ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 17359— 2015

Контроль состояния и диагностика машин

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО

(ISO 17359:2011, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии международного стандарта, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 183 «Вибрация, удар и контроль технического состояния»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 октября 2015 г. № 1581-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 17359:2011 «Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство» (ISO 17359:2011 «Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты Российской Федерации, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВЗАМЕН ГОСТ Р ИСО 17359—2009

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2016

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения 1
2 Нормативные ссылки 1
3 Термины и определения 1
4 Программа мониторинга оборудования 1
5 Анализ эффективности 2
6 Обследование оборудования 2
7 Анализ надежности и критичности оборудования 4
8 Методы контроля состояния 5
9 Сбор и анализ данных 8
10 Определение требуемых операций технического обслуживания 9
11 Анализ применяемых методов 10
12 Обучение персонала 10
Приложение А (справочное) Примеры контролируемых параметров 11
Приложение В (справочное) Диагностические признаки и контролируемые параметры для неисправностей разного вида 12
Приложение С (рекомендуемое) Информация, регистрируемая в процессе мониторинга 22
Приложение D (справочное) Обзор стандартов в области контроля состояния 24
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации 26
Библиография 27

Введение

В настоящем стандарте установлено руководство по контролю состояния и диагностированию машин по контролируемым параметрам (например, вибрации, температуре, расходу рабочей среды, содержанию загрязняющих частиц, мощности, рабочей скорости), которые обычно связывают с качеством и условиями работы машин.

Настоящий стандарт является основополагающим для комплекса стандартов в области контроля состояния и диагностики. В нем в общих чертах рассмотрены методы и процедуры, используемые при реализации программы контроля состояния (системы мониторинга состояния оборудования) для машин всех видов, и приведены ссылки на другие стандарты и прочие документы, в которых эти методы и процедуры изложены более подробно. Обзор международных стандартов в области контроля состояния и диагностики, действующих на момент разработки настоящего стандарта, приведен в приложении D.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль состояния и диагностика машин

ОБЩЕЕ РУКОВОДСТВО

Condition monitoring and diagnostics of machines. General guidelines

Дата введения — 2016—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает рекомендации в отношении процедур, используемых при реализации программ контроля состояния и диагностирования машин (системам мониторинга). Приведенные рекомендации распространяются на машины всех видов.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 2041 Вибрация, удар и контроль состояния. Словарь (ISO 2041, Mechanical vibration, shock and condition monitoring — Vocabulary)

ИСО 13372 Контроль состояния и диагностика машин. Словарь (ISO 13372, Condition monitoring and diagnostics of machines — Vocabulary)

ИСО 13379-1 Контроль состояния и диагностика машин. Интерпретация данных и методы диагностирования. Часть 1. Общее руководство (ISO 13379-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Data interpretation and diagnostics techniques — Part 1: General guidelines)

ИСО 13381-1 Контроль состояния и диагностика машин. Прогнозирование. Часть 1. Общее руководство (ISO 13381-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Prognostics — Part 1. General guidelines)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 2041 и ИСО 13372, а также следующий термин с соответствующим определением.

3.1 **оборудование** (equipment): Машины или группы машин, включая элементы управления.

4 Программа мониторинга оборудования

Обобщенная процедура, используемая при внедрении программы мониторинга оборудования, показана на рисунке 1. Отдельные блоки этой схемы более подробно рассмотрены в разделах 5—11. Целью программы должно быть выявление возможных неисправностей и принятие мер по их предотвращению.

В настоящем стандарте приведено только краткое описание методов контроля состояния машин. Более подробно они рассматриваются в других нормативных документах (см. приложение D и библиографию настоящего стандарта).

Издание официальное

5 Анализ эффективности

С целью установления ключевых показателей эффективности программ мониторинга оборудования на начальной стадии выполняют анализ возможностей реализации того или иного варианта программы и эффективности вложений в их реализацию. При этом рассматривают:

- стоимость контролируемого оборудования с учетом срока службы, затрат на техническое обслуживание и ремонт;
- стоимость производственных потерь вследствие отказов оборудования;
- косвенный ущерб из-за отказа оборудования;
- гарантии на оборудование и страхование производственных рисков.

6 Обследование оборудования

6.1 Определение оборудования, подлежащего контролю

Типичные элементы контролируемого оборудования и связанные с ними элементы управления контролем состояния оборудования схематично показаны на рисунке 2. Следует определить комплекс оборудования, подлежащего контролю, с указанием источников его питания и систем управления, а также используемых на данный момент систем контроля.

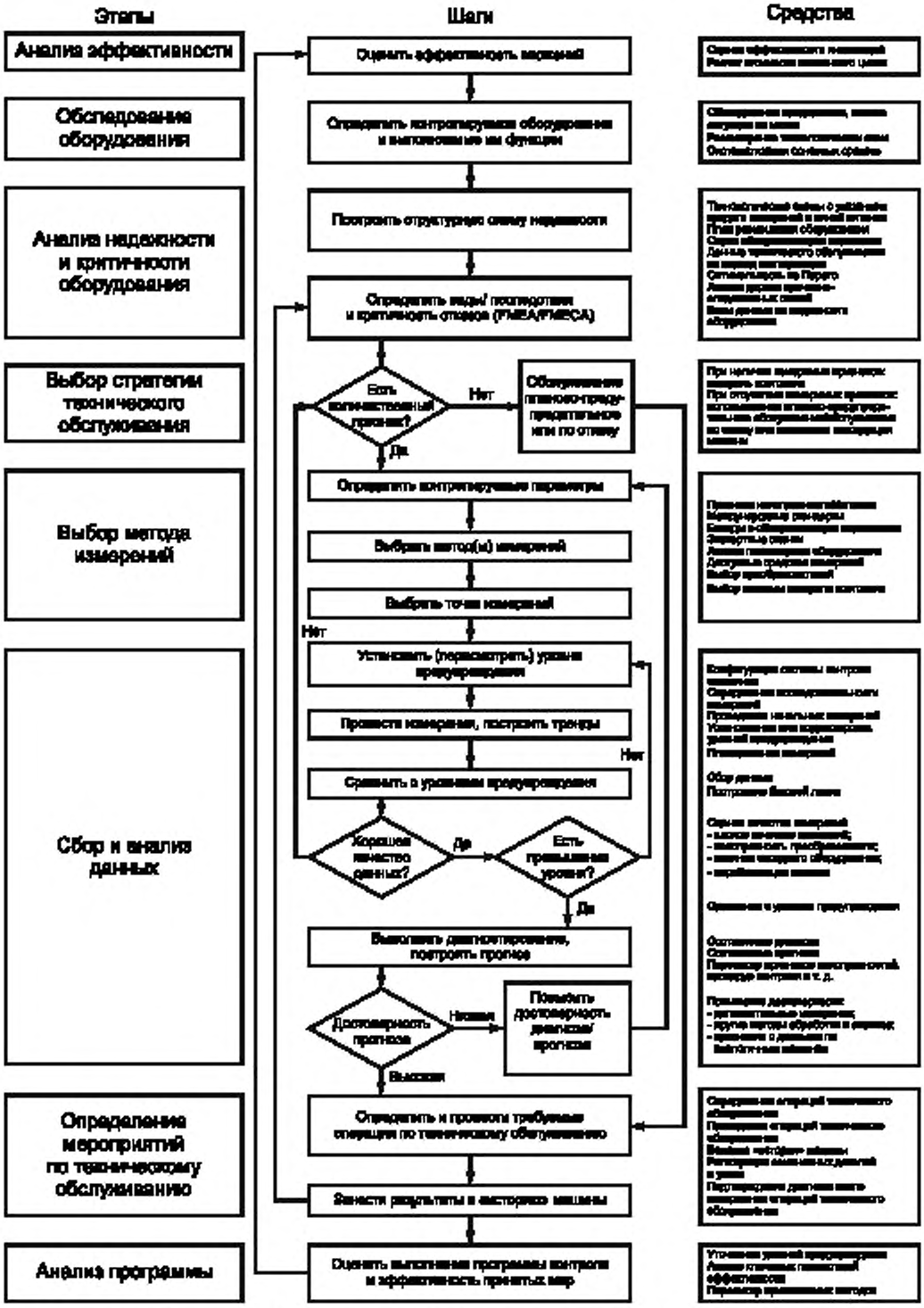


Рисунок 1 — Блок-схема программы контроля состояния оборудования

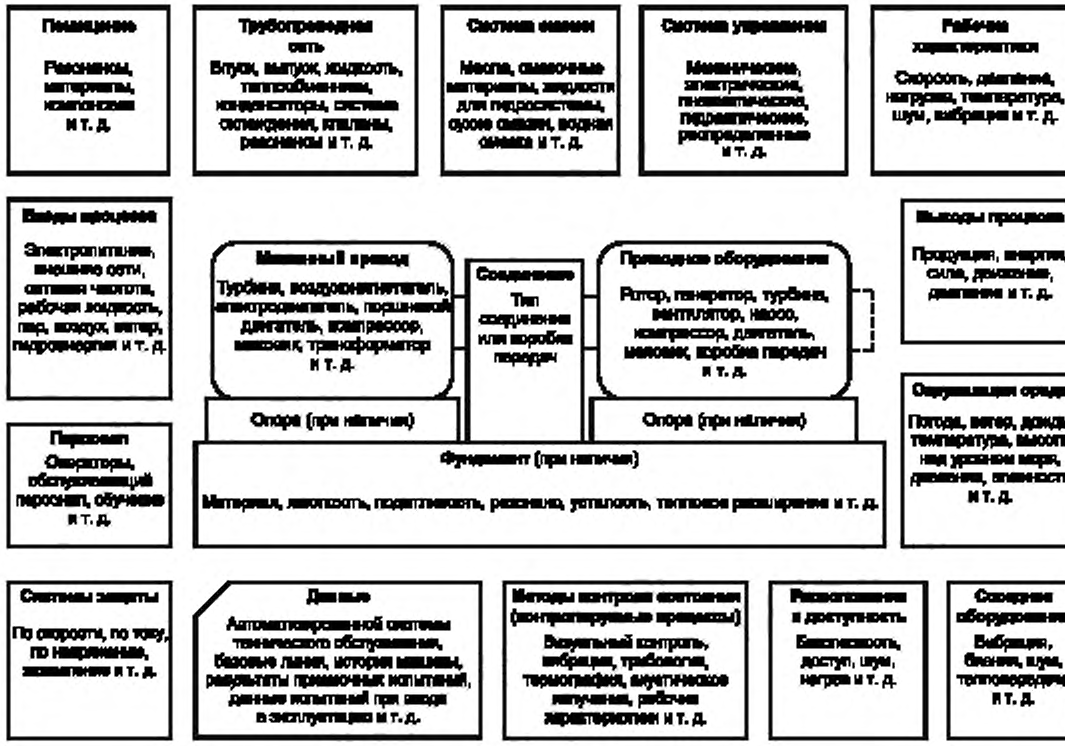


Рисунок 2 — Факторы, принимаемые во внимание при составлении программ контроля состояния оборудования

6.2 Функции, выполняемые оборудованием

При обследовании оборудования необходимо получить ответы на следующие вопросы:
- для выполнения каких операций предназначено оборудование?
- каковы рабочие условия при выполнении этих операций?

7 Анализ надежности и критичности оборудования

7.1 Структурная схема надежности

Полезно построить простую структурную схему надежности оборудования с указанием способа резервирования: постоянное резервирование или резервирование замещением. Использование показателей надежности и коэффициентов готовности позволяет более точно установить цели процедур контроля оборудования.

Подробная информация о структурных схемах надежности содержится в источниках, приведенных в библиографии настоящего стандарта.

7.2 Критичность оборудования

Рекомендуется оценить степень важности каждой единицы оборудования с целью определения приоритетов при составлении программы контроля состояния. Это можно осуществить ранжированием оборудования, принимая во внимание такие факторы, как:
- убытки от простоя машины или из-за невыпущенной продукции;

- частота отказов и среднее время, необходимое на их устранение;
- необходимость резервирования оборудования;
- косвенный ущерб;
- стоимость ремонта;
- стоимость технического обслуживания или замены оборудования;
- расходы за срок службы оборудования;
- стоимость реализации программы контроля;
- вопросы экологии и безопасности.

В целях ранжирования оборудования каждому из вышеперечисленных факторов может быть присвоен весовой коэффициент. Результаты ранжирования используют при выборе методов контроля (см. раздел 8).

7.3 Анализ видов, последствий и критичности отказов

Для определения возможных неисправностей оборудования, признаков этих неисправностей и параметров, которые необходимо измерять с целью выявления существующих или зарождающихся неисправностей, рекомендуется использовать методы анализа видов и последствий отказов (FMEA) или анализа видов, последствий и критичности отказов (FMECA).

Методы FMEA и FMECA позволяют получить информацию о диапазоне изменения характеристик, измеряемых для выявления отказов конкретных видов. В качестве таких характеристик обычно используют параметры, изменение которых позволяет судить о наличии неисправностей, или функциональные зависимости (например, кривую «давление — расход» для насоса или компрессора; кривую «давление — объем» для двигателей внутреннего сгорания; другие соотношения, характеризующие производительность машины).

Примеры параметров, которые могут быть использованы для контроля состояния машин разных видов, приведены в приложении А.

В приложении В приведен пример общей формы (рисунок В.1), которая показывает соответствие между видами неисправностей и соответствующими признаками или характеристиками, измеряемыми для выявления этих неисправностей. Примеры заполненных форм для конкретных видов машин, перечисленных в приложении А, показаны на рисунках В.2—В.10.

Источники, в которых подробно рассмотрены методы FMEA и FMECA, приведены в библиографии настоящего стандарта.

7.4 Другие стратегии технического обслуживания

Если отказ не обладает ярко выраженным диагностическим признаком, позволяющим получить его количественную оценку, то возможно применение других стратегий технического обслуживания: корректирующее сопровождение, планово-предупредительное техническое обслуживание, обслуживание по отказу. Как вариант, можно рассмотреть возможность изменения конструкции машины или ее замену.

8 Методы контроля состояния

8.1 Методы измерений

После того, как выбраны параметры, подлежащие измерению в целях контроля состояния и диагностирования, необходимо установить метод или методы их измерений. Результатом измерений может быть значение параметра в данный момент времени или его усредненное значение за некоторый период времени. Если контролируемые параметры связаны с быстропеременными процессами (вибрация, электрические ток и напряжение), то знания одних только значений этих процессов может оказаться недостаточно, и в целях обнаружения неисправности их следует подвергнуть дополнительной обработке для построения спектра, фазовых характеристик и пр.

В приложении А приведены контролируемые параметры, наиболее часто используемые для оценки технического состояния машин разных видов. Стандарты, которые могут быть использованы при определении контролируемых параметров и методов их измерений в целях контроля состояния и диагностирования, приведены в библиографии настоящего стандарта. Области применения этих стандартов указаны в приложении D.

Системы мониторинга могут быть стационарными, полустационарными или переносными, а также предусматривать отбор проб (например, жидкости или других материалов) для последующего анализа на месте или в лабораторных условиях.

8.2 Точность измерений

Обычно измерения параметров в целях контроля состояния и диагностирования не требуют такой точности в определении абсолютных значений величин, как, например, при проверке рабочих характеристик оборудования. Это связано с тем, что в задачах контроля и диагностики эффективным средством является наблюдение тренда параметров, при котором повторяемость измерений более важна, чем точность измерения абсолютных значений. Приведение результатов измерений, например, к стандартным условиям по давлению и температуре, не является обязательным при текущем контроле состояния оборудования. В необходимых случаях соответствующие рекомендации устанавливают в стандартах на приемочные испытания оборудования. Перечень таких стандартов приведен в библиографии настоящего стандарта.

8.3 Техническая реализация измерений

Необходимо рассмотреть способ технической реализации измерений с учетом таких факторов, как доступность точек измерений, уровень сложности системы сбора данных, требования к обработке данных, безопасность, стоимость, а также возможность дальнейшего использования уже существующих средств контроля. В приложении В приведены примеры неисправностей и соответствующих им контролируемых параметров применительно к машинам разных видов. Но при этом рекомендуется, чтобы принимаемые в системе мониторинга решения основывались на результатах наблюдений за всем контролируемым оборудованием в целом.

8.4 Режим работы оборудования в процессе измерений

Контроль следует проводить, по возможности, когда достигнуты заранее определенные рабочие условия (например, при нормальной рабочей температуре), или — при наблюдении переходных процессов — заранее установленные начальные и конечные условия процесса (например, выбега). Существуют режимы работы, используемые для определения базовых уровней контролируемых параметров для машины данной конструкции. Результаты последующих измерений сравнивают с базовым уровнем для выявления изменений состояния машины. Тренд результатов измерений позволяет выявить развитие неисправности.

По возможности измерения разных контролируемых параметров следует выполнять в одно время при одних и тех же условиях работы машины. Если машина работает с переменной нагрузкой или с переменной скоростью, то для достижения установленных условий измерений может потребоваться изменить ее скорость, нагрузку или другие параметры.

Всегда важно правильно установить, с чем связаны изменения контролируемых параметров: с развитием неисправности или с изменением нагрузки/условий работы машины.

8.5 Интервал между измерениями

Следует обращать внимание на правильный выбор интервала между измерениями, а также на вид измерений: непрерывные или периодические.

Выбор интервала между измерениями зависит, в первую очередь, от вида возможной неисправности и скорости ее развития, т.е. от скорости изменения соответствующего контролируемого параметра. Применяемая система мониторинга должна обеспечивать достаточный период времени от обнаружения неисправности до полного отказа машины.

Другими факторами, оказывающими влияние на выбор интервала между измерениями, являются коэффициент использования машины, ее стоимость и то, насколько важно обеспечить ее безотказность.

8.6 Скорость сбора данных

При измерениях в стационарном режиме установленная скорость сбора данных должна обеспечивать возможность получения всего объема информации до того, как произойдет изменение рабочих условий. При измерениях переходного процесса сбор данных должен быть осуществлен за относительно короткий промежуток времени.

8.7 Регистрируемая информация

Кроме результатов измерений необходимо приводить:

a) описание машины и ее основные характеристики;

b) данные, характеризующие условия работы машины;

c) точки измерений;

d) единицы величин и способы преобразования данных;

e) дату и время проведения измерений.

Полезной информацией, которую также рекомендуется регистрировать, является описание измерительной системы с указанием характеристик точности измерений. Целесообразно включать подробности о конфигурации машины и об изменениях любых ее частей. Пример того, какую информацию следует регистрировать в процессе мониторинга, приведен в приложении С.

8.8 Точки измерений

Точки измерений должны быть максимально информативны в отношении обнаружения возможной неисправности. Необходимо обеспечить безошибочную идентификацию каждой точки измерений. Для этого рекомендуется использовать постоянные метки или специальные знаки.

При выборе точек измерений следует принимать во внимание.

- безопасность при проведении измерений;
- применяемые преобразователи;
- применяемые устройства согласования сигнала;
- чувствительность параметра в данной точке к изменению технического состояния;
- чувствительность параметра к другим влияющим величинам (желательно, чтобы она была низкой);
- повторяемость измерений;
- возможность ослабления или потери сигнала при его передаче;
- легкость доступа;
- факторы внешней среды;
- стоимость проведения измерений.

Рекомендации по выбору точек измерений при вибрационном контроле состояния приведены в ИСО 13373 (см. таблицу D.1).

8.9 Начальный уровень предупреждения

С целью получения информации о зарождении неисправности, начиная с ранней ее стадии, определяют критерий предупреждения. Этот критерий может представлять собой пороговое значение одного или нескольких параметров, которые могут как уменьшаться, так и возрастать с развитием неисправности. Скачкообразные изменения контролируемого параметра, даже если его значения остаются в пределах установленных границ предупреждения, могут потребовать особого внимания и проведения дополнительных исследований. Критерий предупреждения может быть установлен как для непосредственно измеряемых параметров, так и для величин, получаемых в результате обработки результатов измерений.

В процессе эксплуатации оборудования уровни предупреждения постоянно уточняют.

Информация об уровнях предупреждения в целях вибрационного контроля состояния приведена в ИСО 13373 (см. таблицу D.1), а также в [10]—[15] и [21]—[27].

8.10 Базовый уровень

Базовый уровень представляет собой совокупность данных (результатов измерений или наблюдений), полученных для заведомо исправного и стабильно работающего оборудования. Результаты последующих измерений сравнивают с базовым уровнем для выявления возможных изменений. Базовый уровень должен точно определять исходное стабильное техническое состояние оборудования в, предпочтительно, нормальном режиме работы. Если для данного оборудования определено несколько режимов работы, то это может потребовать установления базовых уровней для каждого из них.

Для нового оборудования, а также оборудования после капитального ремонта характерен начальный режим приработки его элементов. Обычно в первые дни или недели работы наблюдают изменения контролируемых параметров. Поэтому сбор данных для определения базового уровня следует проводить после приработки.

Базовый уровень может быть установлен как для новых машин, так и для машин, находящихся в эксплуатации длительное время, для которых ранее измерение контролируемых параметров не проводилось.

9 Сбор и анализ данных

9.1 Измерения параметров и построение трендов

Общая процедура сбора данных состоит в измерении параметров и сравнении полученных результатов с результатами предыдущих измерений (трендами), с базовым уровнем или с результатами измерений для машин того же или аналогичного вида. Часто программой контроля состояния предписывается осуществлять сбор данных в реальном масштабе времени в заданной последовательности опроса точек измерений. Другим вариантом является сбор данных во время регулярных обходов по заданным маршрутам. В последнем случае интервал между обходами устанавливают таким образом, чтобы он был много меньше характерного времени развития неисправности данного вида. Часто в системах контроля состояния для управления процессом сбора данных, прохождением установленных маршрутов, записями данных и построением трендов используют компьютеры.

9.2 Качество измерений

Следует определить требования к качеству проводимых измерений, на которое могут оказать влияние разные факторы. Ухудшение качества измерений возможно вследствие:

- плохого крепления преобразователя;
- неисправности преобразователя;
- неисправности соединительного кабеля;
- неправильно выбранного динамического диапазона измерений, что приводит к насыщению (клиппированию) сигнала либо к его искажению собственными шумами измерительной цепи;
- недостаточной частоты выборки, не позволяющей отследить изменения контролируемого параметра.

9.3 Сравнение результатов измерений с уровнем предупреждения

Если полученные в результате измерений значения параметров не выходят за границу уровня предупреждения, то дальнейшие действия обычно сводятся к сохранению полученных данных и продолжению наблюдений. В случае выхода контролируемого параметра за границу уровня предупреждения следует перейти к использованию соответствующих методов диагностирования. Методы диагностирования и прогнозирования состояния могут быть использованы и в тех случаях, когда никаких аномалий в поведении машины не наблюдают и не ожидают, но необходимо провести анализ состояния машины, например, перед выводом в резерв.

Возможны ситуации, когда оператор, наблюдающий за контролируемыми параметрами в рамках системы мониторинга, обнаруживает признаки, изначально программой контроля состояния не предусмотренные, такие как шум, запах или визуальные изменения в контролируемом оборудовании. Система мониторинга должна предусматривать порядок действий в таких ситуациях.

9.4 Диагностирование и прогнозирование состояния

Обычно процедуры диагностирования применяют при обнаружении нарушений в работе машины. Нарушения выявляют, сравнивая значения диагностических признаков с некоторыми заранее установленными значениями (обычно со значениями параметров базового уровня), определяемыми на основе опыта эксплуатации, приемочных испытаний или путем статистической обработки данных, измеренных на длительном интервале времени.

Возможность проведения диагностирования зависит от типа машины, ее конфигурации и рабочих условий. На наличие неисправности могут указывать отклонения одного или нескольких контролируемых параметров от базовой линии. В приложении А приведены примеры неисправностей и их характерных признаков (или контролируемых параметров) для типов машин, рассматриваемых в приложении В. Для машин других типов выбор контролируемых параметров для соответствующих неисправностей осуществляют на основе опыта эксплуатации данных машин по согласованию с их изготовителем.

Существуют разные подходы к диагностированию, среди которых выделяют два основных:

- поиск неисправности по диагностическим признакам;
- выявление причинно-следственных связей, приведших к появлению неисправности.

Процедуры диагностирования должны соответствовать ИСО 13379-1.

В процессе анализа контролируемых параметров и диагностических признаков может быть получена информация об ожидаемом развитии существующих или будущих неисправностей. Такой анализ называют прогнозированием. Методы прогнозирования развития неисправности установлены в ИСО 13381-1.

При отсутствии доверия к результатам диагностирования или прогнозирования следует принять дополнительные меры для подтверждения достоверности полученных результатов. При высоком доверии к результатам диагностирования (прогнозирования) выполнение необходимых корректирующих действий можно начинать незамедлительно.

9.5 Повышение достоверности диагностирования и прогнозирования

Для повышения достоверности диагностирования (прогнозирования) рекомендуется:

a) провести повторные измерения для сравнения полученных результатов и подтверждения обоснованности индикации достижения уровня предупреждения;

b) сравнить результаты текущих измерений с предшествующими;

c) уменьшить интервал между последующими измерениями,

d) провести дополнительные измерения в тех же или других точках;

e) использовать более информативные методы измерения и диагностирования;

f) использовать другие методы анализа для сравнения получаемых результатов;

g) изменить режим работы машины или ее конфигурацию для получения дополнительной диагностической информации;

h) пересмотреть диагностические признаки и правила;

i) обратиться к опыту эксплуатации данной машины и исследовать записи о предыдущих неисправностях.

10 Определение требуемых операций технического обслуживания

В определенных обстоятельствах (например, в отношении оборудования, чей отказ не столь критичен), допускается не предпринимать никаких действий и продолжать наблюдение за состоянием машины, проводя измерения через установленные интервалы времени.

Обычно же в зависимости от степени доверия к результатам диагностирования или прогнозирования технического состояния при обнаружении неисправности принимают определенные решения по техническому обслуживанию машины, в частности, о проведении ремонтных работ. При достижении уровня предупреждения, свидетельствующем о наличии серьезной неисправности, может быть принято решение о незамедлительном прекращении работы оборудования.

Типичные решения, принимаемые по результатам контроля состояния и диагностирования машины, включают в себя:

- продолжение процедуры контроля без совершения каких-либо действий;
- уменьшение интервала между последующими измерениями;
- изменение (увеличение или уменьшение) нагрузки, скорости или производительности (коэффициента использования) машины;
- останов машины;
- проведение осмотра машины или перенос на более ранний срок процедуры планового технического обслуживания;
- проведение ремонтно-восстановительного обслуживания машины.

По завершении технического обслуживания рекомендуется зарегистрировать все выполненные операции и все внесенные в машину изменения, включая информацию о замененных деталях, квалификации исполнителей работ, сопутствующих неисправностях, выявленных в ходе ремонта. Ведение «истории» машины может помочь в будущем при постановке диагноза (составлении прогноза) и, кроме того, полезно при анализе эффективности работ по техническому обслуживанию.

По завершении технического обслуживания рекомендуется также провести осмотр замененных деталей, чтобы убедиться в правильности поставленного диагноза.

Повторяющиеся отказы снижают общую надежность оборудования и повышают эксплуатационные затраты. Поэтому после выявления причин отказов следует пересмотреть программу технического обслуживания и оптимизировать ее таким образом, чтобы уменьшить вызываемый данными отказами ущерб. При этом может потребоваться применение более совершенных методов контроля состояния, корректировка задач технического обслуживания, обсуждение появившихся проблем с изготовителем оборудования и внесение изменений в его конструкцию.

11 Анализ применяемых методов

Контроль состояния — это постоянно совершенствующийся процесс. Поэтому применение методов, которые ранее были недоступны или считались слишком дорогостоящими, сложными или труднореализуемыми (вследствие, например, ограничения доступа к точкам измерений или угрозы безопасности персонала), может после проведения соответствующего анализа быть признано целесообразным в настоящий момент времени. Исходя из этого, в программу по техническому обслуживанию оборудования включают проведение общего анализа применяемых методов. Аналогично следует оценивать эффективность применяемых методов и исключать те из них, дальнейшее использование которых признано неэффективным.

Коррекции могут подвергаться также уровни предупреждения вследствие изменений, происходящих в оборудовании или в способе его использования, например, внесения изменений в конструкцию, изменения режима работы или коэффициента использования. Коррекции (вследствие проведенных ремонтных работ, включая замену частей, новых регулировок или измененного режима работы) могут подвергнуться также набор контролируемых параметров и базовый уровень. В некоторых случаях после таких изменений может потребоваться повторное проведение всех операций по установлению базового уровня. Следует иметь в виду, что изменения значений контролируемых параметров могут быть обусловлены изменениями рабочих условий и не всегда свидетельствуют о наличии неисправности.

Для обеспечения эффективного и устойчивого управления данными следует:

- с заданной периодичностью готовить отчеты с рекомендациями по управлению данными;
- обеспечивать резервирование всех получаемых данных для обеспечения их сохранности;
- с заданной периодичностью пересматривать и обновлять базу данных;
- с заданной периодичностью пересматривать и обновлять уровни предупреждения.

12 Обучение персонала

Требования к обучению и сертификации персонала в области контроля состояния и диагностики машин установлены в стандартах серии ИСО 18436(см. приложение D).

Приложение А
(справочное)

Примеры контролируемых параметров

Таблица А.1

Контролируемый параметр	Вид машины								
	Электродвигатель	Паровая турбина	Авиационная газовая турбина	Промышленная газовая турбина	Насос	Компрессор	Электрогенератор	ДВС	Вентилятор
Температура	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Давление		•	•	•	•	•		•	•
Напор					•				
Степень сжатия			•	•		•			
Глубина вакуума		•			•				
Расход воздуха			•	•		•		•	•
Расход топлива			•	•				•	
Расход жидкости		•			•	•			
Сила тока	•						•		
Напряжение	•						•		
Сопротивление	•						•		
Фаза тока	•						•		
Входная мощность	•				•	•	•		•
Выходная мощность	•	•	•	•			•	•	
Шум	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Вибрация	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Акустическая эмиссия	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ультразвук	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Давление масла	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Расход масла	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Частицы износа в смазке	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Тепловое излучение	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Момент	•	•		•		•	•	•	
Скорость	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Длина		•							
Угловое положение		•	•	•		•			
КПД		•	•	•	•	•		•	

Примечание — Значок • указывает, что данный параметр применяют в целях контроля состояния.

Приложение В
(справочное)

Диагностические признаки и контролируемые параметры для неисправностей разного вида

На рисунке В.1 приведен пример формы для установления соответствия неисправностей контролируемым параметрам (диагностическим признакам).

Вид машины:	**Контролируемый параметр (диагностический признак)**											
Неисправность												
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												
11.												
12.												
Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.												

Рисунок В.1 — Форма для определения контролируемых параметров (диагностических признаков)

На рисунках В.2—В.10 приведены примеры заполнения формы для машин, указанных в приложении А, перечислены наиболее типичные неисправности и параметры, по результатам измерений которых можно судить о появлении той или иной неисправности.

Вид машины: Электродвигатель	**Контролируемый параметр (диагностический признак)**												
Неисправность	**Ток**	**Напряжение**	**Сопротивление**	**Частичный разряд**	**Мощность**	**Момент**	**Скорость**	**Вибрация**	**Температура**	**Время выбега**	**Осевой поток**	**Частицы в масле**	**Охлаждающий газ**
Повреждение обмотки ротора	•				•	•	•	•	•		•		•
Повреждение обмотки статора	•							•	•		•		•
Эксцентриситет ротора	•							•			•		
Повреждение щеток	•	•			•	•			•				
Повреждение подшипника	•					•		•	•	•		•	
Старение изоляции	•	•	•	•									•
Потеря фазы питания	•	•						•			•		
Дисбаланс								•					
Несоосность								•					
Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.													

Рисунок В.2 — Пример заполнения формы соответствия неисправностей и контролируемых параметров для электродвигателя

Вид машины: Паровая турбина	Контролируемый параметр (диагностический признак)									
Неисправность	Утечка пара	Длина	Мощность	Давление или глубина вакуума	Скорость	Вибрация	Температура	Время выбега	Частицы в масле	Утечка масла
Повреждение лопасти ротора	•		•			•	•	•	•	
Повреждение лабиринта	•		•	•	•	•	•	•		
Эксцентриситет ротора	•					•		•		
Повреждение подшипника		•	•	•		•	•	•	•	•
Износ подшипника	•	•				•	•	•	•	•
Искривление / просадка ротора	•					•		•	•	
Неравномерное тепловое расширение	•	•				•	•			
Дисбаланс						•				
Несоосность						•				

Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.

Рисунок В.3 — Пример заполнения формы соответствия неисправностей и контролируемых параметров для паровой турбины

Вид машины: Авиационная газовая турбина	Контролируемый параметр (диагностический признак)											
Неисправность	Температура компрессора	Давление (перепад давления) компрессора	Расход воздуха	Давление (расход) топлива	Скорость	Температура генератора газа	Давление (перепад давления)	Температура газовой турбины	Температура выходящих газов	Вибрация	Частицы в масле	Утечка (потребление) масла
Блокировка входного потока	•	•	•		•							
Засорение компрессора	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
Повреждение компрессора	•	•		•	•	•	•	•	•	•	•	
Помпаж					•		•			•		
Забивка топливного фильтра		•		•	•		•					
Утечка через уплотнение						•	•				•	•
Повреждение корпуса камеры сгорания				•	•				•			
Срыв пламени в камере сгорания				•	•		•					
Загрязнение лопаток газовой турбины	•	•	•		•	•	•	•		•		
Повреждение газовой турбины	•	•	•		•	•	•			•	•	
Повреждение/износ подшипника										•	•	•
Дефекты редуктора										•	•	
Дисбаланс										•		
Несоосность										•		

Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.

Рисунок В.4 — Пример заполнения формы соответствия неисправностей и контролируемых параметров для авиационной газовой турбины

Вид машины: Промышленная газовая турбина	Контролируемый параметр (диагностический признак)											
Неисправность	Температура компрессора	Давление компрессора	Расход воздуха	Давление (расход) топлива	Скорость	Температура выходящих газов	Вибрация	Полезная мощность	К.п.д. компрессора	К.п.д. турбины	Частицы в масле	Потребление масла
Блокировка входного потока		•	•		•			•				
Засорение компрессора	•	•	•	•	•			•	•			
Повреждение компрессора	•	•	•	•	•		•	•	•		•	
Забивка топливного фильтра		•		•	•			•				
Повреждение корпуса камеры сгорания				•	•			•				
Срыв пламени в камере сгорания				•	•	•		•				
Повреждение газовой турбины					•	•	•	•		•	•	
Износ подшипника							•				•	•
Дисбаланс							•					
Несоосность							•					

Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.

Рисунок В.5 — Пример заполнения формы соответствия неисправностей и контролируемых параметров для промышленной газовой турбины

Вид машины: Насос	Контролируемый параметр (диагностический признак)									
Неисправность	Утечка жидкости	Длина	Мощность	Давление или глубина вакуума	Скорость	Вибрация	Температура	Время выбега	Частицы в масле	Утечка масла
Повреждение крыльчатки		•	•	•	•	•	•	•	•	
Повреждение уплотнения	•	•		•	•	•				
Эксцентриситет крыльчатки			•	•	•	•	•	•		
Повреждение подшипника		•	•		•	•	•	•	•	•
Износ подшипника		•				•	•	•	•	
Дефект установки						•				
Дисбаланс						•				
Несоосность		•				•				

Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.

Рисунок В.6 — Пример заполнения формы соответствия неисправностей и контролируемых параметров для насоса

Вид машины: Компрессор	Контролируемый параметр (диагностический признак)									
Неисправность	Утечка жидкости	Длина	Мощность	Давление или глубина вакуума	Скорость	Вибрация	Температура	Время выбега	Частицы в масле	Утечка масла
Повреждение крыльчатки		•	•	•	•	•	•	•	•	
Повреждение уплотнения	•	•		•	•				•	
Эксцентриситет крыльчатки			•	•	•	•	•	•		
Повреждение подшипника		•	•		•	•	•	•	•	•
Износ подшипника		•				•	•	•	•	
Неисправность системы охлаждения	•			•			•		•	
Дефект клапана	•			•		•	•			
Дефект установки						•				
Помпаж		•			•	•				
Дисбаланс						•				
Несоосность		•				•				

Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.

Рисунок В.7 — Пример заполнения формы соответствия неисправностей и контролируемых параметров для компрессора

Вид машины: ДВС	Контролируемый параметр (диагностический признак)											
Неисправность	Температура двигателя	Давление в цилиндре	Расход воздуха	Давление топлива	Расход топлива	Температура выходящих газов	Давление выходящих газов	Вибрация	Полезная мощность	Потребление масла	Частицы в масле	Утечка охлаждающей жидкости
Засорение воздушного фильтра	•	•	•				•					
Неисправность топливного инжектора	•	•	•		•	•		•	•	•		
Неисправность системы зажигания	•	•			•	•		•	•	•		
Износ подшипника								•			•	
Забивка топливного фильтра				•	•		•					
Утечка через уплотнение						•	•			•		
Повреждение поршневого кольца		•							•	•	•	
Неисправность системы охлаждения					•		•			•	•	•
Повреждение механизма уравновешивания сил инерции второго порядка								•				
Повреждение коробки передач								•			•	
Повреждение маховика								•			•	
Дефекты установки двигателя								•				
Дисбаланс								•				
Несоосность								•				

Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.

Рисунок В.8 — Пример заполнения формы соответствия неисправностей и контролируемых параметров для двигателя внутреннего сгорания

Вид машины: Электрогенератор	Контролируемый параметр (диагностический признак)												
Неисправность	Ток	Напряжение	Сопротивление	Частичный разряд	Мощность	Момент	Радиочастотная эмиссия	Вибрация	Температура	Время выбега	Осевой поток	Частицы в масле	Охлаждающий газ
Повреждение обмотки ротора	•							•	•		•		•
Повреждение обмотки статора	•							•	•		•		•
Эксцентриситет ротора	•							•			•		
Повреждение щеток	•	•			•	•	•		•				
Повреждение подшипника						•		•	•	•		•	
Старение изоляции	•	•	•	•									•
Потеря фазы питания	•	•						•					
Дисбаланс								•					
Несоосность								•					

Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.

Рисунок В.9 — Пример заполнения формы соответствия неисправностей и контролируемых параметров для электрогенератора

Вид машины: Вентилятор	Контролируемый параметр (диагностический признак)									
Неисправность	Утечка воздуха	Длина	Мощность	Давление (глубина вакуума)	Скорость	Вибрация	Температура	Время выбега	Частицы в масле	Утечка масла
Повреждение крыльчатки		•	•	•	•	•	•	•	•	
Повреждение сальника		•		•	•				•	•
Повреждение сильфона	•									
Эксцентриситет крыльчатки			•	•	•	•	•	•		
Повреждение подшипника		•	•			•	•	•	•	
Износ подшипника		•				•	•	•	•	
Дефект установки						•				
Налипание грязи на ротор						•				
Дисбаланс						•				
Несоосность		•				•				

Примечание — Значок • указывает, что диагностический признак или контролируемый параметр соответствует неисправности данного вида.

Рисунок В.10 — Пример заполнения формы соответствия неисправностей и контролируемых параметров для вентилятора

Приложение С
(рекомендуемое)

Информация, регистрируемая в процессе мониторинга

С.1 Сведения о машине

Для каждой единицы оборудования, включенной в программу мониторинга, необходимо регистрировать, как минимум, следующую информацию:

- идентификатор машины (код классификации оборудования или серийный номер);
- вид машины (двигатель, генератор, турбина, компрессор, насос, вентилятор и т. д.).

Полезно указывать также следующие сведения о машине:

- номинальную скорость (частоту) вращения (в $мин^{-1}$ или Гц);
- диапазон скоростей (фиксированных или плавно изменяемых);
- номинальную мощность (в кВт);
- конфигурацию привода (прямой, ременный, от вала);
- вид опоры (жесткая или податливая);
- тип валопровода (жесткий или гибкий).
- тип питания (электрический, паровой, газовый, дизельный, гидравлический);
- функцию (ведущая машина или ведомая машина);
- основные элементы (подшипники, уплотнители, зубчатые передачи, крыльчатки);
- назначение используемых жидкостей (смазка, охладитель, гидропривод).

С.2 Измерения

Следует регистрировать следующую информацию:

- дату и время проведения измерений (отбора проб);
- вид измерительной системы;
- расположение точек измерений (в описательной форме или в виде кода);
- тип преобразователя (вихретоковый, датчик скорости, акселерометр, счетчик частиц и т. д.);
- полученное значение (точечная оценка или интервал);
- единицы величин (мм/с, $м/с^2$, мл);
- измеряемый параметр (пиковое значение, размах, среднеквадратичное значение, доля в объеме пробы и т. д.).

Полезно указывать также следующую информацию:

- метод крепления датчика (на щуп, на магнит, на шпильку, на клей и т. д.);
- параметры выборки (число точек в выборке, частота выборки, оконная функция);
- метод обработки исходных данных (быстрое преобразование Фурье, цифровое преобразование Фурье, оконная функция, усреднение и т. д.);
- тип измерений (объем, общий уровень, амплитуда, спектр, выборочные значения и т. д.).

Дополнительно могут быть указаны следующие сведения:

- скорость (частота) вращения во время измерений (в $мин^{-1}$ или Гц);
- мощность машины во время измерений (в кВт);
- метод отбора проб (в оперативном режиме работы или автономно);
- другие важные рабочие характеристики (температура, давление и т. д.);
- требования к калибровке (поверке) средств измерений (вид, даты предыдущей и следующей калибровки или поверки).

С.3 Другая информация

Кроме вышеуказанных сведений в «истории» машины может быть зарегистрирована любая дополнительная полезная информация, как о машине, так и о проведенных измерениях. Пример формы для записи данных о машине и проведенных измерениях показан на рисунке С.1.

Общие сведения	
Номер записи:	Место установки:
Дата:	Измерения провел:
Сведения о машине	
Идентификатор:	Заводской номер:
Тип:	Тип питания::
Конфигурация:	Функция: Вид валопровода:
Номинальная скорость, мин$^{-1}$:	Номинальная мощность, кВт:
Наблюдаемая скорость, мин$^{-1}$:	Наблюдаемая мощность, к Вт:
Способ установки:	Часы работы:
Изготовитель:	Тип подшипников:
Сведения об измерительной системе	
Тип средства измерений:	Изготовитель:
Тип преобразователя: Изготовитель:	Способ крепления: Количество:
Тип преобразователя: Изготовитель:	Способ крепления: Количество:
Для поршневых машин	
Число цилиндров:	Рабочий цикл:
Схема машины (см. ниже)	
Данные измерений, показания, схемы с указанием местоположений и точек измерений, а также условия во время измерений:	

Рисунок С.1 — Пример формы записи данных о машине и проведенных измерениях

Приложение D
(справочное)

Обзор стандартов в области контроля состояния

Стандарты в области контроля состояния оборудования и рассматриваемые в них аспекты стандартизации указаны в таблице D.1.

Таблица D.1 — Стандарты в области контроля состояния и диагностики машин

Обозначение стандарта	Наименование стандарта	Аспект стандартизации					
		Общие вопросы	Методы	Диагностика/ прогнозирование	Управление данными	Компетентность персонала	Приложения
ИСО 17359	Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство	+					
ИСО 13372	Контроль состояния и диагностика машин. Словарь	+					
ИСО 13380	Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство по использованию рабочих характеристик машин	+					
ИСО 13373-1	Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния. Часть 1. Общие методы		+				
ИСО 13373-2	Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния. Часть 2. Обработка, анализ и представление данных измерений вибрации		+				
ИСО 18434-1	Контроль состояния и диагностика машин. Термография. Часть 1. Общие методы		+				
ИСО 22096	Контроль состояния и диагностика машин. Акустическая эмиссия		+				
ИСО 29821-1	Контроль состояния и диагностика машин. Ультразвук. Часть 1. Общее руководство		+				
ИСО 13373-3	Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния. Часть 3. Основные методы диагностирования			+			
ИСО 13379-1	Контроль состояния и диагностика машин. Интерпретация данных и методы диагностирования. Часть 1. Общее руководство			+			
ИСО 13381-1	Контроль состояния и диагностика машин. Прогнозирование. Часть 1. Общее руководство			+			
ИСО 13374-1	Контроль состояния и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. Часть 1. Общее руководство				+		
ИСО 13374-2	Контроль состояния и диагностика машин. Контроль состояния и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. Часть 2. Обработка данных				+		

Окончание таблицы D.1

Обозначение стандарта	Наименование стандарта	Аспект стандартизации					
		Общие вопросы	Методы	Диагностика/прогнозирование	Управление данными	Компетентность персонала	Приложения
ИСО 13374-3	Контроль состояния и диагностика машин. Контроль состояния и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. Часть 3. Передача данных				+		
ИСО 18436-1	Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 1. Требования к органам по оценке и процедурам оценки					+	
ИСО 18436-2	Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 2. Вибрационный контроль состояния					+	
ИСО 18436-3	Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 3. Требования к обучающим организациям и процессам обучения					+	
ИСО 18436-4	Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 4. Анализ масла на рабочем месте					+	
ИСО 18436-5	Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 5. Анализ масла в лабораторных условиях					+	
ИСО 18436-6	Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 6. Акустическая эмиссия					+	
ИСО 18436-7	Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 7. Термография					+	
ИСО 18436-8	Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 8. Ультразвук					+	
ИСО 16587	Вибрация и удар. Применение рабочих характеристик в целях контроля состояния конструкций						+
ИСО 19860	Газовые турбины. Требования к сбору данных и системам контроля состояния газотурбинных установок						+

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ИСО 2041	IDT	ГОСТ Р ИСО 2041—2012 «Вибрация, удар и контроль технического состояния. Термины и определения»
ИСО 13372	IDT	ГОСТ Р ИСО 13372—2013 «Контроль состояния и диагностика машин. Термины и определения»
ИСО 13379-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 13379-1—2015 «Контроль состояния и диагностика машин. Методы диагностирования и интерпретации данных. Часть 1. Общее руководство»
ИСО 13381-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 13381-1—2011 «Контроль состояния и диагностика машин. Прогнозирование технического состояния. Часть 1. Общее руководство»
Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов: IDT — идентичные стандарты.		

Библиография

[1] ISO 1217, Displacement compressors — Acceptance tests

[2] ISO 2314, Gas turbines — Acceptance tests

[3] ISO/IEC 2382-14, Information technology — Vocabulary — Part 14: Reliability, maintainability and availability

[4] ISO 3046-1, Reciprocating internal combustion engines — Performance — Part 1: Declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test methods — Additional requirements for engines for general use

[5] ISO 3046-3, Reciprocating internal combustion engines — Performance — Part 3: Test measurements

[6] ISO 5151, Non-ducted air conditioners and heat pumps — Testing and rating for performance

[7] ISO 5389, Turbocompressors — Performance test code

[8] ISO 5801, Industrial fans — Performance testing using standardized airways

[9] ISO 6954, Mechanical vibration — Guidelines for the measurement, reporting and evaluation of vibration with regard to habitability on passenger and merchant ships

[10] ISO 7919-1, Mechanical vibration of non-reciprocating machines — Measurements on rotating shafts and evaluation criteria — Part 1: General guidelines

[11] ISO 7919-2, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts — Part 2: Land-based steam turbines and generators in excess of 50 MW with normal operating speeds of 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min and 3 600 r/min

[12] ISO 7919-3, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts — Part 3: Coupled industrial machines

[13] ISO 7919-4, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on rotating shafts — Part 4: Gas turbine sets with fluid-film bearings

[14] ISO 7919-5, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurement on rotating shafts — Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants

[15] ISO 8528-1, Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets — Part 1: Application, ratings and performance

[16] ISO 8528-6, Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets — Part 6: Test methods

[17] ISO 8528-9, Reciprocating internal combustion engine driven alternating current generating sets — Part 9: Measurement and evaluation of mechanical vibrations

[18] ISO 8579-2, Acceptance code for gears — Part 2: Determination of mechanical vibrations of gear units during acceptance testing

[19] ISO 9906, Rotodynamic pumps — Hydraulic performance acceptance tests — Grades 1, 2 and 3

[20] ISO 10055, Mechanical vibration — Vibration testing requirements for shipboard equipment and machinery components

[21] ISO 10816-1, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 1: General guidelines

[22] ISO 10816-2, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 2: Land-based steam turbines and generators in excess of 50 MW with normal operating speeds of 1 500 r/min, 1 800 r/min, 3 000 r/min and 3 600 r/min

[23] ISO 10816-3, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 3: Industrial machines with nominal power above 15 kW and nominal speeds between 120 r/min and 15 000 r/min when measured in situ

[24] ISO 10816-4, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 4: Gas turbine sets with fluid-film bearings

[25] ISO 10816-5, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 5: Machine sets in hydraulic power generating and pumping plants

[26] ISO 10816-6, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 6: Reciprocating machines with power ratings above 100 kW

[27] ISO 10816-7, Mechanical vibration — Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts — Part 7: Rotodynamic pumps for industrial applications, including measurements on rotating shafts

[28] ISO 13350, Industrial fans — Performance testing of jet fans

[29] ISO 14694, Industrial fans — Specification for balance quality and vibration levels

[30] ISO 14695, Industrial fans — Method of measurement of fan vibration

[31] ISO 19499, Mechanical vibration — Balancing — Guidance on the use and application of balancing standards

[32] IEC 60034-1, Rotating electrical machines — Part 1: Ratings and performance

[33] IEC 60300-3-1, Dependability management — Part 3-1: Application guide — Analysis techniques for dependability — Guide on methodology

[34] IEC 60300-3-2, Dependability management — Part 3-2: Application guide — Collection of dependability data from the field

[35] IEC 60300-3-3, Dependability management — Part 3-3: Application guide — Life cycle costing

[36] IEC 60300-3-11, Dependability management — Part 3-11: Application guide — Reliability centred maintenance

[37] IEC 60812, Analysis techniques for system reliability — Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)

[38] IEC 61078, Analysis techniques for dependability — Reliability block diagram and boolean methods

[39] IEC 61025, Fault tree analysis (FTA)

[40] ASME Power Test Code PTC 10, Performance Test Code on Compressors and Exhausters

[41] ASME Power Test Code PTC 22, Performance Test Code on Gas Turbines

[42] ASME Power Test Code PTC 46, Performance Test Code on Overall Plant Performance

УДК 534.322.3.08:006.354 ОКС 17.160

Ключевые слова: контроль технического состояния, диагностирование, мониторинг, надежность, неисправность, отказ, базовый уровень, диагностические признаки, измерения

Редактор *Л.Б. Базякина*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *В.И. Варенцова*
Компьютерная верстка *Е.А. Кондрашовой*

Сдано в набор 18.01.2016. Подписано в печать 24.02.2016. Формат 60×84⅛. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,37. Тираж 33 экз. Зак. 644.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4
gost.e-ecolog.ru ıstinfo.ru

gost.e-ecolog.ru