



# **Лекции по дисциплине: «Технологии и средства технического обслуживания машин и оборудования в агробизнесе»**

**Лектор: Заведующий кафедрой  
«Эксплуатация мобильных машин и  
технологического оборудования»,  
доктор технических наук, профессор  
Хохлов Алексей Леонидович**





## Лекция № 9

# Тема: ТЕХНИЧЕСКОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ

1. Основные термины и определения.
2. Задачи и виды диагностирования.
3. Классификация методов и средств диагностирования.
4. Диагностирование автомобилей.
5. Управление техническим состоянием машин по результатам диагностирования.



## 9.1 Основные термины и определения

**Качественные признаки** — признаки, определяющие техническое состояние объекта без использования количественных показателей: наличие или отсутствие подтекания масла, топлива, стуки и др. Они определяются с помощью органов чувств человека (органолептическими методами).

**Параметры технического состояния** — различные физические величины, характеризующие работоспособность или исправность объекта. Их можно количественно измерить.

**Диагностические параметры** — параметры, используемые для определения технического состояния машин (температура, шум, вибрация, давление, напряжение, сила тока и др.).

Параметры характеризуются номинальными, допускаемыми и предельными значениями.

**Номинальное значение** параметра  $P_n$  — исходное значение, установленное технической документацией для новой или капитально отремонтированной машины.

**Допускаемое значение** параметра  $P_d$  — значение, при котором составную часть машины после контроля допускают к эксплуатации без выполнения операций ТО или ремонта.

При допускаемом значении параметра составная часть может надежно работать до следующего планового контроля.

**Предельное значение** параметра  $P_p$  — значение параметра, достижение которого определяет отказ соответствующего объекта диагностирования.

**Техническое диагностирование** — процесс определения технического состояния объекта диагностирования с определенной точностью. Объектом диагностирования может быть изделие, его составные части, элементы, техническое состояние которых подлежит определению.

**Диагностика** — научная дисциплина, раскрывающая теорию, методы и средства определения технического состояния объекта без разборки или при минимальной разборке (например, отсоединение форсунок у двигателя и т.п.).

**Остаточный ресурс** — прогнозируемый срок безотказной работы объекта до перехода в предельное состояние, исчисляемый с момента прогнозирования.





## 9.2. Задачи и виды диагностирования

Основными задачами технического диагностирования являются:

- контроль технического состояния для установления значений параметров требованиям технической документации;
- поиск места и причин отказа (неисправности);
- прогнозирование технического состояния.

Для каждой диагностируемой машины устанавливаются нормативные показатели исправности (работоспособности) при эксплуатации, ТО, ТР и КР.

Техническое диагностирование в зависимости от его вида выполняют в различных местах. Диагностирование при несложных видах ТО проводят непосредственно на временной стоянке. При сложном ТО-3 для тракторов, ТО-2 для комбайнов диагностирование проводят обычно в ремонтной мастерской. Заявочное диагностирование осуществляют или непосредственно в поле, привлекая передвижную ремонтно-диагностическую мастерскую, или в центральной мастерской. Предремонтное, приремонтное и послеремонтное диагностирование обычно выполняют в месте проведения ремонта.

Виды диагностирования зависят от содержания работы, начиная от предпродажного ТО машины и заканчивая ее утилизацией.

**Предпродажное диагностирование** агрегатов и машин осуществляют после их транспортирования и досборки перед непосредственной продажей в целях оценки качества досборки и готовности машины к работе (состояние крепежных деталей, заправка маслом, другими рабочими жидкостями, быстрый пуск двигателя и др.).

**Диагностирование при ТО** выполняют в целях выявления значений параметров машины, превышающих допусковые.





## 9.2. Задачи и виды диагностирования

**Заявочное диагностирование** проводят при поступлении заявки механизатора о появившейся в процессе работы неисправности в виде необычных стуков, скрежета деталей, перегрева составной части, уменьшения мощности, производительности машины, увеличения расхода топлива и т.п.

**Ресурсное диагностирование** составных частей и агрегатов осуществляют перед ремонтом в целях определения его вида. При этом контролируют ресурсные параметры, предельные значения которых обуславливают проведение КР агрегата. Ресурсными параметрами двигателя являются зазоры в соединениях гильза — поршень, в коренных и шатунных подшипниках, а также расход газов, прорывающихся в картер.

**Предремонтное и приремонтное** диагностирование агрегатов и машин выполняют перед ремонтом или в процессе ремонта объекта (текущего или капитального). Основное содержание такого диагностирования заключается в проверке состояния ресурсных составных частей и сборочных единиц в агрегате.

**Послеремонтное диагностирование** проводят в целях контроля качества ремонта по параметрам функционирования и параметрам, характеризующим способность выполнять заданные функции до следующего ремонта. Объектами диагностирования являются агрегаты и полнокомплектные машины.

**Диагностирование при утилизации** машины осуществляют в процессе списания машины в целях отбора составных частей, которые можно использовать при ремонте других аналогичных машин. Практика показывает, что после списания машины 50% и более ее составных частей могут быть использованы после проведения их ТО и Р или восстановления.



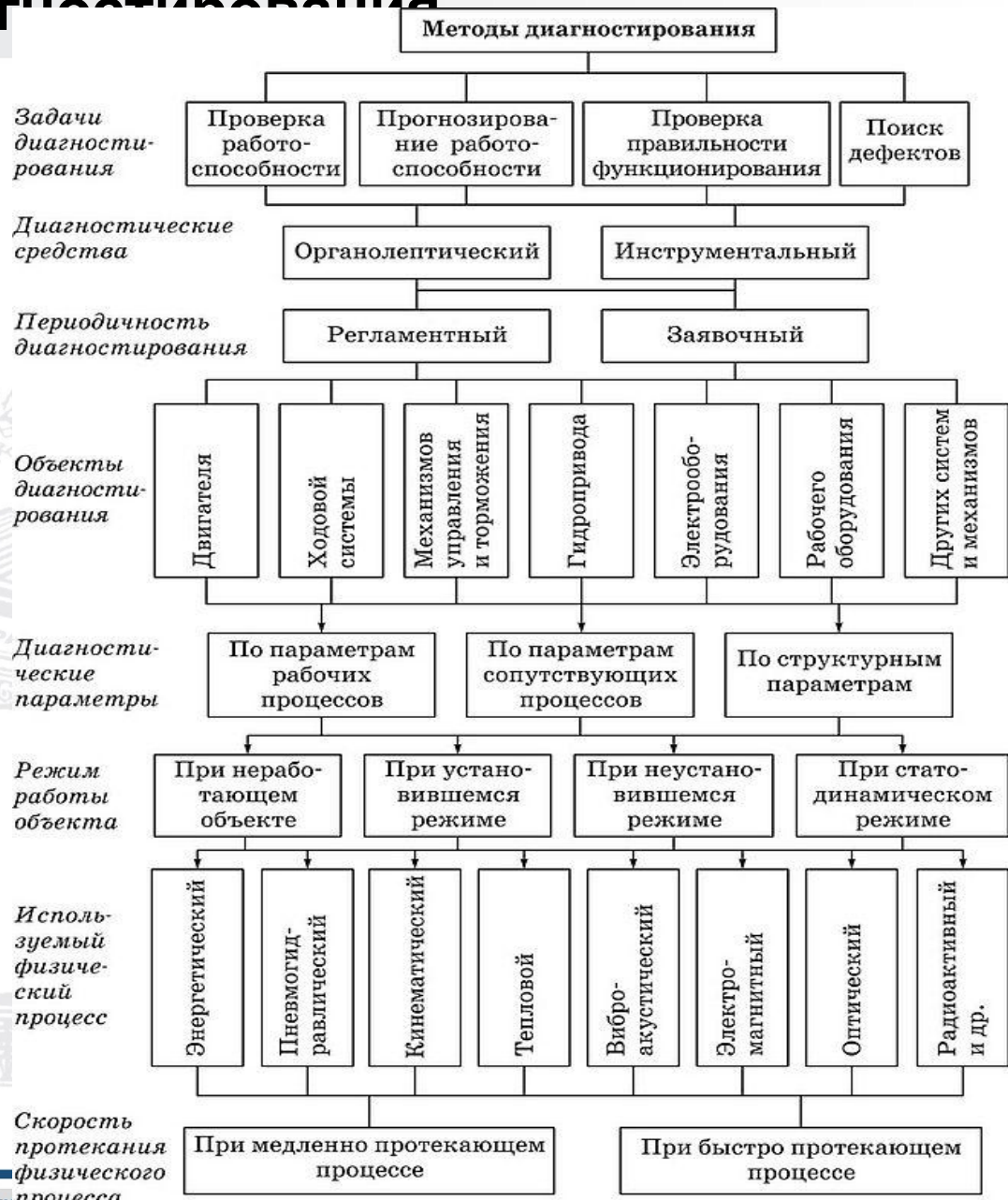


# 9.3. Классификация методов и средств

## диагностирования

**Методы диагностирования** подразделяют на две группы (рисунок.9.1): **органолептические** (субъективные) и **инструментальные** (объективные).

**Инструментальные методы** по характеру измерения параметров подразделяются на **прямые** (непосредственное измерение) и **косвенные** (по диагностическим параметрам) методы.





## 9.3. Классификация методов и средств диагностирования

**Органолептические методы.** Органолептическими являются проверки на слух и осмотром, осязанием и обонянием.

**На слух** выявляют места и характер ненормальных стуков, шумов, перебоев в работе двигателя, места увеличения зазора между клапанами и коромыслами механизма газораспределения, неисправностей трансмиссии и ходовой системы (по скрежету, шуму и люфту), неплотности (по шуму прорывающегося воздуха) и т.п.

**Осмотром** устанавливают места подтекания масла, воды, топлива, цвет отработавших газов, дымление из сапуна, биение вращающихся частей, натяжение цепных передач, увеличение числа несрезанных растений, невымолоченных зерен и др.

**Осязанием** устанавливают места и степень ненормального нагрева, биения, вибрации деталей, вязкость, липкость жидкости и т.п.

**Обонянием** определяют по характерному запаху отказ муфт сцепления и поворота, течь бензина, электролита, короткое замыкание электропроводки и др.

Как показывает практика, опытные механики до 70% неисправностей и отказов двигателей и других агрегатов оперативно определяют с помощью органолептических методов и простейших тестов.





## 9.3. Классификация методов и средств диагностирования

**Инструментальные методы.** Измерения параметров технического состояния данными методами производят с использованием диагностических средств.

По физическому принципу или процессу инструментальные методы диагностирования делятся на энергетические, пневмогидравлические, тепловые, виброакустические, спектрографические, оптические и др.

Каждый метод предназначен для измерения показателя определенного физического процесса. Классификация по использованному физическому процессу позволяет наиболее полно выявить возможности, техническую характеристику соответствующего метода диагностирования. Процесс характеризуется изменением физической величины во времени; например в основе **энергетического процесса** лежат физические величины — сила, мощность; **пневмогидравлического** — давление; **теплого** — температура; **виброакустического** — амплитуда колебаний на определенных частотах и т.д.







## 9.3. Классификация методов и средств диагностирования

По характеру измерения параметров **инструментальные методы** диагностирования машин подразделяются на **прямые и косвенные**.

**Прямые методы** основаны на измерении структурных параметров технического состояния непосредственно прямым измерением: зазоров в подшипниках, прогиба ременных и цепных передач, размеров деталей и т.д.

**Косвенные методы** основаны на определении параметров технического состояния агрегатов машин по диагностическим (косвенным) параметрам. Косвенные методы основываются на измерении значений непосредственно физических величин, характеризующих техническое состояние механизмов, систем и агрегатов машин: давления, перепада давлений, температуры, перепада температур в рабочем теле системы, расхода газа, топлива, масла, параметров вибрации составных частей машин, ускорения при разгоне двигателя и др.

**Кинематический метод** диагностирования основан на измерении относительного перемещения деталей, изменения их относительного положения, макрогеометрии деталей. Он включает в себя контроль зазоров в соединениях, суммарных зазоров в кинематической цепи, радиальных, торцевых и угловых перемещений валов механизмов, несоосности и непараллельности.

**Виброакустический метод** диагностирования основан на регистрации параметров упругих колебаний, возникающих в механизмах при соударении деталей во время функционирования. Упругие колебания, называемые структурным шумом в отличие от воздушного шума, распространяются по корпусу механизма. При диагностировании они фиксируются датчиками, преобразующими механические колебания в электрические сигналы.

**Пневматические методы** диагностирования основаны на оценке герметичности замкнутых полостей различных устройств: топливных баков, сердцевин радиаторов, соединений трубопроводов, камеры сгорания и цилиндропоршневой группы двигателей внутреннего сгорания, уплотнительных устройств агрегатов трансмиссии и ходовой системы.



## 9.4. Диагностирование автомобилей.

Диагностирование автомобилей является технологическим элементом ТО и Р автомобиля и позволяет получить информацию об его техническом состоянии по диагностическим параметрам.

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

При регулировочных работах на постах ТО и ТР для контроля состояния агрегатов, систем и определения их остаточного ресурса проводят технологическое (**ресурсное**) диагностирование Др.

*Диагностирование Д-1 предназначено для выявления неисправностей механизмов и систем, определяющих безопасность движения автомобиля, а также соединений, имеющих малую наработку на отказ или возможность регулировки.*

Плановое диагностирование Д-1 проводят, как правило, с периодичностью ТО-1. Оно должно обеспечивать выпуск на линию технически исправного в отношении безопасности движения автомобиля. Выборочно Д-1 проводят для автомобилей по направлению с контрольно-технического пункта и после ТР систем, обеспечивающих безопасность движения.

*Диагностирование Д-2 предназначено для определения общего технического состояния автомобиля, а также выявления конкретных неисправностей, их мест, характера, причин и способов устранения с помощью различных диагностических стендов и приборов.*

При плановом диагностировании Д-2 проверяют эффективность рабочих процессов по тяговым показателям, расходу топлива, значениям механических потерь, утечек, вибрации, уровню шума, стукам, составу отработавших газов и другим признакам, определяющим работоспособность, долговечность и безотказность автомобилей. При этом диагностируют двигатель и его системы, агрегаты трансмиссии и ходовой части, опрокидывающий механизм самосвала, электрооборудование; проверяют установку фар, исправность контрольно-измерительных приборов и др.

Диагностирование Д-2 позволяет осуществлять поиск неисправностей, устранение которых требует выполнения ремонтных работ большой трудоемкости. В соответствии с требованиями рациональной технологии эти неисправности подлежат устранению на участке ТР до начала ТО-2.

На СТОА установлены виды диагностических воздействий, аналогичные Д-1 и Д-2.





# 9.5. Управление техническим состоянием машин

## по результатам диагностирования

Уровень безотказности во время работы машины, после хранения, транспортирования — уровень ее сохраняемости определяются вероятностью нарушения работоспособности или частотой отказов при эксплуатации. Увеличение частоты отказов ухудшает показатели ремонтпригодности, отрицательно влияет на долговечность машины и ее составной части. Повышение безотказности в эксплуатационных условиях достигается с помощью управления техническим состоянием машин.

**Управление техническим состоянием машин** — это целенаправленное изменение их состояния с помощью управляющих воздействий, ведущих к достижению поставленной цели.

**Цель управления техническим состоянием** — обеспечение высокого или оптимального уровня работоспособности и исправности машины при изготовлении, восстановлении, ремонте и техническом обслуживании, а также создание условий, позволяющих уменьшить частоту отказов при сокращении материальных и денежных издержек.

Управление техническим состоянием и надежностью можно осуществлять различными путями. Наиболее прогрессивный путь — улучшение физико-механических свойств материалов элементов машины и их конструкций. Эти возможности реализуют на этапе проектирования, разработки конструкции машины или ее составной части. Применение износостойких материалов, создание условий для сохранения энергии, расходуемой на трение и износ составных частей, использование улучшенных уплотнений и фильтрующих элементов способствует снижению скорости изнашивания и изменению параметров состояния, увеличению среднего ресурса составных частей. Сокращается число отказов, а значит, и число ремонтов машины, их общая трудоемкость, продолжительность и себестоимость.

Рост наработки между отказами дает возможность увеличить периодичность технического обслуживания, исключить ряд регламентированных операций, снизить трудоемкость, продолжительность и стоимость обслуживания.





# машин

## по результатам диагностирования

Другой путь управления техническим состоянием и надежностью машин заключается в изменении динамики структурных параметров состояния элементов. Путем назначения оптимальных допускаемых отклонений структурных параметров технического состояния, изменения межконтрольной наработки, повышения степени восстановления исходных характеристик при техническом обслуживании и ремонте, предупредительной замены недолговечных составных частей, имеющих более высокие скорости изнашивания, можно увеличить наработку между отказами, уменьшить среднюю скорость изменения параметров состояния машины. Эти мероприятия проводят при эксплуатации.

Управление техническим состоянием машин путем улучшения параметров распределения ресурсов или наработки до отказа и параметров потока отказов элементов можно представить как следствие реализации двух путей управления.

По мере наработки техника стареет, увеличивается число отказов и ремонтов, продолжительность простоя машины. Это ведет к прогрессивному росту издержек на машину по мере ее эксплуатации. Устанавливая допускаемые, предельные издержки на ТО и ремонт, своевременно прекращают дальнейшую эксплуатацию машины, ремонтируют или списывают ее, предотвращая тем самым увеличение числа отказов. Издержки становятся обобщенным показателем, управляющим надежностью и техническим состоянием машины.

Для поддержания и восстановления высокого или оптимального уровня работоспособности используется комплекс управляющих показателей, влияющих на техническое состояние и надежность объекта:

- допускаемые и предельные отклонения параметров (межконтрольная наработка);
- ресурс (средняя наработка на отказ);
- назначенный остаточный ресурс до ремонта;
- срок службы машины до списания;
- суммарные издержки на техническое обслуживание и ремонт и др.





## машин

### по результатам диагностирования

**Ресурс** (наработка на отказ) **T<sub>ср</sub>** характеризует степень восстановления работоспособности составной части при ремонте так же, как эти показатели характеризуют степень обеспечения работоспособности при ее изготовлении.

В процессе эксплуатации управление техническим состоянием машины осуществляется путем контроля состояния, назначения и проведения ремонтно-обслуживающих работ, предупреждающих отказы или устраняющих их последствия. В результате проведения соответствующих технических мероприятий ресурсные и функциональные параметры машин восстанавливают до уровня номинальных или близких к ним значений. При этом восстанавливаются технический ресурс и высокая вероятность безотказной работы составных частей сельскохозяйственной машины.

Как и в каждом процессе управления, в управлении техническим состоянием машины можно выделить цель, управляемую систему, управляющие показатели и воздействия, целевые функции управления, динамический характер и причинную связь элементов системы, обратную связь. При эксплуатации техники цель управления заключается в сохранении высокой или оптимальной надежности машины как управляемой системы. Обратная связь в процессе управления техническим состоянием машины служит для получения информации о фактических показателях надежности, эффективности, экологичности работы машины после управления, проверки результатов управления сравнением ожидаемых оптимальных значений показателей машин с фактическими показателями, корректировки управляющих показателей.

