*ЭТС АПК-20 Лекция №14=2ч.*

**Тема 4.4. Виды и методы диагностирования**

*4.4.1. Основные понятия и определения диагностирования*

*4.4.2. Виды диагностирования машин*

*4.4.3. Классификация методов диагностирования*

***4.4.1. Основные понятия и определения диагностирования***

*Техническое диагностирование* — процесс определения техни­ческого состояния и свойств объекта диагностирования по характерным прямым и косвенным диагностическим параметрам без разборки машины или сборочных единиц. Объектами технического диагностирования служат: тракторы, автомобили, сельскохозяйственные машины, оборудование животноводческих ферм и комплексов.

*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.).

*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* ***ПН*** — исходное значение, ус­тановленное технической документацией для новой или капитально отремонтированной машины.

*Допускаемое значение параметра* ***П tн***— значение, при которомсоставную 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* ***ПП*** — значение параметра, до­стижение которого определяет отказ соответствующего объекта диагностирования.

*Вероятность безотказной работы за время* ***tн*** — величина, стати­стическихарактеризуемая отношением числа объектов *т,* безот­казно проработавших до наработки *t,* к числу объектов *п,* рабо­тоспособных в начальный момент, *р = т/п.*

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

***4.4.2. Виды диагностирования******машин***

Виды диагностирования зависят от содержания работы, начи­ная от предпродажного ТО машины и заканчивая ее утилизацией (табл. 4.4).

*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 допускаемые.

*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 обусловливают проведение КР агрегата.

Ресурсными па­раметрами двигателя являются зазоры в соединениях гильза — поршень, в коренных и шатунных подшипниках, а также расход газов, прорывающихся в картер.

Таблица 4.4

**Вид диагностирования машин**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Вид диагностирования*** | ***Назначение*** | ***Основное содержание*** |
| Предпродажное | Контроль машины в це­лях определения ее соот­ветствия техническим требованиям | Проверка соответствия параметров состояния машины техническим требованиям при продаже |
| При ТО | Определение готовности к работе в течение сме­ны, до очередного ТО и к осенне-зимнему или весенне-летнему сезону | Контроль исправности и работоспособности меха­низмов и составных ча­стей, обеспечивающих безотказность за смену, до очередного ТО и в предстоящем сезоне |
| Заявочное | Поиск дефекта или контроль работоспо­собности при поступле­нии заявки на неис­правность или неработо­способность машины, агрегата | Определение вида, места и причины дефекта или контроль работоспособ­ности машины, агрегата |
| Ресурсное | Определение остаточ­ного ресурса составных частей перед ремонтом | Проверка технического состояния ресурсных агрегатов или ресурсных составных частей |
| Предремонтное и приремонтное | Определение составных частей и агрегатов, тре­бующих ремонта или восстановления | Выявление параметров, значения которых превы­шают допускаемые, при данном виде ремонта |
| Послеремонтное | Оценка качества ремонта | Контроль исправности и работоспособности меха­низмов и составных частей на соответствие их техни­ческим требованиям на ремонт |
| При утилизации машины | Определение составных частей, годных для даль­нейшей эксплуатации после ремонта или вос­становления | Контроль состояния со­ставных частей, которые могут быть использованы после их ремонта или вос­становления |

*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 контролякачества ремонта по параметрам функционирования и парамерам, 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.

***4.4.3. Классификация методов диагностирования***

В зависимости от используемых средств диагностирования применяют соответствующие методы диагностирования, которые подразделяют на две группы: *органолептические (субъективные)* и *инструментальные (объектив­ные)*.

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

Классификация методов диагностирования показана на схеме рисунка 4.2.

**

Рис. 4.2. Классификация методов диагностирования

*Органолептические методы.*Органолептическими методами 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.

*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; теплово­го — температура; виброакустического — амплитуда ко­лебаний на определенных частотах и т.д.

По *характеру измерения параметров* инструментальные методыдиагностирования 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.

Кинематический метод используется при контроле зазоров в подшипниковых узлах, в зубчатых передачах и шлицевых соеди­нениях, в механизме газораспределения двигателя внутреннего сгорания, в кривошипно-шатунном механизме, в рулевом управ­лении, в механизмах управления муфтой сцепления и тормозами, при контроле износа цепных передач и гусениц тракторов и т.д. Этот контроль проводится при неработающем объекте и, как пра­вило, без разборки механизмов. Метод достаточно прост для прак­тического применения.

Изменение суммарных зазоров в кинематической цепи меха­низма в зависимости от наработки согласуется с классической кривой процесса изнашивания, состоящего из периодов прира­ботки, нормального и аварийного изнашивания. Суммарный за­зор непосредственно зависит от износа всех соединений, входящих в контролируемую кинематическую цепь механизма, и по­этому является обобщенным диагностическим параметром.

Техническая реализация кинематического метода несложна. Обычно используют известные средства линейных и угловых из­мерений (индикаторы часового типа, угломеры, щупы). Для обес­печения необходимой точности надежно закрепляют измеритель­ное средство на базовой (неподвижной) детали, например на корпусе механизма.

В процессе измерения перемещение подвижной детали (напри­мер, вала) должно осуществляться с усилием, не приводящим к упругим деформациям. Усилие должно быть постоянным при по­вторных измерениях.

Кинематический метод позволяет оценивать такие дефекты деталей, как износ и деформации, нарушение посадок и жестко­сти их соединений. Такие дефекты наиболее часто встречаются в механических системах. Поэтому кинематический метод является одним из основных методов диагностирования механических си­стем.

Техническая реализация этого метода несложна. Однако обо­снование допускаемых и предельных значений диагностического параметра, например суммарного зазора, проводят с учетом раз­личной скорости изнашивания отдельных соединений, входящих в кинематическую цепь. Для этого необходимо получить достаточ­ный статистический материал о закономерностях изменения за­зоров в соединениях и вероятностях их совместных сочетаний.

*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. Это, как правило, пьезоэлектрические преобразователи ускорений. Датчи­ки устанавливают на корпус механизма.

Энергия удара и, соответственно, амплитуда виброимпульсов, формируемых при соударении, зависят от зазора между сопрягае­мыми деталями. При увеличении зазора возрастает скорость в мо­мент соударения. По величине амплитуды сигнала, моменту (фазе) его появления и частоте косвенно оценивают величину зазора, т.е. в качестве диагностических параметров используются ампли­тудно-фазовые параметры и несущая частота сигналов, генериру­емых датчиком. Электрические сигналы обрабатываются и анали­зируются соответствующей усилительной, измерительной и ана­лизирующей аппаратурой.

Метод является универсальным, может быть использован для оценки состояния различных механизмов и соединений, в которых происходят соударения деталей (подшипники качения и сколь­жения, зубчатые передачи, шлицевые соединения, кривошипно-шатунные механизмы, механизмы газораспределения двигателей внутреннего сгорания, кулачковые механизмы, форсунки дизе­лей, в которых соударяются детали распылителя и т.д.).

Однако вибропреобразователь воспринимает результирующие колебания, поступающие практически от всех соединений меха­низма одновременно. Поэтому при виброакустическом диагно­стировании сложной задачей является разделение сигналов и вы­деление сигнала от проверяемого соединения. Обычно применяют следующие способы селекции (разделения) сигналов: частотный, временной и амплитудный.

Многие методы осуществляют на основе преобразования меха­нических величин в электрические с применением электронных диагностических приборов и устройств.

Диагностирование имеет свои особенности при использовании машин и проведении их ТО и Р. В процессе использования машин техническое состояние агрегатов в основном контролируют по встроенным приборам для измерения давления в смазочной сис­теме, температуры охлаждающей жидкости в двигателе и другим приборам. Используются также органолептические методы диаг­ностирования, в первую очередь по ненормальному стуку, шуму, скрежету в механизмах машины, падению мощности двигателя, производительности машины, затрудненному пуску двигателя, дымному выхлопу отработавших газов.

*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.

Пневматические методы просты и доступны, реализуются на базе несложных технических средств (манометры, вакуумметры, дифференциальные манометры, пневматические и пневмоваку­умные калибраторы, индикаторы герметичности).

В качестве диагностических наиболее часто используют следу­ющие параметры: время снижения давления воздуха при задан­ных пределах изменения давления; относительная неплотность (%); абсолютная неплотность (мм2 эквивалентной площади проходных сечений).