:

- качество материала,
- точность обработки,
- качество сборки,
- качество ТО и ремонта,
- квалификации персонала,
- качества эксплуатационных материалов.



Для каждого сечения можно определить не случайную функцию – математическое ожидание:

$$m_y(t_1) = \frac{\sum_{i=1}^n y_i(t_1)}{n}$$

## Закономерности изменения технического состояния по наработке автомобилей на отказ (закономерности первого вида)

У значительной части узлов и деталей процесс изменения технического состояния носит плавный монотонный характер, приводящий в пределе и возникновению постепенных отказов. В случае постепенных отказов изменение параметра технического состояния конкретного изделия или среднего значения для группы изделий может быть описано функциями двух видов:

1. Полиномом  $n$ -го порядка:

$$y = a_0 + a_1 l + a_2 l^2 + \dots + a_n l^n,$$

где  $a_0$  - начальное значение параметра технического состояния,

$l$  - наработка,

$a_1, a_2 \dots a_n$  - коэффициенты, определяющие характер и степень зависимости  $y$  от  $l$ .

2. Степенная функция:

$$y = a_0 + a_1 l^b,$$

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

Таким образом, зная функцию  $y = \varphi(l)$  и предельное значение  $y_n$  параметра технического состояния, можно определить  $l = f(y)$ , т.е. ресурс изделия.

Так, например, свободный ход педали сцепления описывается линейным уравнением

$$y = a_0 + a_1 l^{\frac{1}{n}},$$

где  $a_1$  – интенсивность изменения параметра технического состояния, зависящая от конструкции и условий эксплуатации изделий, так свободный ход педали сцепления 0,4-0,6мм/1000км.

## Закономерности случайных процессов изменения технического состояния группы автомобилей

Если зафиксировать наработку на отказ  $l_0$ , то нелинейная вариация технического состояния и как следствие вариация трудоемкости и выполнения работ по восстановлению технического состояния.

Для цели нормирования и планирования необходимо знать характеристики случайной величины

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n},$$

где  $X$  случайная величина,  
 $n$  число случаев.

Среднеквадратичное отклонение:  $\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$

Коэффициент вариации:  $y_x = \frac{\bar{X}}{\delta}$

Важнейшей характеристикой случайной величины является вероятность.

**Вероятность** – численная мера степени, объективно существующей возможности появления изучаемого события. Вероятность может принимать значения в интервале  $0 \leq p \leq 1$ . События, для которых  $p=1$  называются достоверными, а события для которых  $p \leq 0,005$  – маловероятными.

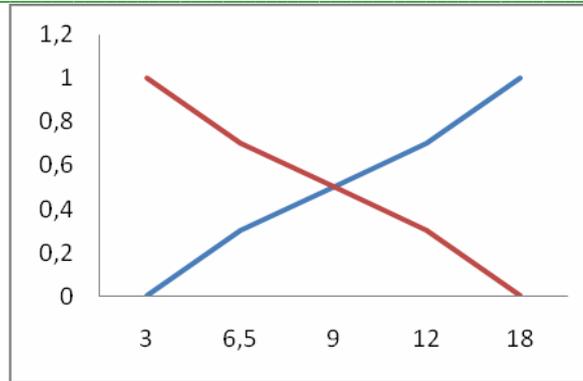
Вероятность безотказной работы  $R(x)$  определяется отношением числа случаев безотказной работы к общему числу случаев, т.е.

$$R(x) = \frac{n - m(x)}{n} = 1 - \frac{m(x)}{n},$$

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

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

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



Если  $X_y$  – заданная переработка агрегата, а  $x_i$  – наработка до отказа, то вероятность события  $P(x_i > x_j) = R(x) = \gamma$  означает, что вероятность  $P = \gamma$  изделие проработает без отказа больше заданной переработки  $x_j$ .

Эта наработка называется ресурсом до отказа обычно  $\gamma$  применяется: 0,8; 0,85; 0,9; 0,95.

Следующей важной характеристикой случайной величины является плотность вероятности  $f(x)$  функция, характеризующая вероятность отказа за полную единицу времени при работе узла, агрегата, детали без замены

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

где  $\frac{dm}{dx}$  скорость с которой происходит приращение числа отказов при работе детали, агрегата без замены.

На практике, зная  $f(x)$ , оценивают возможное число отказов  $m(x)$ , которое может возникнуть за сравнительно короткий интервал переработки

$$\Delta x = x_1 - x_2$$

$$m(x_1 - x_2) = f(x_1) \cdot n \cdot \Delta x$$

Например при эксплуатации 75 изделий, плотностью вероятности  $f(x_1) = 0,02$  тыс. км<sup>-1</sup> и  $\Delta x = 2$  тыс. км.

$m^*(x_1 - x_2) = 0,02 \cdot 75 \cdot 2 = 3$  отказа, то есть основания ожидать появления 3 отказов и подготовиться к их устранению.

Знание законов распределения случайных величин позволяет более точно планировать моменты проведения и трудоемкости работ ТО и ремонта, определять необходимое количество запасных частей и решать другие технологические вопросы.

## Для технической эксплуатации характерны следующие законы распределения

1. Нормальный закон
2. Закон распределения Вейбулла-Гнеделло
3. Логарифмический нормальный закон распределения
4. Эксплуатационный закон распределения Пуассона

Закономерности формирования пропускной способности средств обслуживания.

Система массового обслуживания состоит из его входящего и исходящего потока.

Для простейшего потока отказов вероятность возникновения определенного числа отказов в течение времени определяется законом Пуассона

$$P_k(t) = \frac{(\omega t)^k}{k!} e^{-\omega t},$$

где  $k = 1, 2, 3 \dots$  число отказов возникающих за время  $t$ ,

$\omega$ -параметр потока отказов.

## Техническая эксплуатация трансмиссии транспортно-технологических машин (автомобилей) с автоматической коробкой передач

Наличие автоматической коробки передач в значительной мере облегчает процесс управления транспортным средством, делает его менее утомительным, позволяя водителю в большей мере сосредоточиться на построении и оценки сглаживающих дорожных условий движения и ситуации.

В Америке и Японии большинство автомобилей оснащены автоматическими коробками. На самом деле в мире не очень много компаний изготавливающих АКП. В США – Ford, Chrysler и GMS. В Европе ZF, Mercedes и VW, в Японии Mitsubishi, Nissan, Honda и Asin-Warner (Toyota).

Под технической трансмиссией понимают все механизмы, установленные маховиком двигателя и ведущими колесами. Эти механизмы должны обеспечить запуск двигателя, движения транспортного средства с различной скоростью.

Обычно трансмиссия в АКП включает в себя:

1. Гидротрансформатор,
2. Коробку передач
3. Шрусы и передняя передача,
4. Главную передачу,
5. Дифференциальная или полуоси.

### Гидротрансформатор

## Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

В силовом потоке гидротрансформатор осуществляет гидравлическую связь между двигателем и КПП, Он обычно крепится к маховику двигателя или специальной пластине. Наличие гидротрансформатора позволяет уменьшить число ступеней КПП и упростить систему ее управления.

Гидротрансформатор состоит из 3-х элементов:

1. Насосное колесо
2. Турбинное колесо
3. Реакторное колесо.

Насосное колесо является кожухом гидротрансформатора, и преобразует энергию двигателя в кинетическую энергию жидкости, которое воздействует на турбинное колесо.

Реакторное колесо через муфту свободного хода соединяется с картером трансмиссии. В зависимости от загруженности ТС гидротрансформатор изменяет коэффициент трансмиссии от 2 до 1 (отношение момента на валу турбинного колеса к моменту насосного колеса).

На режимах, когда передаточное отношение гидротрансформатора близко к 1,0 он переходит в режим работы гидромуфты. В этом случае благодаря муфте свободного хода реакторное колесо автоматически теряет связь с картером трансмиссии и свободно вращается в потоке масла, не оказывая на него влияния. В режиме работы гидромуфты коэффициент трансформации равен 1.

С целью повышения топливной экономичности в гидротрансформатор встраивается блокировочная муфта. Ее использование позволяет обойти гидротрансформатор и напрямую соединить двигатель с входным валом КПП. Таким образом, устраняется скольжение между насосным и турбинным колесом, что повышает экономичность автомобиля.

### КПП

Как и любая КПП необходима для приспособления характеристики двигателя к внешним условиям движения автомобиля. Она преобразовывает крутящий момент и с помощью переключателя передач обеспечивает необходимое передаточное отношение.

Кроме того, КПП должна обеспечивать возможность движения задним ходом, нейтральное и эффективное торможение двигателем.

В подавляющем большинстве АКПП используют планетарные передачи. Планетарные коробки имеют ряд неоспоримых преимуществ и наиболее перспективных с точки зрения увеличения количества передач и управления ими. В настоящее время большинство АКПП имеют четыре передачи переднего хода, из которых хотя бы одна повышающая.

Одним из основных элементов АКПП является блок управления, который отвечает за определение моментов переключения передач и обеспечивает требуемое качество. До 80-х годов системы управления были чисто гидравлическими. С конца 80х годов используют электронные блоки управления, что позволяет выбирать и корректировать программу АКПП, приспособивая ее к водителю.

Сейчас кроме автоматического механизма имеется и полуавтоматический, когда режим управления осуществляется водителем, а качество обеспечивается автоматической системой управления. После получения команды система обрабатывает программу повышающего или понижающего режима, обеспечивает качество переключения в соответствии со скоростью и загруженностью ТС.

Автоматические коробки состоят из нескольких планетарных рядов (двух-, трех-), блокировочных муфт, тормозов и обгонных муфт. Давление масла для управления АКПП создается масляным насосом.

## Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

Несмотря на то что в автоматической трансмиссии переключение происходит автоматически, водитель в любой момент может вмешаться в работу системы управления и выбрать тот режим движения, который необходим исходя из внешних условий.

Рычаги переключателя передач находятся в салоне и через тросовую передачу соединены с клапаном.

Количество положений рычага может быть различным в зависимости от модели, но всегда рычаг выбора диапазона имеет положения:

«Р» стоянка,

«R» движение задним ходом,

«N» нейтраль,

«D» нормальное движение (основной режим). Иногда «OD» разрешение на повышенную передачу. Позиция «3» или «D3» движение на трех передачах. Позиция «2» или «D2» движение на двух передачах.

Позиция «1» или «L» движение на одной передаче при спуске.

Для предотвращения опасного переключения обычно имеется фиксатор.

### Программы управления

Как минимум две: «Экономичная» и «Спортивная».

«Экономичная» настроена на обеспечение движения с минимальным расходом «Eco», «Normal».

«Спортивная» настроена на максимальное использование мощности двигателя «POWER», «S», «Sport».

На более современных автомобилях выбор осуществляется автоматически.

«Зимняя программа» трогание с места на скользкой дороге. Имеется кнопка «W», «WINTER», «HOLD».

### Программы ручного управления

Во время работы этой программы все автоматические переключения запрещены кнопкой «M».

На некоторых автомобилях существует возможность ручного управления АКПП. После перевода в специальное окно при отключении рычага в одном направлении происходит последовательное переключение передач.

### Аварийная программа

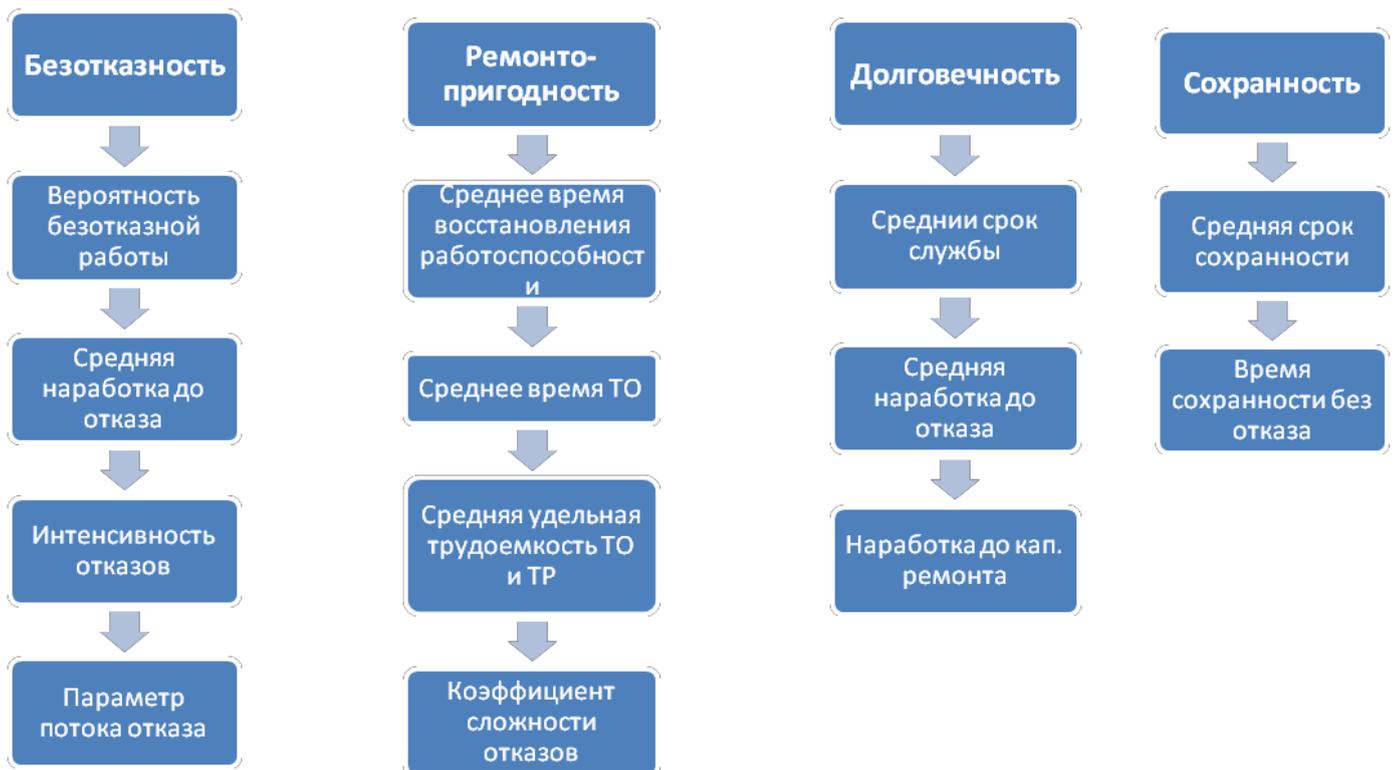
Обычно для того чтобы доехать до автосервиса включается вторая или третья передача. Все переключения запрещены. Загорается индикатор неисправности.

## ЛЕКЦИЯ № 3

# Организационные и теоретические основы обеспечения надежности в процессе эксплуатации транспортно-технологических машин

**Надежность ТТМ (автомобиля)** – комплексное свойство, которое обуславливается безотказностью, долговечностью, ремонтпригодностью и сохранностью.

Для характеристики надежности автомобилей, в зависимости от технологических и эксплуатационных факторов, принимают систему показателей, позволяющих оценивать надежность всего автомобиля или отдельных элементов в конкретных величинах. Только при этом условии, возможно, сравнить надежность различных моделей и вести работу по повышению надежности.



**Безотказность** – это способность автомобиля сохранять работоспособность без вынужденных перерывов.

Показатели безотказности могут оцениваться при наличии статистических данных и теоретических формул теории вероятности.

1. **Вероятность безотказной работы** – вероятность того, что в заданном интервале пробега не возникает отказ

$$P(l) = \frac{N_0 - \sum n}{N_0}$$

где  $N_0$  – число элементов на начало эксперимента;

$\sum n$  – суммарное количество элементов имевшие отказы за пробег  $l$ .

2. **Интенсивность отказов** – вероятность отказа элемента автомобиля в единицу времени или пробега после данного момента времени при условии, что отказ этого элемента не возникнет

$$\Delta(l) = \frac{N(l) - N(l + \Delta l)}{\Delta l N_l}$$

где  $\Delta l$  – промежуток пробега от 5-10 тыс.;

$N_l$  – количество работоспособных элементов  $l + \Delta l$

3. **Средняя наработка на отказ** – это момент ожидания случайной величины  $l$

где  $l_i$  – это наработка на отказ  $i$ -го элемента.

4. **Параметры потока отказа**

$$\Delta = \frac{\Delta n_i}{N_0 \Delta l}$$

где  $\Delta n_i$  – количество отказов элемента в единицу пробега,

$N_0$  – общее количество элементов автомобиля.

5. **Ремонтопригодность** – приспособленность автомобиля к предупреждению и устранению отказов и неисправностей путем проведения ТО и ТР. В зависимости от ремонтпригодности, изменяется средняя продолжительность и трудоемкость работ, что влияет на среднюю стоимость ТО. На ремонтпригодность оказывают влияния такие свойства:

- легкодоступность
- легкосъемность
- преемственность
- утилизация гаражного оборудования
- техническая оснащенность
- уровень организации ТО

6. **Сохранность** – свойство автомобиля, изделий материалов сохранять исправное и работоспособное состояние в течение срока хранения вовремя и после транспортировки. Она зависит от качества изготовления автомобиля, интенсивности старения, качества консервации. Интенсивность старения зависит от внешних факторов: уровень солнечной радиации, температура окружающего воздуха, колебания температуры, влажность и т.д.

7. **Долговечность автомобиля** свойства сохранять работоспособность до предельного состояния с учетом перерывов на техническое обслуживание и ремонт.

Невозможность дальнейшей эксплуатации из-за износов неудовлетворения требованием безопасности. Показатели: ресурсы и срок службы автомобиля, который определяется физическим старением, а также моральным старением, вызванным обесцениванием автомобиля в результате технического прогресса.

Влияние на целесообразность использования автомобиля влияют факторы: затрат на ТО и ТР, которые с увеличением возраста возрастают.

**Коэффициент технической готовности** – интегральный показатель характеризующий надежность автомобиля в целом и надежность группы автомобилей.

## ЛЕКЦИЯ № 4

# Основные свойства эксплуатационных материалов и их влияние на безотказность и долговечность машин. Общие свойства эксплуатационных материалов и требования к ним

В процессе оперативного управления работоспособности автомобилей наряду с общей статистикой информацией необходима индивидуальная информация отражающая уровень технического состояния конкретного автомобиля или агрегата.

При эксплуатации изделия через определенную наработку значение параметра достигает предельной величины, при которой существенно ухудшаются технико-экономические показатели использования, и происходит отказ, момент наступления которого не поддается сколько-нибудь достоверному прогнозированию.

Продолжение эксплуатации изделий в зоне предотказного состояния обычно запрещено технической документацией (стандартами, ТУ заводов изготовителей), так как это может привести к аварийному отказу, значительно большим затратам по сравнению с затратами их предупреждения.

Номинальные и предельные значения параметров автомобилей его агрегатов и узлов и деталей должны устанавливаться заводами изготовителями в отраслевой нормативно-технической документации.

**На основании анализа и классификации по методу назначения и определения нормативные значения можно разбить на три группы.**

1. К первой группе относятся нормативные значения, задаваемые на уровне ГОСТов, или других РД общегосударственного значения. Нормативы этой группы назначаются для параметров систем, обеспечивающих безопасность автомобиля и определяющие влияние на окружающую среду. Тормоза, рулевое управление, выхлопные газы. Эксплуатация автомобилей в любых условиях с отклонением от этих параметров не допускается.
2. Ко второй группе относятся нормативы параметров, изменение которых не зависит от условий эксплуатации, а определяется только конструктивными и технологическими факторами, эти нормативы оговариваются в ТУ завода изготовителя или в инструкции по эксплуатации. Это, например, нормативные значения тепловых зазоров в газораспределительном механизме двигателя, зазор в контактах прерывателя, зазор между электродами свечи зажигания.
3. К третьей группе относятся нормативы для параметров, на изменение которых существенное влияние оказывают эксплуатации. В этом случае нормативные значения одного и того же параметра для автомобилей в различных условиях эксплуатации различна.

В силу того на граничных областях рассеивания аппроксимируемого теоретическим законом распределения одни и те же значения параметра могут соответствовать как исправному, так и неисправному состоянию. Поэтому уровень вероятности  $X$ , определяющий назначение границы отнесения объекта к исправному или неисправному состоянию, определяется ошибками первого и второго рода.

Под ошибками первого рода понимаются признания исправного объекта неисправным, а под ошибкой второго рода понимают неисправности, когда неисправный объект признается годным к дальнейшей эксплуатации.

Превышение стоимости аварийного ремонта по сравнению со стоимостью предупредительного ремонта в среднем составляет от 3 до 8 раз.

Для принятия достоверных решений возникает необходимость в использовании достоверной информации о тех. состоянии каждого автомобиля. Основным источником этой информации на автотранспорте являются технический контроль, включающий в себя осмотр и инструментальное диагностирование. С ростом качества транспортных средств, усложнением конструкции возникла и начала развиваться техническая диагностика.

Различают понятие диагностики, как отрасли знаний и как области практической деятельности (ГОСТ – 20911-89)

**Техническая диагностика** – отрасль знаний, исследующая техническое состояние объектов, диагностирования и проявлений технических состояний, разрабатывающий методы их определения, а также принципы построения и использования систем диагностирования.

**Техническое диагностирование** процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью. Диагностирование заключается выдачей заключения о необходимости проведения исполнительской части операций ТОи ремонта.

Важнейшее требование к диагностированию возможность оценки состояния объекта без его разборки.

Использование инструментальных методов контроля позволяет повысить полноту и качество операций ТО и ремонта при определении снижений требований к квалификации персонала.

Повысить надежность и эффективность работы ремонтной службы позволяет применение диагностирования для уточнения и нормализации неисправностей в случае неоднозначной информации.

## **Использование сжатого природного газа в двигателях транспортно-технологических машин**

### **1. ОСНОВНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ НА СЖАТОМ ПРИРОДНОМ ГАЗЕ**

Особенность работы газобаллонных автомобилей на СПГ связана с хранением газа на борту автомобиля под высоким избыточным давлением, редуцированием упомянутой величины давления до значений близких к атмосферному и наличием двух систем питания, обеспечивающих полноценную работу двигателя на газе или бензине.

Использование СПГ на автотранспорте имеет ряд положительных качеств:

- 1) отсутствие разжижения и уменьшение загрязнения моторного масла повышает срок его службы в 2-3 раза, в результате расход масла уменьшается на 10-15% по сравнению с бензиновыми двигателями;
- 2) отсутствие нагара на деталях цилиндропоршневой группы увеличивает моторесурс двигателя в среднем на 35-40%;
- 3) срок службы свечей зажигания увеличивается на 40%;
- 4) межремонтный пробег двигателя увеличивается в 1,5 раза;

- 5) значительно снижается (до 90%) выброс вредных веществ, особенно CO, с отработавшими газами, а также шумность работы двигателя на 6-8дБ;
- 6) отпускная цена газового топлива, эквивалентного по теплосодержанию бензину, в два с лишним раза меньше стоимости последнего.

Наряду с положительными качествами, перевод автомобилей на питание СПГ связан с рядом недостатков:

- 1) время разгона увеличивается на 24-30%;
- 2) максимальная скорость уменьшается на 5-6%;
- 3) предельные углы преодолеваемых подъемов уменьшаются на 30-40%;
- 4) эксплуатация автомобиля с прицепом часто затруднена;
- 5) дальность ездки на одной заправке газом не превышает 180-200км;
- 6) из-за наличия дополнительной газобаллонной аппаратуры трудоемкость ТО и ТР увеличивается на 7-8%, а цена автомобиля возрастает (в среднем) на 27%;
- 7) металлоемкость газобаллонных автомобилей при использовании СПГ увеличивается на 400-950 кг;
- 8) в зависимости от количества и массы газовых баллонов высокого давления и соответственно снижается грузоподъемность автомобилей на 9-16%;
- 9) техническое обслуживание и ремонт газобаллонных автомобилей требует более высокой квалификации обслуживающего персонала;
- 10) коэффициент использования пробега у газобаллонных автомобилей при работе на СПГ на 8-13% меньше по сравнению с однотипными бензиновыми, что объясняется пока недостаточным количеством АГНКС и значительным удалением их от АТП, а также сокращением пробега автомобиля на одной заправке до 200км (вместо 450-500 км у бензиновых).

Указанные преимущества и недостатки СПГ как топлива для автотранспорта в известной мере определяют и область применения газобаллонных автомобилей.

Газобаллонные автомобили наиболее эффективны при внутригородских перевозках при обслуживании предприятий торговли, быта, связи и других учреждений, когда характер перевозимых грузов не позволяет полностью использовать максимальную грузоподъемность бензиновых автомобилей и поэтому коэффициент использования грузоподъемности газобаллонных автомобилей в этом случае возрастает.

В целом годовая производительность газобаллонных автомобилей при использовании СПГ на городских перевозках по сравнению с бензиновыми модификациями уменьшается на 14-16%.

В совокупности эксплуатационных затрат себестоимость транспортной работы газобаллонных автомобилей по сравнению с бензиновыми модификациями возрастает на 5-11%.

## **2. ПРИРОДНЫЙ ГАЗ КАК ТОПЛИВО ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ**

### **2.1 Требования, предъявляемые к топливу для автомобилей**

Основными требованиями, предъявляемыми к качеству автомобильного топлива, являются:

- 1) хорошая смешиваемость с воздухом для образования однородной горючей смеси;
- 2) высокая калорийность горючей смеси;

- 3) отсутствие детонации при сгорании в цилиндрах двигателя;
- 4) минимальное содержание смолистых веществ и механических примесей, способствующих нагарообразованию и загрязняющих систему питания и двигатель;
- 5) минимальное содержание веществ, вызывающих коррозию поверхностей деталей, окисление и разжижение моторного масла в картере двигателя;
- 6) минимальное образование токсичных и канцерогенных веществ в продуктах сгорания;
- 7) способность сохранять идентичные состав и свойства по времени и объему;
- 8) дешевизна производства и транспортировки.

Наиболее полно этим требованиям соответствует сжатый природный газ.

### **2.2. Физико-химические свойства сжатого природного газа**

Природный газ, основным компонентом которого является метан, добывают преимущественно из газовых скважин, некоторое его количество получают в процессе переработки нефти, фракционирования газового конденсата или нефтяного попутного газа. Сжатый природный газ, применяемый на автотранспорте в качестве моторного топлива, не требует существенной и дорогостоящей технологической переработки. В этом заключается одно из основных его преимуществ при использовании на автомобильном транспорте. Природный газ состоит, в основном, из метана  $\text{CH}_4$  (от 82 до 98%) с небольшой примесью этана  $\text{C}_2\text{H}_6$  (до 6%), пропана  $\text{C}_3\text{H}_8$  (до 1,5%) и бутана  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  (до 1,0%).

В попутных газах нефтяных месторождений в зависимости от района их добычи содержание метана может колебаться в пределах от 40 до 82%, а содержание бутана и пропана от 4 до 20%.

Подаваемый в магистральные газопроводы с различных месторождений природный газ несколько отличается своим компонентным составом и качественными показателями. Это обуславливает необходимость применения для заправки автомобилей двух марок СПГ А и Б, отличающихся компонентным составом. Необходимо отметить, что основной составляющей этих газов является метан.

Для СПГ, используемого в качестве моторного топлива для автотранспорта, введены специальные технические условия ТУ 51-166-83 "Газ горючий природный сжатый, топливо для газобаллонных автомобилей", разработанные Мингазпромом СССР. В соответствии с этими ТУ на АГНКС может вырабатываться СПГ марок А и Б, различные только по содержанию метана и азота и, как следствие этого, своей плотностью и теплосодержанием. СПГ марки А содержит метана  $95 \pm 5,0\%$  и азота  $0-4,0\%$ , а марки Б  $90 \pm 5,0\%$  и  $47\%$  соответственно. По стоимости СПГ марки А и Б одинаковы.

Основными оценочными параметрами качества газового топлива являются элементарный состав, октановое число, теплотворная способность, воспламеняемость, содержание влаги и степень его очистки от загрязняющих примесей. По энергетическим параметрам  $1\text{ м}^3$  природного газа (метана) эквивалентен 1л бензина. Для повышения эксплуатационных характеристик СПГ последний не требует применения антидетонационных присадок. Октановое число СПГ уже по своей природе метана достаточно высоко. Физико-химические свойства метана приведены в табл. 9.1.

Таблица 9.1

**Физико-химические свойства метана**

Показатели	Ед.изм.	Значение показателя	Примечание
Молекулярная масса	-	16,14	
Плотность газа при нормальных условиях	кг/м <sup>3</sup>	0,718	при 0 °С и 760 мм рт.ст.
Относительная плотность газа по воздуху	-	0,554	плотность воздуха принята за 1
Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания топлива	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	9,52	
Температура кипения	о С	-161,6	
Температура воспламенения	о С	640-680	
Теплота испарения	кДж/кг	514,1	
Теплотворная способность низшая:			
в парообразном состоянии	кДж/м <sup>3</sup>	33802,6	
в жидком состоянии	кДж/л	20649,2	
Теплотворная способность горючей смеси при $\alpha = 1,0$	кДж/м <sup>3</sup>	3200	
Пределы взрывопожароопасности газа в смеси с воздухом (объёмные) при нормальных условиях:			
верхний	%	15,0	
нижний	%	5,0	
Коэффициент избытка воздуха ( $\alpha$ ), соответствующий пределу воспламенения:			
верхнему	-	0,65	
нижнему	-	1,88	

Из всех углеводородных газов метан содержит максимум водорода на один атом углерода и поэтому обладает теплотворной способностью, достаточно широкими пределами воспламеняемости, низким содержанием токсичных веществ (СО и СН) в продуктах сгорания. Метан почти в два раза легче воздуха (в отличие от других углеводородных газов) и поэтому при утечках он улетучивается, скапливаясь в верхних частях помещения. Метан имеет высокую детонационную стойкость, что обеспечивает "мягкую" работу двигателя при использовании природного газа и позволяет форсировать двигатель по допускаемой степени сжатия. При дросселировании метана, например, в газовом редукторе температура его резко снижается (эффект Джоуля-Томсона), что требует высокой степени сушки и это необходимо учитывать при эксплуатации автомобилей на СПГ.

### **2.3. Сжатый природный газ для автомобилей**

Опыт эксплуатации газобаллонных автомобилей показал, что удовлетворительные показатели по мощности, топливной экономичности и токсичности отработавших газов могут быть обеспечены лишь при строгой регламентации компонентного состава газа, поставляемого в качестве топлива для автомобильного транспорта.

При заправке автомобилей СПГ должен быть осушенным. Количество влаги в газе не должно превышать  $9,0 \text{ кг/м}^3$ . Точка росы газа при давлении 20МПа равна  $-30^\circ\text{C}$ . Из табл.9.2. следует, что марки А и Б. сжатого природного газа для автомобилей отличаются только содержанием метана и азота. Основные свойства газа марок А и Б приведены в табл.9.3.

Таблица 9.2.

**Основные показатели СПГ для газобаллонных автомобилей**

Показатели	Ед.изм	Норма для марок		Метод испытаний
		А	Б	
1	2	3	4	5
Давление газа в баллонах, не менее	МПА кгс/см	19,62 (200)	19,62	Измеряется манометром класса не хуже 1,5
Температура газа, подаваемого на заправку:	о С			Измеряется в линии подачи газа в точке не
а) для умеренной климатической и холодной зон не более		+40	+40	ближе 1м от заправочного вентиля с относительной
б) для жаркой климатической зоны, не более		+45	+45	погрешностью не более 1,5%
Компонентный состав (объемные):	%			
метана		95±5	90±5	По ГОСТ 23781-79
этана, не более		4	4	то же
пропана, не более		1,5	1,5	"-"
бутана, не более		1,0	1,0	"-"
пентана, не более		0,3	0,3	"-"
двуокиси углерода, не более		1,0	1,0	"-"
кислорода, не более		1,0	1,0	"-"
азота		0-4	4-7	"-"
масса сероводорода, не более	г/нм <sup>3</sup>	0,02	0,02	По ГОСТ 17556-81
масса меркаптановой серы, не менее	г/нм <sup>3</sup>	0,016	0,016	то же
Массовая доля сероводородной и меркаптановой серы, не более	%	0,1	0,1	
Масса механических примесей, не более	г/нм <sup>3</sup>	0,001	0,001	По ГОСТ 22387-4-77
Масса влаги, не более	г/нм <sup>3</sup>	0,009	0,009	По ГОСТ 20060-74

Таблица 9.3.

**Основные свойства СПГ для автомобилей марок А и Б**

Показатели	Ед. измерения	Средние значения показателей		Примечание
		А	Б	
Относительная плотность газа (по воздуху)	-	0,586	0,611	плотность воз. принята за 1
октановое число (по моторному методу)		103,0	102,0	
Низшая теплотворность	кДж/м <sup>3</sup>	3389 6	33657	при +20 о С
Температура воспламенения	о С	624,7	608,0	при 760мм рт.ст.

Из табл. 9.3 видно, что теплофизические свойства газов марок А к Б мало отличаются друг от друга, различие по плотности составляет -4%. Температура воспламенения СПГ в 3 раза выше температуры воспламенения бензина, и составляет (при давлении в камере сгорания двигателя) 635-645 ° С. Такая высокая температура воспламенения СПГ затрудняет запуск двигателя, особенно при пониженных температурах окружающего воздуха. Вместе с тем, с точки зрения возможного воспламенения и пожароопасности СНГ значительно безопаснее бензина.

**Газовая система питания при неработающем двигателе**

При длительной стоянке автомобиля или при его хранении в закрытом помещении с целью устранения возможных утечек газа должны быть закрыты как расходные, так и магистральные вентили Газ из системы питания необходимо выработать при закрытых расходных вентилях до полной остановки двигателя, а затем необходимо выключить зажигание и отключить аккумуляторную батарею. В дальнейшем во избежание утечек газа, которые могли бы иметь место при не герметичности расходных вентилях, закрывают магистральные вентили. В этом случае газ во всех агрегатах и магистралях системы питания за расходными вентилями (по ходу газа) отсутствует, а во всей системе устанавливается атмосферное давление. Стрелка манометра, расположенного на панели приборов и показывающего величину давления газа в первой ступени редуктора низкого давления, находится на нулевом делении.

При неработающем двигателе разрежение во впускном трубопроводе отсутствует. Клапан второй ступени редуктора низкого давления герметично закрыт, т.к. пружина разгрузочного устройства освобождается и, действуя на упор диафрагмы второй ступени, передает свои усилия через шток на клапан, осуществляя надежное его запираение. Герметичность обеспечивают с помощью резинового уплотнителя клапана и кольцевого выступа седла, что значительно повышает надежность сопряжения. Поэтому в случае кратковременной остановки двигателя (менее 1,0 часа) расходные и магистральные вентили можно оставлять открытыми, т.к. поступление газа к двигателю перекрыто клапаном 15 второй ступени редуктора низкого давления. При этом система питания со стороны газового баллона заполнена газом, а манометр в кабине водителя показывает величину давления в первой ступени редуктора низкого давления. Положение основных элементов газового редуктора низкого давления при неработающем двигателе и закрытом магистральном вентиле.

После выработки газа при закрытом магистральном вентиле в полостях редуктора В(низкого давления) и А (высокого давления) устанавливается атмосферное давление. Давление в вакуумных полостях В и Е, связанных с впускным трубопроводом, также равно атмосферному. Полости Г и Д первой и второй ступеней редуктора низкого давления постоянно сообщены с атмосферой.

В этих условиях положение клапанов 29 и 15 первой и второй ступеней редуктора и соответственно клапана 22 дозирующего экономайзерного устройства определяется только усилиями соответствующих пружин, действующих на упомянутые клапаны, т.к. диафрагмы редуктора и дозирующего экономайзерного устройства разгружены от действия давлений. Клапан 29 первой ступени редуктора полностью открыт под действием усилия пружины 26, до предела отжимающей диафрагму 25 вниз. Клапан 15 второй ступени редуктора, связанный через рычаг 14 и 35 с диафрагмой 13, закрыт под действием пружин 32 и 37. Обе эти пружины до предела отжимают вниз диафрагму 13 и связанной с ней шток 35. Пружина 32 воздействует на пружину 13 через диафрагму разгрузочного устройства и упорное кольцо 33 диафрагмы второй ступени. Пружина 37 воздействует на шток 35 диафрагмы второй ступени через упорную шайбу, закрепленную на штоке 35.

При включении зажигания и установке тумблера переключателя вида топлива в позицию "газ" СПГ при открытии магистрального вентиля по газопроводу через подогреватель и редуктор высокого давления, а затем и через электромагнитный клапан поступает к редуктору низкого давления Газ через открытый клапан 29 поступает в полость А первой ступени, в которой создается избыточное давление и возникает усилие, стремящееся отжать диафрагму 25 вверх и закрыть связанный с ней через рычажную передачу клапан 29. При увеличении избыточного давления в полости А до определенного значения диафрагма 25 перемещается вверх, преодолевая усилие сжимающейся пружины 26, и закрывает клапан 29, прижимая его к седлу 31. При снижении величины давления в полости А до определенной величины усилие от давления газа на диафрагму 25 становится недостаточным для удержания клапана 29 в закрытом положении, и клапан открывается под действием суммарного усилия от действия пружины 26 и от величины давления газа из входной газовой магистрали 38. При этом в полость А поступает дополнительное количество газа из магистрали 38, и величина давления газа в полости А возрастает до такого значения, при котором на мембране 25 возникает усилие достаточное для того, чтобы закрыть клапан 29. Таким образом, в полости А высокого давления первой ступени редуктора устанавливается постоянное избыточное давление, величина которого поддерживается на постоянном уровне автоматически.

Величина давления газа в первой ступени редуктора может быть отрегулирована с помощью регулировочного ниппеля 27, изменяющего усилие пружины 26.

Величина давления СПГ в первой ступени редуктора низкого давления у автомобилей семейства ЗИЛ и ГАЗ составляет 0,20-0,18МПа.

### **Пуск холодного двигателя газобаллонного автомобиля**

Обеспечение быстрого и надежного пуска холодного двигателя в условиях низких температур в значительной мере определяют эксплуатационную надежность газобаллонных автомобилей при безгаражном хранении.

Перед пуском холодного двигателя на газе необходимо:

- 1) убедиться, что переключатель вида топлива установлен в положении "газ";
- 2) проверить по манометру высокого давления наличие газа в баллонах;
- 3) закрыть расходные вентили на баллонах (до упора);

- 4) медленно открыть магистральный расходный вентиль на крестовине (до упора);
- 5) включить выключатель "массы";
- 6) убедиться, что лампочка "минимального давления" на панели приборов не горит, что свидетельствует о наличии давления величиной, равной 0,81,2МПа, после редуктора высокого давления;
- 7) установить рычаг коробки переключения передач в нейтральное положение;
- 8) включить зажигание;
- 9) вытянуть до упора ручку управления воздушной заслонкой и вдвинуть ее примерно на 9-10 мм обратно;
- 10) по манометру низкого давления убедиться, что электромагнитный клапан открылся и газ поступил в первую ступень редуктора низкого давления;
- 11) педаль газа необходимо нажать примерно на 15-20 мм ее рабочего хода;
- 12) выжать педаль сцепления;
- 13) включить на 2-3с пусковую кнопку (при этом должно быть слышно характерное шипение выходящего газа);
- 14) включить стартер.

В момент начала работы двигателя не следует резко нажимать педаль подачи топлива и сразу отпускать пусковую кнопку. В большинстве случаев необходимо выдвинуть еще на 5-10 мм ручку управления воздушной заслонкой, плавным нажатием на педаль газа добиться устойчивой работы двигателя с частотой вращения, равной 800-1000 мин и лишь после этого отпустить пусковую кнопку; затем отпустить педаль сцепления и прогреть двигатель до температуры принятия нагрузки двигателем.

Следует отметить, что в отличие от бензинового карбюратора газовый карбюратор-смеситель не обогащает горючую смесь при частом многократном нажатии на педаль управления подачей топлива. Необходимое обогащение горючей смеси достигают с помощью дополнительной пусковой кнопки.

В процессе пуска возникающее во впускном трубопроводе разрежение через вакуумную трубку 9, вакуумную полость Е дозирующего экономайзерного устройства и вакуумную трубку 17 передается в вакуумную полость В разгрузочные устройства. Под действием разрежения диафрагма 34 разгрузочного устройства, сжимая коническую пружину 32, перемещается вверх и разгружает диафрагму второй ступени редуктора от действия усилия, создаваемого пружиной 32. В этом случае клапан 15 в закрытом положении удерживается лишь пружиной 37. Одновременно через выходное отверстие 6 системы холостого хода, каналы 16 и 12 разрежения, возникающее в задроссельном пространстве, передается в полость Б второй ступени редуктора, создавая на диафрагме 13 усилие, стремящееся открыть клапан 15. Это усилие суммируется с усилием, возникающим на клапане под действием на его поверхность давления газа, находящегося в полости первой ступени редуктора. В результате действия этих факторов после срабатывания разгрузочного устройства происходит открытие клапана 15, т.к. пружина 37 подобрана таким образом, что создаваемое ею усилие недостаточно для удержания клапана в закрытом положении. Через открывшийся клапан 15 газ поступает в полость Б второй ступени редуктора. Необходимая величина давления в полости Б второй ступени поддерживается диафрагменно-клапанным механизмом автоматически: при превышении заданной величины давления происходит перемещение диафрагмы 13 вниз и клапан 15 закрывается до тех пор, пока давление в полости Б не понизится до заданной величины. Величина давления в полости Б редуктора

регулируется путем изменения усилия сжатия пружины 38 с помощью регулировочного ниппеля 36.

На всех режимах работы двигателя, кроме режимов полного открытия дросселя, проход газа через дозирующую шайбу 23 мощностной регулировки закрыт. Это обеспечивается с помощью связанного с диафрагмой 21 клапана 22, который закрывается под действием разрежения, возникающего в задроссельном пространстве при работе двигателя. В процессе пуска разрежение по вакуумной трубке 17 передается в полость Е и создает по диафрагме 21 усилие, под действием которого диафрагма перемещается вверх, преодолевая усилие от сжимаемой пружины 20, и закрывает клапан 22. Закрытию клапана способствует при этом усилие разжимающейся конической пружины 19. В процессе пуска и на всех других режимах (кроме режима полного открытия дросселя) газ из полости В редуктор в основной газопровод 16 низкого давления и далее к газовому смесителю поступает только через дозирующую шайбу 18 экономичной регулировки дозирующего экономайзерного устройства.

В процессе пуска обратный клапан 3 главной дозирующей системы газового смесителя остается в закрытом положении, и подача газа к двигателю осуществляется только через систему холостого хода карбюратора-смесителя. Изменение количества газа, поступающего в систему холостого хода, производится с помощью регулировочного винта 8.

При пуске прогретого двигателя с полностью прикрытыми дроссельными заслонками 5 газ из системы холостого хода поступает в задроссельное пространство через отверстие 6 подачи газа при минимальной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу. Подача газа через эти отверстия регулируется с помощью регулировочного винта 7. При пуске холодного двигателя с несколько приоткрытыми с помощью кнопки дроссельными заслонками 5 газ поступает также через отверстия 4 подачи газа при повышенной частоте вращения коленчатого вала на холостом ходу, которые в этом случае попадают в область высокого задроссельного разрежения. При температуре окружающего воздуха ниже  $-5^{\circ}\text{C}$  рекомендуется двигатель запускать на бензине.

Порядок операций пуска холодного двигателя на бензине следующий:

- 1) открыть баллонные и магистральные вентили;
- 2) включить отключатель "массы";
- 3) поставить переключатель вида топлива в положение "газ";
- 4) включить зажигание и по дистанционному манометру низкого давления убедиться в наличии газа в первой ступени редуктора низкого давления;
- 5) перевести переключатель вида топлива в положение "бензин";
- 6) выжать педаль сцепления;
- 7) пустить двигатель на бензине в обычном порядке, рекомендуемом заводом-изготовителем;
- 8) после пуска двигателя при прогреве охлаждающей жидкости до температуры  $+40^{\circ}\text{C}$  перевести переключатель вида топлива в положение "0";
- 9) поддерживая частоту вращения коленчатого вала выше минимальной частоты вращения коленчатого вала, выработать бензин из поплавковой камеры карбюратора, следя при этом за работой двигателя;

При появлении перебоев в работе двигателя (через 10-12с) переключатель вида топлива перевести в положение "газ" и с помощью педали газа и воздушной заслонки установить частоту вращения коленчатого вала двигателя в пределах 1000-1200мин  $\square$ 1 и продолжить прогрев двигателя до температуры принятия нагрузки.

## ЛЕКЦИЯ № 5

# Технология технической эксплуатации, диагностирования и технического обслуживания машин и механизмов

Структурно-следственная схема цилиндропоршневой группы двигателя как объект диагностирования (рис 6.1).

Агрегат, узел, механизм, система

Основные элементы

Структурные параметры

Характерные неисправности



*Компрессия, расход масла на угар, расход прорывающихся газов в картер, утечка сжатого воздуха при олрессовке надпоршневого пространства, мощность, расход топлива, концентрация продуктов износа в масле, дымность отработавших газов и др.*

Пользуясь подобной схемой, составленной на основе инженерного изучения объекта диагностирования, можно применительно к определенному перечню структурных параметров и неисправностей установить первоначальный перечень диагностических параметров и связи между теми и другими. Закономерности изменения значений диагностических параметров обусловлены изменением структурных параметров механизма

Важным этапом является отбор из выявленной исходной совокупности наиболее значимых и эффективных в использовании диагностических параметров, для чего они должны отвечать четырем основным требованиям:

- однозначности,
- стабильности,
- чувствительности,
- информативности.

Требование **однозначности** заключается в том, что все текущие значения диагностического параметра  $S$  должны однозначно соответствовать значениям структурного параметра  $y$  в интервале изменения технического состояния механизма, агрегата (рис 6.1).

Математически это требование определяется условием  $dS/dy \neq 0$ , т.е. отсутствием перехода от возрастания к убыванию или, наоборот, в диапазоне  $y_n \leq y_i \leq y_{n.d.}$

**Стабильность диагностического параметра** определяется дисперсией его величины при многократных замерах на объектах, имеющих одно и то же значение структурного параметра (рис. 6.3). Нестабильность диагностического параметра снижает достоверность оценки

## Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

технического состояния механизма с его использованием, что в некоторых случаях заставляет отказаться от быстродействующих и удобных методов диагностирования.

**Чувствительность** диагностического параметра определяется скоростью при изменении величины и математически описывается зависимостью  $dS/du \gg 0$  (рис. 6.4).

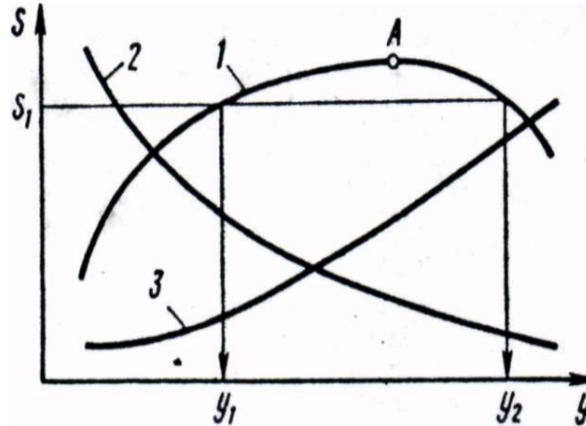


Рис. 6.2. Характеристика неоднозначного (1) диагностического параметра с экстремумом в точке А и однозначных параметров (убывающего 2 и возрастающего 3)

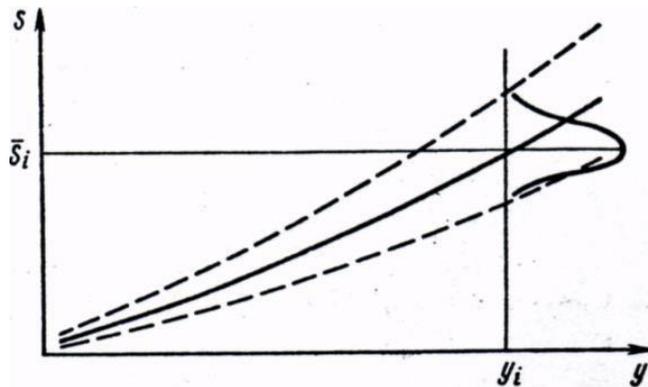


Рис. 6.3. Плотность распределения результатов замеров значения диагностического параметра.

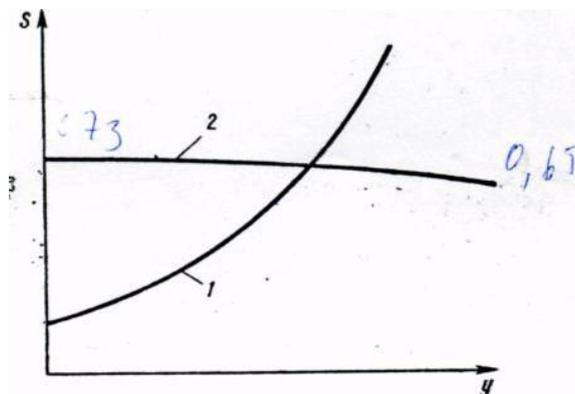


Рис. 6.4. Характеристика высокочувствительного (1) и малочувствительного (2) диагностических параметров

**Информативность** является главным критерием, положенным в основу параметра для целей диагностирования. Она характеризуется достоверность диагноза, получаемого в

результате измерения значения параметра. Количественно информативность диагностического параметра можно оценить через снижение неопределенности знаний о техническом состоянии объекта после использования информации по результатам диагностирования. В приведенном на рис. 6.5 примере, информативному параметру соответствует и прорыв газов в картер двигателя, а малоинформативному параметру соответствует люфт редуктора главной передачи.

В первом случае с помощью назначения предельно допустимого значения параметра статистическим методом представляется возможным свести к минимуму ошибку второго рода и почти все поле значений параметра от номинала до предельно допустимого значения будет однозначно соответствовать исправному состоянию объекта. Во втором случае при значении диагностического параметра меньше предельно допустимого норматива такой однозначной оценки состояния объекта диагностирования дать невозможно.

Кроме указанных требований, предъявляемых к диагностическим параметрам, их качество оценивается также по затратам на диагностирование и по технологичности диагностирования, основанного на применении данного параметра. Перечисленные требования обуславливают выбор диагностических параметров при разработке процессов технического диагностирования.

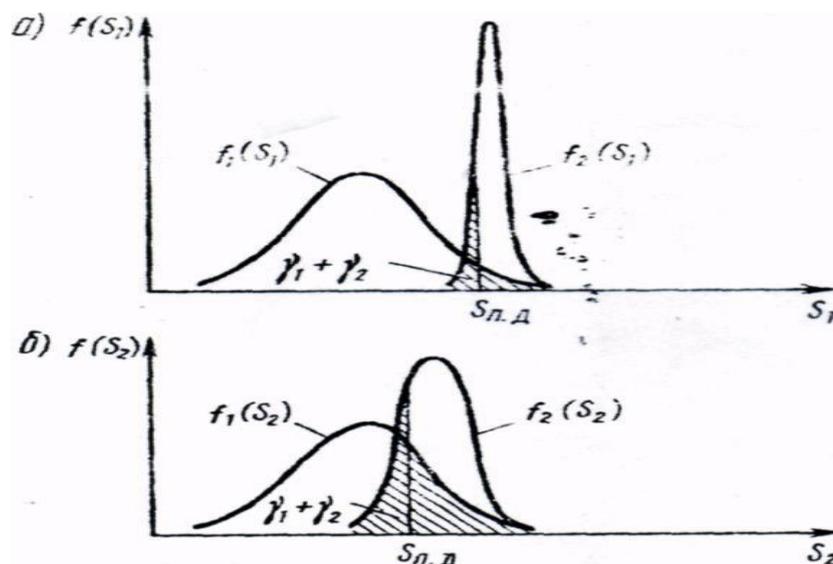


Рис. 6.5. Плотность вероятности информативного (а) и малоинформативного (б) диагностических параметров для групп исправных (1) и неисправных (2) объектов

**Общий процесс технического диагностирования** включает в себя (рис.6.6):

- обеспечение функционирования объекта на заданных режимах или тестовое воздействие на объект;
- улавливание и преобразование с помощью датчиков сигналов, выражающих значения диагностических параметров, их измерение;
- постановку диагноза на основании логической обработки полученной информации путем сопоставления с нормативами.

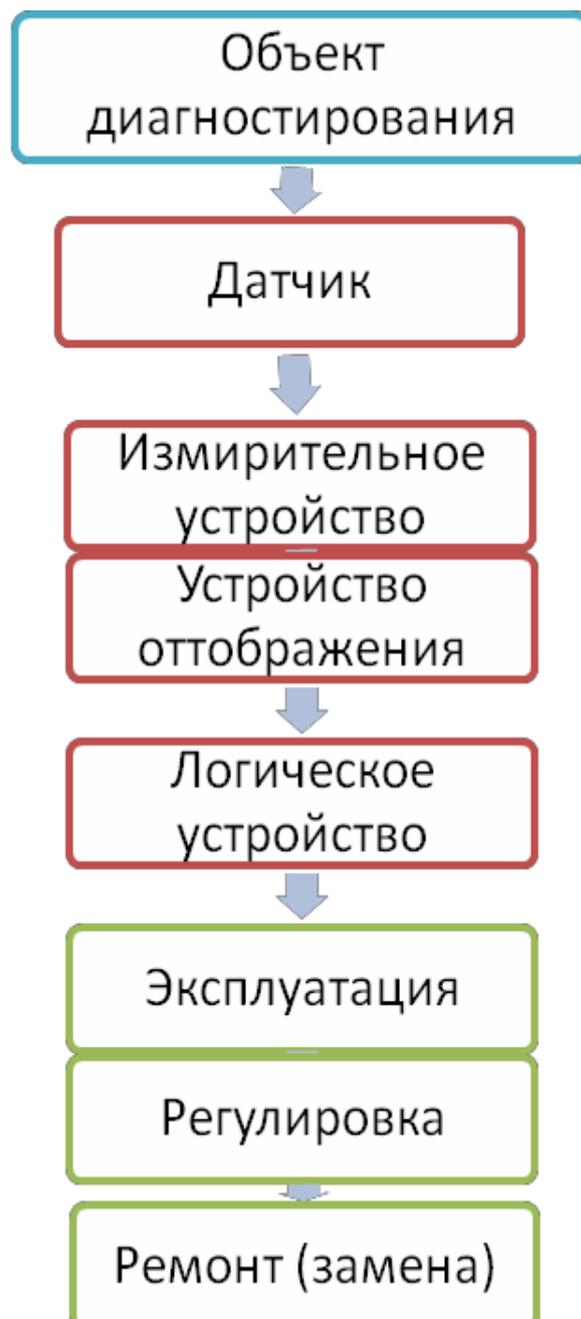
Постановка диагноза в случае, когда приходится пользоваться одним диагностическим параметром не вызывает особых методических трудностей. Она практически сводится к сравнению измеренной величины диагностического параметра с нормативом.

## Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

Постановка диагноза, когда производится поиск неисправности у сложного механизма, системы и используется несколько диагностических параметров, существенно сложнее. Для решения задач и постановки диагноза в этом случае необходимо на основе данных о надежности объекта выявить связи между его наиболее вероятными неисправностями и используемыми диагностическими параметрами. Для этой цели в практике диагностирования автомобилей наиболее часто применяют диагностические матрицы.

**Диагностическая матрица** представляет собой логическую модель, описывающую связи между диагностическими параметрами и возможными неисправностями объекта.

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



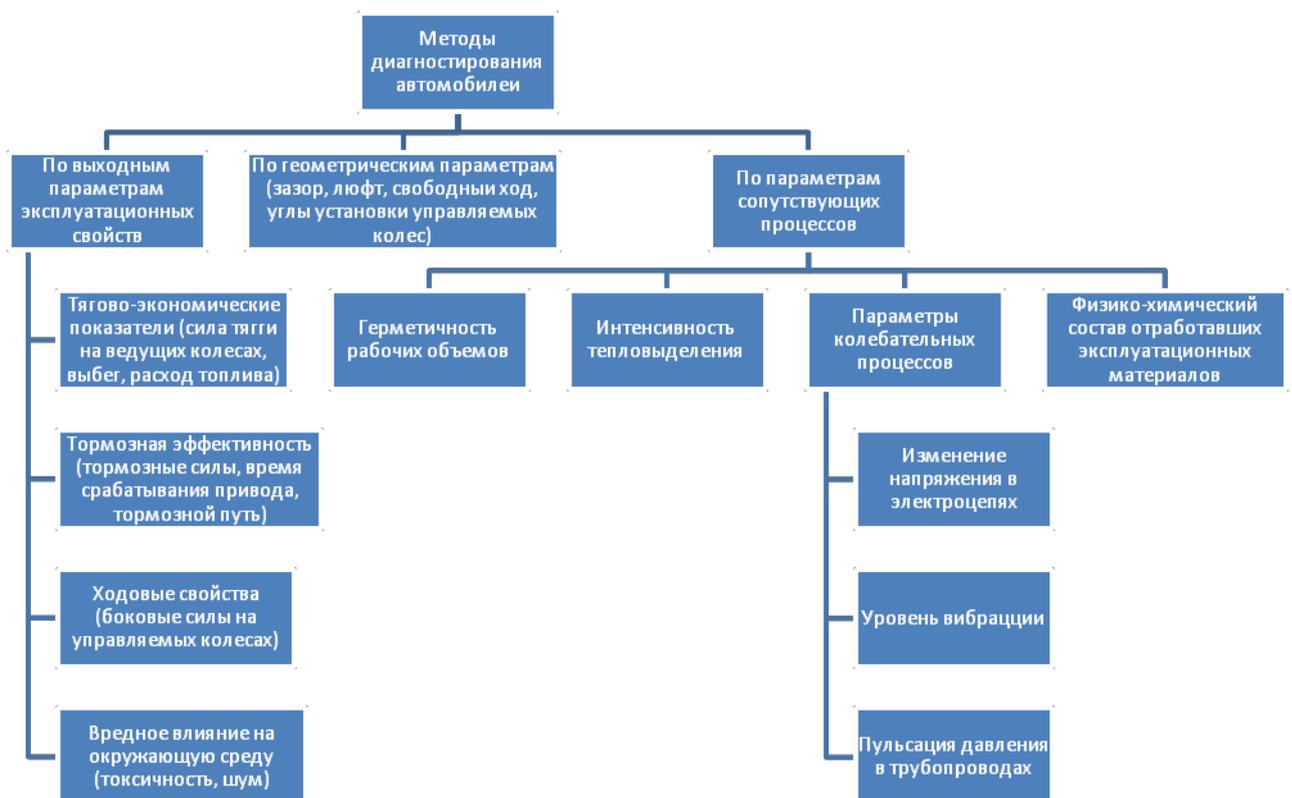
## Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

Диагностические матрицы являются основой автоматизированных логических устройств, применяемых в современных средствах технического диагностирования.

Методы диагностирования автомобилей, их агрегатов и узлов характеризуются способом измерения и физической сущностью диагностических параметров, наиболее приемлемых для использования в зависимости от задачи диагностирования и глубины постановки диагноза. В настоящее время принято выделять три основные группы методов, классифицированных в зависимости от вида диагностических параметров (рис. 6.7).

Первая группа методов базируется в основном на имитации скоростных и нагрузочных режимов работы автомобиля и определении при заданных условиях выходных параметров. Для этих целей используются стенды с беговыми барабанами или параметры определяются, непосредственно в процессе работы автомобиля на линии.

Вторая группа включает в себя методы, оценивающие по герметичности рабочих объемов степень износа цилиндропоршневой группы двигателя, работоспособность пневматического привода тормозов, плотность прилегания клапанов и другое путем создания в контролируемом объеме избыточного давления (опрессовки) или, наоборот, разрежения и в оценке интенсивности падения давления (разрежения).



Методы, оценивающие по интенсивности тепловыделения работу трения сопряженных поверхностей деталей, а также протекание процессов сгорания (например, по температуре выхлопных газов) пока не нашли широкого применения на автомобильном транспорте. Методы, оценивающие состояние узлов и систем по параметрам колебательных процессов, широко используются при создании средств технического диагностирования автомобилей и их далее можно разделить на три подвида: методы, оценивающие колебания напряжения в электрических цепях (на этой основе созданы мотор-тесторы); параметры виброакустических сигналов

## Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

(получаемых при работе зубчатых зацеплений, клапанных механизмов, подшипников и т. д.); оценивающие пульсацию давления в трубопроводах (на этой основе созданы дизельтестеры для диагностирования дизельной топливной аппаратуры).

Если в пробке картерного масла двигателя имеется высокое содержание свинца, это говорит об износе вкладышей шатунных и коренных подшипников, если высокое содержание железа – об износе гильз цилиндров, если высокое содержание кремния, о засорении воздушного фильтра и т. д.

Третья группа методов основывается на объективной оценке геометрических параметров в статике, что требует в целом ряде случаев применения динамометров для приложения к диагностируемому сопряжению стандартного усилия при определении зазора (люфта, свободного хода).

Средства технического диагностирования (СТД) представляют собой технические устройства, предназначенные для измерения текущих значений диагностических параметров. Они включают в себя в различных комбинациях; следующие основные элементы: устройства, задающие тестовый режим; датчики, воспринимающие диагностические параметры и преобразующие их в сигнал, удобный для обработки или непосредственного -использования; измерительное устройство и устройство отображения результатов (стрелочных приборов, цифровая индикация, экран осциллографа). Кроме того, СТД 1 может включать в себя устройства автоматизации задания и поддержания тестового режима, измерения; параметров и автоматизированное логическое устройство, осуществляющее постановку диагноза.

Результаты диагноза могут автоматически заноситься в запоминающее устройство для хранения или последующей передачи в управляющий орган. Средства технического, диагностирования можно разделить на три вида по их взаимодействию с объектом диагностирования (автомобилем): внешние, встроенные (бортовые) и устанавливаемые на автомобиль.

## ЛЕКЦИЯ № 6

# Охрана труда при эксплуатации машин. Обеспечение безопасности при эксплуатации транспортно-технологических машин

Основные функции моторного масла

- Уменьшение трения и износа деталей двигателя. Уплотнение надпоршневого пространства в месте контакта поршневых колец со стенками цилиндра.
- Создание давления в смазываемых узлах и устройствах, имеющих гидропривод (натяжители цепи, гидрокомпенсаторы). Отвод тепла от поршней, подшипников скольжения и других деталей.
- Защита двигателя от коррозии.
- Предотвращение нагарообразования и лакообразных отложений.
- Нейтрализация кислот, образующихся при окислении масла и сгорании топлива.
- Предотвращение образования осадков в картере, маслопроводах и т.д.

### Цели экспрессконтроля и контролируемые параметры моторных масел

**Цели контроля:** выявление и предупреждение недопустимого изменения вязкости, обводненности, разжижения топливом, засорения мех примесями и ухудшения моющей способности масел в целях уменьшения износов две и предотвращения аварий их кривошипно-шатунного механизма

и цилиндропоршневой группы; выявление несоответствия качества свежего масла паспортным данным, его недопустимой обводненности и загрязненности; подготовка рекомендаций по экспресс-восстановлению временной работоспособности моторного масла и предотвращению аварийного изнашивания двигателя при работе без смены масла.

Описанный ниже экспресс-контроль не требует дорогостоящего оборудования и больших текущих затрат, может проводиться работником со среднетехническим и средним образованием и позволяет предотвращать отказы двигателей.

**Обводнение масла.** Вода наносит большой вред моторным маслам. Даже небольшое количество воды (0,1...0,2), взаимодействуя с присадками в маслах, быстро (за несколько дней при нормальной температуре или за несколько часов работы дизеля в номинальном режиме) разлагает их. После этого в масляных системах ДВС образуются липкие отложения, забивающие маслофильтры, трубки и каналы, маслозаборники и вызывающие неисправности клапанов масляных системы другое. Особенно быстро разрушаются самые активные присадки, имеющие способность поглощать влагу из окружающего воздуха. Вследствие такого распада присадок масла вспениваются, ухудшаются их смазывающие, антиизносные, моюще-диспергирующие и другие качественные показатели, увеличивается скорость отложений лаков и нагаров на деталях ЦПГ, снижается щелочное число, а из-за вымывания присадок, образующих защитные пленки, повышается коррозионность масла, особенно к деталям из цветных металлов. Естественно, что при этом износ трущихся деталей дизеля резко возрастает, а надежность его работы, особенно КШМ, падает вплоть до аварийных задиров подшипников коленвала.

Вода не желательна в маслах вообще, но с небольшим ее количеством (до 0,05% в свежих маслах и до 0,10% в работающих) приходится мириться из-за трудности удаления воды и дефицитности масел. Более обводненные свежие масла (0,05...0,10%) не пригодны по

номинальному назначению. После фильтрации или отстаивания их можно применять в менее ответственных агрегатах и узлах.

**Механические примеси.** Основной причиной изнашивания деталей двигателей в рядовой эксплуатации машин является *загрязненность смазочных масел, поэтому контроль и борьба с загрязненностью масел имеет первостепенное значение.* Опасны твердые механические частицы (кремнеземиз пыли, твердые металлические частицы), имеющие твердость выше или равную твердости трущихся деталей ДВС и вызывающие абразивное изнашивание. Мягкие механические и органические частицы, как правило, не опасны, а при повышенных зазорах в некоторых сопряжениях даже и полезны.

**Разжижение масла топливом. Вязкость и смазывающая способность (маслянистость) масел.** Они обуславливают прочность масляной пленки между трущимися деталями, от которой зависит их нагрузочная способность, износостойкость, стойкость к задиру и другим повреждениям, а отсюда и надежность узлов трения. Каждый агрегат в конкретных условиях работы требует свою оптимальную вязкость масла. С утяжелением условий его работы (например, повышение нагрузки наподшипники коленчатого вала и температурного режима масла) требуется повышенная вязкость. Требуемая вязкость повышается и с износом подшипников КШМ. По мере нормальной работы ДВС вязкость масла растет из-за механических (грязь, продукты изнашивания) и органических (продукты окисления и выгорания масел) примесей. Снижается же вязкость только из-за разжижения топливом при его неполном сгорании с неисправной топливной аппаратурой и при износе ЦПГ. При этом снижение вязкости сопровождается снижением температуры вспышки масла, которая имеет также и самостоятельное значение и определяет потери масла на угар в камере сгорания ДВС.

**Концентрация присадок в маслах,** определяющая их эксплуатационные свойства. Это один из основных показателей масел, обуславливающий их ценность, надежность работы и ресурс ДВС. Именно по нему в первую очередь проводится подбор масел. К сожалению, полный контроль содержания присадок в маслах потребителем невозможен, а экспресс-методом по «капельной пробе» возможна лишь примерная оценка только моющихдиспергирующих свойств моторных масел, что не снижает значения такой проверки в практике эксплуатации ДВС. Правда, распространяются реактивы

«экспресс-щелочность», которые позволяют ориентировочно определять щелочное число масла в миллиграммах щелочи КОН на грамм масла (мг КОН/г), а по нему судят о наличии пакета присадок в целом.

**Срок службы масла.** Априорная регламентация срока смены масла не оправданна. Оптимальный срок службы масла определяется допустимым его техническим состоянием, которое примерно определяется моментом, когда срабатывание присадок нормальной работы масла приводит к снижению его щелочного числа до уровня на 10...20% выше возрастающего кислотного числа масла (по сильными слабым органическим кислотам). Однако такое определение в условиях эксплуатации невозможно. Изготовители ДВС не могут дать абсолютных рекомендаций по срокам службы масел вследствие как разнообразия и изменчивости условий эксплуатации и нестабильности качества технического обслуживания двигателей, так непредсказуемой вариации качества масел даже одной и той же марки. Заводским ориентиром является, например, нормативное количество израсходованного топлива на единицу объема его картерного масла соответствующего класса качества, но с учетом уровня фактического угара масла: малому угару соответствуют несколько меньшие сроки и наоборот. Ориентиры предназначены для нормальных условий эксплуатации и качественного технического

обслуживания двигателей. Они требуют уточнения на основе входного контроля свежего масла и периодического контроля работающего масла.

**Примерные образцы капельных проб малощелочного и среднещелочного моторного масла (масла классов В, Г, Д по ГОСТ или СС, СВ, СЕ, СР-4 по АР1)**

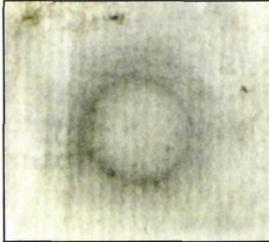


Рис.1 Свежее  
масло

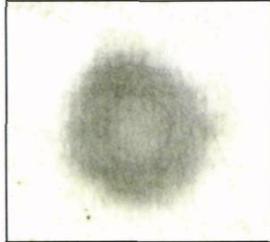


Рис.2 Масло немного  
работавшее

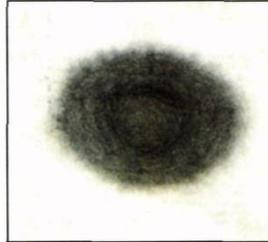


Рис.3 Рабочее  
масло

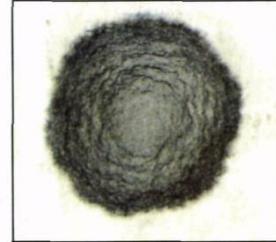


Рис.4 Работавшее  
масло с мех. прим

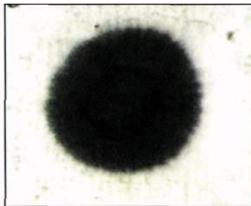


Рис.5 Рабочее  
масло в удовл.  
состоянии

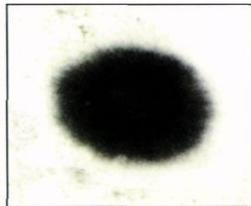


Рис.6 Рабочее  
масло в крит.  
состоянии

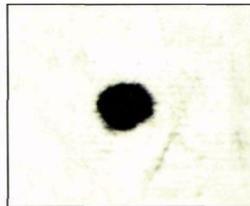


Рис.7  
Нерабочее  
масло(брак)

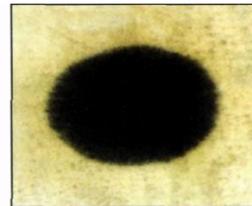


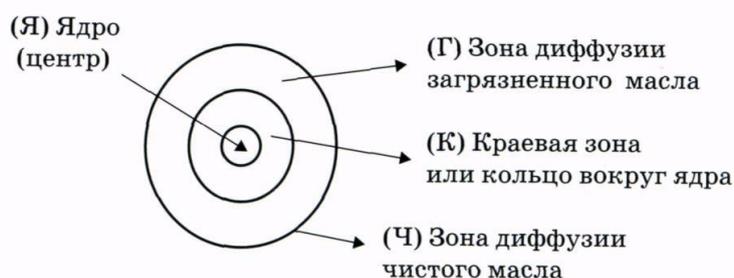
Рис.8 Масло с  
перегретого  
двигателя

Колориметрическая характеристика капельных проб по их составляющим:

	Отсутствует	2. Тёмно-серое	3. Черное	4. Густое черное мазеобразное с крупинками мех примесей и металлов	5. Масло не расплывается, расплывается только вода и неясная жидкость
	Отсутствует	Темно-серое или черное	Темно-чёрное	Ядро и кольцо слиты	См. выше
	Отсутствует	Серое или темно-серое	Черное меньшего размера	Темно-черное заметно уменьшенного размера	Тоже
	Все пятно светлое и исчезает через 50 час	Светлое	Светлое, Беременной ширины	Ядро и зона диффузии грязного масла слиты вместе	Тоже

Примечание: Импортные среднещелочные и высокощелочные моторные масла для автотракторных двигателей дают окрашенное характерное пятно капельной пробы с проявлением структуры бумаги.

На бумажной хроматограмме измеряют диаметры трех зон капли, определяют их цвет и рисунок, равномерность растекания масла и изучают такие четыре составные части «капельной пробы»:



1 -ядро или центр капли, соответствующий первичной зоне капли до ее растекания по бумаге; здесь оседают все тяжелые нерастворимые мехпримеси; 2 -краевая зона (темное/черное кольцо), окаймляющее ядро малорастворимыми в масле органическими примесями; кольцо отсутствует как при чистом масле, так и при очень грязном масле, а ядро имеет ровный цвет;

2-зона диффузии широкое серое кольцо за ядром через краевую зону масла с легкими растворенными органическими примесями;

3 -кольцо чистого масла самое внешнее светлое кольцо, если в нем начинает проявляться потеря моюще-диспергирующих присадок. Это кольцо не частое явление.

Чистое масло дает большое светлое пятно, исчезающее через несколько суток. 4-й элемент «капельной пробы» через несколько часов также исчезает. Если 3-й и 4-й элементы имеют рваную (амебообразную) форму, то масло обводнено, а стойкий желтоватый или светло-коричневый цвет зоны диффузии говорит о значительной окисленности масла из-за аварийного перегрева ДВС.

Чем светлее и равномернее цвет ядра и зоны диффузии, тем работоспособнее масло. При росте мехпримесей темнеет ядро, зона диффузии и теряется краевая зона. При потере присадок уменьшается зона диффузии, расширяется внешнее светлое кольцо. Появление внешнего кольца чистого масла означает момент, когда начинают исчерпываться моюще-диспергирующие свойства масла. Для высокощелочных масел это не обязательно.

Отсутствие зоны диффузии или "свертывание" пятна из-за потери присадок, как правило, из-за воды в масле, густое черное мажеобразное ядро с блестками металла, коричневое или желтое кольцо свидетельствуют о браковочном состоянии масла, и оно подлежит срочной смене.

### **Основные факторы корректировки срока службы масла:**

- соотношение фактических показателей качества свежего масла с нормативными значениями;
- соответствие условий работы масла (часовой расход топлива, температура масла в длительном режиме, качество работы системы очистки масла и периодичность ее обслуживания) показателям, заданным заводом-изготовителем ДВС;
- степень ухудшения технического состояния двигателя, частично определяемая через расход масла на угар, расход картерных газов, полноту сгорания топлива, износ подшипников КШМ и падение давления масла в системе, интенсивность обводнения масла, разжижения топливом, загрязнения мехпримесей (через систему воздухоподачи, маслозаливные отверстия и сапуны) и через дымность отработавших газов;
- в соответствии с этим при переходе наиболее качественное масло, при хорошем техсостоянии двигателя или улучшении его обслуживания срок службы масла повышается, что и следует из многолетней практики эксплуатации автомобилей, сельхозмашин. В то же время, с износом и усилением неисправностей ДВС, при пониженном качестве масла, упущениями в техническом обслуживании сроки службы масла заметно снижаются. Субъективное же значительное сокращение срока службы масла для «повышения срока службы двигателя», скорее всего, дает обратный эффект.

Безусловно, при нарушении допустимых значений любого из таких показателей масла, как вязкость и температура вспышки, загрязненность, обводненность и, особенно, при сворачивании изменении цвета «капельной пробы», масло подлежит срочной смене. Определение срока смены масла только по наступлению его черного цвета является неверным.

Годность масла к работе по данным контроля уточняют с учетом предстоящего периода работы машины до ближайшего обслуживания. При этом могут возникать ситуации, когда в ближайшее время невозможно провести полное ТО системы смазки, но возможен экспресс-ремонт масла, что и является одним из элементов настоящих рекомендаций.

**Порядок контроля работающего масла:** Пробы масла рекомендуется брать обязательно перед доливкой свежего. Для полного анализа нужно 200г. масла.

При заборе проб необходимо получать от водителя, тракториста информацию об условиях работы и симптомах неисправностей двигателя: перегрев, расход масла на угар, давление и уровень масла, характер дымления, течи масла, воды, топлива, состояние воздушного тракта, чистоту и исправность сапунов, масло заливных горловин, чистоту двигателя, проводимые

## Управление дистанционного обучения и повышения квалификации

работы по ТО, ремонту и устранению неисправностей. Лаборанту также целесообразно самостоятельно осматривать и ослушивать двигатель.

Экспресс-контроль масла включает проверку обводненности, вязкости и температуры вспышки, загрязненности по индикатору ИЗЖ и по стеклянным пластинам, а также "капельной пробы" для определения моющих свойств, содержания мехпримесей и контроля возможного перегрева масла. Контроль щелочного числа проводится заявочно из-за дефицитности реактива. Другие проверки по стандартным показателям

качества масла проводятся при неоднозначности экспресс контроля, в предаварийном состоянии ДВС, по указаниям руководства предприятия или по желаниям владельцев техники.

Отрицательные результаты контроля любого показателя масел, свидетельствующие о его браковочном состоянии (попадание воды, дизтоплива, мехпримесей, снижение вязкости, и срабатывание присадок) служат основанием для экстренных мер по устранению неисправностей дизеля и восстановлению качества масла.

Применяемые средства: Вискозиметр условной вязкости любого типа (например, ВУ-М по ГОСТ 1532-81 и 6258-85, ВЗ-4 по ГОСТ 26378.3-84) или

самодельное устройство для экспрессконтроля вязкости, откалиброванное по данным определения вязкости масла по ГОСТ 33-2000; электроплитка с закрытой спиралью; тигель для нагрева масла; секундомер любого типа с ценой деления не более 0,2с; термометр на 100-300°С и термометр лабораторный на 0...50°С с ценой деления не более 0,5°; набор ареометров на диапазон измерения 0,850 0,910т/м<sup>3</sup>; прибор ИЗЖ (индикатор загрязненности жидкостей); ванночки для масла; бумага фильтровальная по ГОСТ 12026-76 для хим. лабораторий (в рулонах, листах или фильтры бумажные диаметром 5,5см); калиброванная медная проволока 2,5-3мм; приспособления для забора масла из дизелей на 250мл, например, шприц с трубкой для ввода ее в отверстие под масломерный щуп и вспомогательные средства. Контроль желательно проводить в помещении с вытяжным шкафом, с раковиной для холодной и горячей воды.

**Регламент работ по контролю состояния моторных масел**

Работы по экспресс контролю моторных масел с минимумом покупных средств.

Выполняемые работы	Технические требования
<p><b>1. Подготовка к анализу масла:</b> Уточните марку и нормативные значения показателей масла, которое предстоит контролировать. Получите данные об особенностях конструкции ДВС и его системе смазки (тип системы, способы фильтрации масла, типы маслофильтров), а также о условиях и характере работы машины и дизеля, которые влияют на работоспособность</p>	<p><i>Главными</i> являются показатели: марка масла, <i>класс качества</i> по ГОСТ или API, нормативное содержание присадок и <i>щелочное число</i> свежего масла, вязкость и температура вспышки, соответствие свежего масла требованиям завода-изготовителя ДВС, сроки смены по его рекомендациям для заданного сорта масла. Оцените общее состояние ДВС, его загрязненность, работу фильтров очистки масла и воздуха, периодичность ТО, изначальную наработку масла и наработку от последнего обслуживания системы смазки.</p>
<p><b>2. Забор пробы.</b> Пробу масла желательно брать шприцем из нижнего объема картера при работающем дизеле или не позднее нескольких минут после его останова. Если масло берется сливом из нижнего отверстия картера или маслобака, то предварительно сливать масло для контроля и удаления воды и мехпримесей.</p>	<p>Предохранять систему смазки ДВС и взятую пробу от загрязнения и обводнения. Если в масле выявлена вода, то отбирать пробу только после ее полного слива и немного масла. Если масло значительно загрязнено, то также предварительно сливать масло с отстоем грязи. Забор пробы проводить в чистый прозрачный стакан.</p>
<p><b>3. Визуальная оценка пробы и контроль мехпримесей.</b> Капнуть каплю масла на предметное стекло. Осмотреть пробу и каплю на цвет, прозрачность, вспенивание,</p>	<p>Непрозрачность свежего масла и его необычный цвет, густая грязь, обильная пена, расслоение по высоте не допускаются. Если при растирании капли масла</p>

<p>консистенцию загрязнений, наличие признаков воды. Растереть 3-5 капель масла между пальцами на проверку маслянистости, вязкости, мехпримесей. Поместить в стакан масла сильный магнит и затем оценить на нем концентрацию ферромагнитных частиц.</p> <p>Капнуть теплую каплю масла на тыльную сторону запястья в теплом помещении и рассмотреть за 1-2 мин вытекание масла из воды по бороздкам кожи. При подозрении на мехпримеси оценить их абразивность способность изнашивать детали, растерев каплю масла между двумя стеклянными пластинами или на ровной поверхности стальной детали.</p>	<p>между стеклами слышен скрип -в масле есть мехпримеси, опасные для двигателя и масло подлежит выбраковке. Тонкий слой нормального масла прозрачен Прибором "ИЗЖ" определить общую загрязненность и потемнение (окисление) масла.</p> <p><i>Контролировать только холодное масло!</i> Браковочное показание 3,3%, допускаемое на короткий период работы 3%. Перед применением ИЗЖ хорошо взметать <i>охлажденную</i> пробу, опустив датчик в масло, слегка помешайте им масло для проникновения его в оптику. После контроля сполосните оптику в дизтопливе и убедитесь в нулевых показаниях ИЗЖ. Заметное количество и длина тонких струек масла в бороздках кожи запястья свидетельствуют о недопустимой обводненности масла</p>
<p><b>4.Подготовка капельной пробы.</b></p> <p>Налить масло на высоту 50 мм чистой проволоки (диаметр 2,5...3мм), дать стечь первой капле, а 2-ю или 3ю каплю с высоты 1...2см нанести на квадрат чистой сухой фильтровальной бумаги размером 40х40мм.</p> <p>Для ускорения «капельной пробы» (если воду не контролировать) бумагу с каплей помещают на 5...10мин на подставку рядом с электроплиткой или в другое теплое место.</p>	<p>Положить бумагу с каплей на подставку (кольцо, втулку) так, чтобы капля масла растекалась горизонтально и не касалась никаких предметов. Окончательную оценку капельной пробы проводят не ранее чем через 10 мин, но браковочное состояние масла выявляется уже в первые минуты. Для сопоставимости результатов контроля всегда пользуйтесь одной и той же бумагой. При контроле воды «капельную пробу» не нагревают и рассматривают ее в течение 5 мин.</p>

<p><b>5.Проверка воды в масле:</b>          Специальной проверке подлежит суспендированная и механически примешанная эмульсионная вода. Суспендированная вода оценивается по количеству потрескиваний на единицу объема нагреваемого масла: допустимо до одного явного потрескивания на 1см<sup>3</sup> объема масла. Эмульсионная вода выявляется по помутнению свежего масла, по вспениванию, образованию пузырей и кипению нагреваемого масла уже от 85°С. Эмульсионная вода не допустимей свидетельствует о неисправности системы охлаждения ДВС. <i>Визуально в темном работавшем масле можно обнаружить только чрезмерное количество воды.</i> Экспресс-проверка воды (если комплексный контроль масла не проводится):          Взмешать всю пробу и налить 25мл масла в металлическую ванночку или 50мл в тигель, поставить на электроплитку и нагревать до заметного дымления масла. Если проба масла была вспененная, то налить масло в 23 ванночки с пеной и без нее. Считать число потрескиваний, оценивать обильность пены или пузырей. Для убедительности поджечь пену спичкой. Зарегистрировать результаты.          Если масло поменяло консистенцию, цвет и расслаивается в стакане масло брак из-за запредельной обводненности.          Вариант: поджечь промасленный жгут фильтровальной бумаги; вода дает трески.</p>	<p><i>Вода присутствует в маслах в трех состояниях:</i>          растворенная вода 0,03% при 20°С и до 0,10% при 100°С; она в производственных условиях практически не выявляется;          - суспендированная вода микрокапельки воды, заключенные в оболочку солевых и/или органических соединений; для полного контроля нагревать масло до 150...180°С,          при этом происходит интенсивное потрескивание масла;          - эмульсионная или механически примешанная вода. Она легко выявляется по цвету свежего или незагрязненного работавшего масла на рассеянном свете, отстаиванием масла (любого), нагреванием масла до 100°С, когда уже при 80...90°С начинается вспенивание масла мелкими и крупными пузырями и его бурление. Свежее масло с числом потрескиваний 15 и более на 25мл или 25-30 на 50мл масла, а работавшее вспенивающееся масло браковать. Повторить контроль со 2...3-й донными порциями работавшего масла с пеной и без пены. Проверить состав пены: если она вспыхивает от пламени спички — это признак наличия дизтоплива в масле; если пена гасит пламя спички — это признак воды.          Другой экспресс-метод капнуть каплю масла на нагретую электроплитку. При этом, если воды нет, то масло задымится, а при наличии воды взорвется. Стандартные способы количественного контроля воды по ГОСТ 2477-65, 7822-75, трудоемки (0,5 - 1,5ч). Контроль реактивом «экспресс-вода» по манометру занимает не менее: примерный 1час, а полный до 50час.</p>
---	--

<p><b>6.Контроль вязкости масла.</b> Контроль стандартным вискозиметром обезвоженного и очищенного масла проводить согласно руководству на вискозиметр.</p> <p>Контроль вышеописанным устройством: Приготовить устройство, шарики и тарировочный график к работе. Отлить 50мл профильтрованной пробы в чистый (металлический) стакан и охлаждением или нагревом проточной водой довести температуру масла до температуры при градуировке устройства (с погрешностью не более 0,25°С). Залить масло в каналы устройства без образования пузырьков, а если они образовались, то дать им время (10-15с) для всплытия. Окунуть малый шарик в масло левого канала, в момент его отпускания включить секундомер и выключить при остановке шарика. Записать показания секундомера. Аналогично определить время для большого шарика в правом канале и сопоставить его с временем малого шарика. Если получено соотношение времен 1 : 5, то по тарировочным графикам можно определять вязкости и их среднее значение. Иначе повторить контроль.</p>	<p>Каналы устройства и шарики должны быть чистыми. Заливка масла с визуально выявляемыми мехпримесями не допускается. При отклонении температуры воздуха помещения от температуры калибровки устройства температуру пробы задавать несколько выше или ниже температуры воздуха, так чтобы в момент контроля температура масла выровнялась с температурой при калибровке устройства.</p> <p>Заметное количество пузырьков масла в каналах устройства делает контроль не достоверным.</p> <p>Если времена падения шариков не подчиняются соотношению 1:5, то выявить и устранить причину несоответствия (загрязнения сверлений, пузырьки в масле, ошибки измерения) и повторить контроль. При убежденности в достоверности контроля полученные значения вязкости сравнить с нормативами, которые в общем виде соответствуют нормативной вязкости свежего масла, рекомендованного заводом изготовителем двигателя, с занижением не более 20% и с завышением не более 25-30%.</p> <p>Стандартный контроль вязкости по ГОСТ 33-2000, ГОСТ 26378.3-84.</p>
<p><b>7.Температура вспышки масла</b> <b>В</b> открытом тигле. Она определяется по ГОСТ 4333 87, ГОСТ 26378.4 и включает следующие работы: Заранее включить электроплитку для сокращения времени контроля. Налить в чистый стандартный тигель масло на 12мм ниже верхнего торца тигля, поставить тигель на</p>	<p>Отрегулировать электроплитку "— вспомогательными средствами так, чтобы время нагрева масла с 20°С до 200°С составляло 15-20мин. Пламя спички должно быть высотой и шириной не более 10 мм и оно должно отстоять от зеркала масла на высоте 13-14 мм. Всегда соблюдайте <i>одни и те же</i></p>

<p>нагрев, установить в нем термометр его капсулой по центру объема масла. Периодически наблюдать характер нагрева масла, его вспениваемость, потрескивание или кипение, как и при отдельном контроле воды. При полном контроле масла проверки температуры вспышки и наличия воды совмещают. Если содержание воды в масле значительное (масло вспенено или кипит пузырями, которые гасят пламя спички) возможно определение температуры вспышки только после прогрева масла до 180°C, т.е. до полного обезвоживания, охлаждения к 100-150°C и с последующим нагревом до конца определения температуры вспышки.</p> <p>По мере нагрева масла к ожидаемой температуре вспышки за 2 сек проводить над обрезом тигля от одного края за другой минимальное по размеру пламя спички. После появления неявных вспышек паров масла продолжать, прогрев не только до появления явных отдельных вспышек, но и до вспышек пятен или всего зеркала масла. Фиксировать все эти температуры, а после их сопоставления за критерий принять температуру явных вспышек пятен масла. Сопоставить полученные значения температуры и вязкости масла. Если они не согласуются, то выявить причины или повторить забор пробы и все проверки.</p>	<p><i>приемы</i> оперирования с огнем, регламентированные ГОСТ 4333 87, т.к. точное определение температуры вспышки <i>очень затруднительно</i> вследствие появления неявных вспышек при увеличенном пламени спички или близком поднесении его к маслу. Как правило, неопытные лаборанты значительно занижают температуру вспышки, торопливо и чрезмерно воздействуя на масло пламенем зажигательного устройства. Если выявлена вспышка всего зеркала масла масло перегрето и проверку следует повторить с более низкой температуры.</p> <p>Нижние допускаемые значения температуры вспышки для большинства марокработавших масел, как правило, составляют 170 175°C. Более низкие значения температуры, свидетельствуют о разжижении масла дизтопливом.</p> <p><i>Примечание:</i> для работавшего масла бензиновых дизелейдопустимы более низкие температуры вспышки, т.к. даже незначительное попадание в них бензина значительно снижает эту температуру. Сопоставление температуры вспышки и вязкости масла начинать со свежего масла. Обычно снижение температуры вспышки необводненного и незначительно загрязненного работавшего масла до 180°C не снижает вязкости масла, а более низким температурам соответствует резкое снижение вязкости.</p>
--	---

<p><b>8. Плотность масла</b> определяют заявочно (для уточнения степени загрязненности или разжижения масла дизтопливом) нефтеденсиметром или взвешиванием 250...500мл масла на аналитических весах и вычислением по формуле:  <math display="block">\rho = \frac{C(\text{масло} + \text{мензурка}) - \text{мензурка}}{V}</math>         У масла в мензурке. Сопоставьте значение плотности с температурой вспышки, вязкостью и загрязненностью масла и проанализируйте все это.</p>	<p>Сопоставляя результаты определения содержания воды, механических примесей, температуры вспышки, вязкости, отклонения плотности масла от паспортных значений, качества «капельной пробы», выявляют причину изменения вязкости работавшего масла: разжижение топливом, старение или загрязнение масла. Загрязненное, но работоспособное масло может быть очищено, например, простым отстаиванием в чистой емкости в теплом помещении в течение нескольких суток, а далее использовано по назначению.</p>
<p><b>9. "Капельная проба".</b> Она широко качественно и с количественными характеристиками используется более 50 лет.</p> <p>Через 5-10 мин после нанесения капли масла на фильтровальную бумагу изучить полученный отпечаток и по нему сделать заключение о состоянии масла и дизеля. Подробный анализ капельной пробы приведен во многих публикациях.</p> <p>При необходимости повторите капельную пробу в холодном режиме ее растекания (в воздухе помещений лаборатории) для уточнения содержания воды и ее влияния на качество масла.</p> <p>Для уверенной работы и сертификации лаборатории соберите <i>цветные комплекты</i> свежих (рисунок быстро выцветает), капельных проб для различных типов масел (от свежих до браковочных с постепенным ухудшением показателей масла), полученных на бумаге одного и того же сорта, например, по ГОСТ 12026-66, и одним и тем же инструментом (проволочкой или пипеткой). Комплекты <i>могут отличаться как характером рисунка, так и соотношениями</i></p>	<p>На бумажной хроматограмме измеряют диаметры трех зонкапли, определяют их цвет и рисунок, равномерность растекания масла и изучают такие четыре составные части «капельной пробы»:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1 ядро или центр капли, соответствующий первичной зоне капли до ее растекания по бумаге; здесь оседают все тяжелые нерастворимые мехпримеси;</li> <li>2 краевая зона (темное/черное кольцо), окаймляющее ядро малорастворимыми в масле органическими примесями; кольцо отсутствует как при чистом масле, так и при очень грязном масле, а ядро имеет ровный цвет;</li> <li>3 широкое серое кольцо за ядром зона диффузии через краевую зону масла с легкими растворенными органическими примесями;</li> <li>4 самое внешнее светлое кольцо чистого масла, если в нем начинает проявляться потеря моющих диспергирующих присадок. Это кольцо не частое явление.</li> </ol> <p>Чистое масло дает большое светлое пятно, исчезающее через</p>

<p><i>размеров со ставных частей пятна масла, что особенно присуще высокощелочным маслам. Сопоставьте результаты анализа «капельной пробы» со всеми проведенными проверками оцените моющую способность масла, содержание мехпримесей, топлива, воды в масле и дайте заключение о сроке его работоспособности или о необходимости замены масла.</i></p> <p>В связи с многообразием типов масел метод «капельной пробы» теряет свою простоту и классичность, но не теряет значимости и широко используется в мире, в т.ч. в компьютеризированном виде, ведущей фирмой по маслам «Лубризол».</p>	<p>несколько суток. 4-й элемент «капельной пробы» через несколько часов также исчезает. Если 3-й и 4-й элементы имеют рваную (амебообразную) форму, то масло обводнено, а стойкий желтоватый или светло-коричневый цвет зоны диффузии говорит о значительной окисленности масла из-за аварийного перегрева ДВС.</p> <p><i>Чем светлее и равномернее цвет ядра и зоны диффузии, тем работоспособнее масло. При росте мехпримесей темнеет ядро, зона диффузии и теряется Краевая зона. При потере присадок уменьшается зона диффузии, расширяется внешнее светлое кольцо. Появление внешнего кольца чистого масла означает момент, когда начинают исчерпываться моющедиспергирующие свойства масла. Для высокощелочных масел это не обязательно.</i></p> <p>Ориентировочно работоспособность малощелочных и среднещелочных масел можно определять методом ГОСНИТИ (к.т.н. Н.М. Хмелевой) по нижеследующим показателям, увеличивающимся по мере срабатывания масла (см. рис.1): а) <math>K_{мд} \leq 13 / &lt; 12</math>; Если <math>K_{мд} &gt; 1,3</math>, то моющедиспергирующая способность масла чрезмерно ослабла; б) <math>K_{мпр} = \frac{I_1}{I_2}</math>; Если <math>K_{ипр} &gt; 0,75</math> чрезмерное наличие мехпримесей. <i>Отсутствие зоны диффузии или «свертывание» пятна из-за потери присадок, как правило, из-за воды в масле, густое черное мазеобразное ядро с блестками металла, коричневое или желтое кольцо свидетельствуют о браковочном состоянии масла, и оно подлежит срочной смене. Бракуют масло при снижении его вязкости на один класс, а температуры вспышки к 170 °С, при содержании</i></p>
---	---

	<p>воды более 0,3 % (кипение масла пузырями от 85°С), с мехпримесями 1% по массе и показании ИЗЖ 3,3%, со щелочным числом менее 2мг КОН/г масла и, безусловно, при подозрении на сворачивание «капельной пробы». Остаточный ресурс масла определяют экспертно.</p>
<p align="center"><b>10. Обобщение результатов контроля.</b></p> <p>Сопоставление его с результатами предыдущих проверок, с информацией о характере предыдущей и предстоящей работы дизеля и намечаемых работах его ТО. Определение работоспособности масла до очередного ТО, подготовка рекомендаций о сроке службы или замене масла.</p>	
<p><b>11 При аварийном состоянии</b> масла, но невозможности его срочной замены проверьте количество масла в дизеле и подготовьте рекомендации по его экспресс-ремонту и предотвращению ускоренного изнашивания и аварии дизеля.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. При незначительном содержании воды остановите дизель на 1-3 часа, дайте отстояться воде и слейте ее из картера дизеля или из маслобака. Долейте 10-20% свежего качественного масла.</li> <li>2. Аналогично поступать при загрязненности масла. Но при этом следует <i>устранять причины обводнения и загрязнения масла. Грязь и вода в масле - причины аварий двигателей!</i></li> <li>3. Если масло брак (свернулась «капельная проба»), а возможностей его срочной смены нет, то при устранении дальнейшей обводненности масла, проведите его экспресс-ремонт, слив 10-20% бракованного масла и залив вместо него свежее качественное, продлевая срок службы основной части масла и работу ДВС до очередного ТО.</li> <li>4. При желтизне капельной пробы выяснить и устранить причину аварийного перегрева дизеля.</li> </ol>