

ГОСТ Р ИСО 13379-1-2015

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**Контроль состояния и диагностика машин****МЕТОДЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ****Часть 1****Общее руководство****Condition monitoring and diagnostics of machines. Data interpretation and diagnostics techniques. Part 1. General guidelines**

ОКС 17.160

Дата введения 2016-12-01

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 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. N 1582-ст](#)

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 13379-1:2012* "Контроль состояния и диагностика машин. Методы интерпретации данных и диагностирования. Часть 1. Общее руководство" (ISO 13379-1:2012 "Condition monitoring and diagnostics of machines - Data interpretation and diagnostics techniques - Part 1: General guidelines", IDT).

* Доступ к международным и зарубежным документам, упомянутым в тексте, можно получить, обратившись в [Службу поддержки пользователей](#). - Примечание изготовителя базы данных.

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 13379-2009](#)

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Март 2019 г.

Правила применения настоящего стандарта установлены в [статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. N 162-ФЗ "О стандартизации в Российской Федерации"](#). 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 (www.gost.ru)

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общее руководство по интерпретации данных и диагностированию машин.

Применение настоящего стандарта:

- обеспечивает единое понимание задач диагностирования машин пользователями и изготовителями систем контроля состояния и диагностирования;
- дает пользователям возможность подготовить необходимые технические данные для последующего применения методов диагностирования;
- позволяет установить общий подход к диагностированию машин.

Настоящий стандарт распространяется на широкий класс машин, обычно применяемых в условиях производства, таких как турбины, компрессоры, насосы, генераторы, электродвигатели, воздуходувки, редукторы, вентиляторы и пр.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использована нормативная ссылка на следующий стандарт:

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

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 13372.

4 Требования к диагностированию в системе мониторинга оборудования

4.1 Роль диагностирования в обеспечении работоспособности и техническом обслуживании машин

Диагностирование играет существенную роль в принятии решений по функционированию и техническому обслуживанию машин. Для достижения наибольшей эффективности диагностические процедуры должны быть взаимосвязаны с потенциальными неисправностями машины. Поэтому рекомендуется провести предварительные исследования, прежде чем сформулировать требования к системе контроля состояния и диагностирования машин (системе мониторинга).

4.2 Исследование потребности в диагностировании

Основные этапы исследования представлены в виде V-образной диаграммы (см. рисунок 1), связывающей высокие (техническое обслуживание: сведения о машине, оценка риска) и низкие (измерения: контролируемые параметры, периодические наблюдения, обработка данных) уровни обобщения информации.

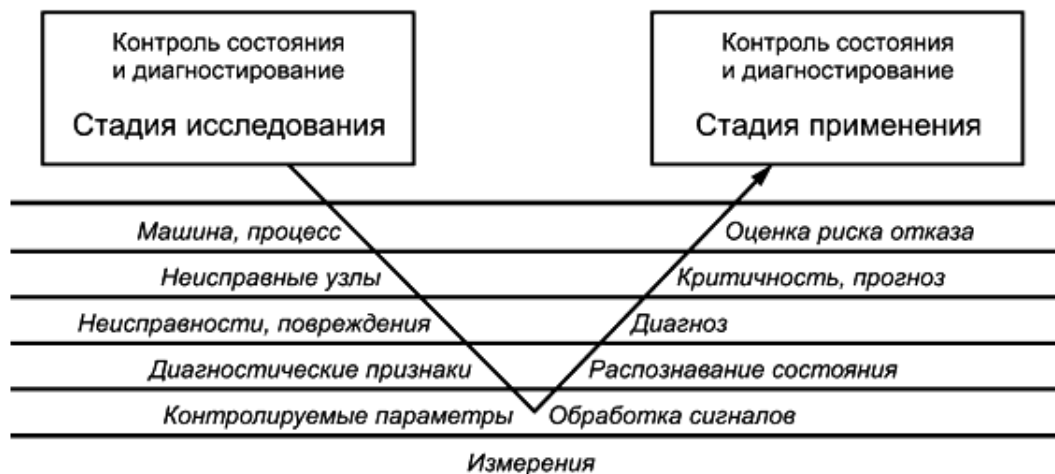


Рисунок 1 - Цикл исследования потребности в диагностировании и его применения

Правая ветвь диаграммы соответствует работам по контролю технического состояния и диагностированию, которые обычно проводят после приемки машины в эксплуатацию. Левая ветвь - предварительным исследованиям для конкретной машины, которые проводят, чтобы получить необходимую информацию для организации контроля состояния и диагностирования. Каждому уровню обобщения информации на диаграмме соответствует своя задача стадии предварительного исследования (левая ветвь) и своя задача стадии применения (правая ветвь).

Предварительное исследование потребности в диагностировании машины включает в себя, как правило, следующие этапы:

- a) анализ эксплуатационной готовности и надежности машины, степени ее критичности для технологического процесса;
- b) составление перечня основных узлов машины и выполняемых ими функций;
- c) анализ видов отказов и их связь с неисправностями отдельных узлов машины;
- d) определение численной характеристики степени критичности машины с учетом последствий отказов (степени опасности, времени и стоимости восстановления, влияния на качество производимой продукции) и их частоты;
- e) выбор диагностируемых неисправностей;
- f) определение режимов работы машины, на которых может быть обеспечено наилучшее диагностирование для неисправностей разного вида;
- g) выбор признаков неисправностей для анализа технического состояния машины;
- h) составление перечня контролируемых параметров, на основе которых должны быть получены признаки неисправностей;
- i) выбор методов измерения и преобразователей, которые должны быть использованы для получения значений контролируемых параметров (непосредственно в результате измерений или после обработки данных измерений на компьютере).

Этапы от a) до d) могут быть реализованы с применением известных методов оптимизации работ по организации технического обслуживания машин, таких как FMEA (анализ видов и последствий отказов) и FMECA (анализ видов, последствий и критичности отказов). Дополнительно рекомендуется рассмотреть возможность применения общих методов оптимизации, таких как RCM (техническое обслуживание на основе показателей надежности).

Примечание - Процедуры FMEA и FMECA описаны в [6].

Этапы от c) до i) могут быть реализованы с применением процедуры FMSA (анализ признаков видов отказов), принципы которой изложены в 4.3.

4.3 Анализ признаков видов отказов (FMSA)

4.3.1 Метод FMSA

Задача метода состоит в выборе технологии и стратегии мониторинга, позволяющем максимизировать доверительный уровень диагноза и прогноза отказа данного вида.

Метод позволяет выбрать процедуру мониторинга, обеспечивающего максимальную чувствительность к обнаружению и скорости изменения диагностического признака. Если чувствительность метода и достоверность результатов диагностирования (прогнозирования) недостаточны, то для уточнения диагноза рекомендуется применять дополнительные процедуры, совместимые с исходной.

Рассматриваемый метод является модификацией метода FMECA, позволяющей основное внимание уделить выбору диагностических признаков, по которым может быть определен вид неисправности или отказа, с последующим формированием соответствующей стратегии мониторинга.

Если в результате применения метода FMECA возможные виды отказов уже идентифицированы и ранжированы, то соответствующие этапы метода FMSA можно опустить и переходить к последующим этапам анализа.

4.3.2 Руководство по применению

Метод FMSA позволяет получить информацию и представить ее в форме, приведенной в приложении А. Основными этапами данного метода являются:

- составление перечня обследуемых узлов машины;
- составление перечня возможных видов отказов каждого узла;
- составление перечня последствий отказа каждого вида;
- составление перечня причин отказа каждого вида;
- составление перечня диагностических признаков, характерных для отказа каждого вида;
- составление перечня возможных методов мониторинга;
- оценка необходимой частоты проведения измерений;
- ранжирование видов отказов по способности обнаружения, критичности, доверительным уровням диагноза и прогноза и составление на этой основе показателя приоритетности мониторинга;
- составление перечня дополнительных методов контроля;
- оценка необходимой частоты проведения измерений при применении дополнительных методов контроля.

Наибольшую трудность представляют собой правильное определение видов отказов, их последствий и причин. Вид отказа характеризуют формой его проявления, например, погнутость, изъеденность ржавчиной. Метод FMECA, который должен предшествовать FMSA, допускает неоднозначность в определении видов отказов, их причин и последствий. Один и тот же термин

может быть использован при определении причины отказа одного узла, вида или последствия отказа другого узла, а также вида отказа машины в целом. То же имеет место и для метода FMSA.

Однако следует избегать использования одного и того же термина при определении вида отказа и его причины для одного узла или машины. Для каждого узла (машины) вид отказа, его последствия и причина должны быть указаны в их причинно-следственной связи. При определении вида отказа, его последствия и причины необходимо иметь в виду, что последствие определяется видом отказа, который, в свою очередь, является следствием определенной причины.

При разработке стратегии мониторинга принимают во внимание, что:

- отказу данного вида сопутствуют диагностические признаки, которые должны быть обнаружены основным методом мониторинга, обеспечивающим высокий доверительный уровень диагноза и прогноза при проведении измерений с заданной частотой;

- повышение доверительного уровня диагноза и прогноза возможно за счет применения дополнительных методов контроля, в которых измерения проводят с заданной для них частотой.

4.3.3 Руководство по ранжированию

4.3.3.1 Общие положения

Ранжирование осуществляют для каждого узла (машины) по вероятности обнаружения отказа, точности прогноза и критичности отказа. На основе последовательного применения процедур ранжирования в процессе анализа получают значение показателя приоритетности мониторинга, причем более высокому значению показателя для данного узла (машины) соответствуют более высокий риск, связанный с отказом данного узла (машины).

4.3.3.2 Ранжирование по способности обнаружения (DET)

Показателю DET присваивают значения в диапазоне от 1 до 5 в зависимости от способности обнаружить отказ данного вида безотносительно к точности последующего диагноза и прогноза. Результат ранжирования должен отражать ограничения применимости диагностических признаков для отказов данного вида. Значения показателя DET понижают, если признаки отказа:

- могут быть выявлены, но обладают плохой повторяемостью;
- не могут быть выявлены;
- не подлежат измерению в реальных условиях эксплуатации;
- могут маскироваться диагностическими признаками отказов других видов.

Показателю DET присваивают следующие значения:

DET=1 - существует лишь НЕЗНАЧИТЕЛЬНАЯ вероятность обнаружения отказа данного вида;

DET=2 - существует НИЗКАЯ вероятность обнаружения отказа данного вида;

DET=3 - существует СРЕДНЯЯ вероятность обнаружения отказа данного вида;



^a Вероятность $p=1$.

^b Задержка в три месяца.

Рисунок F.1 - Дерево причинно-следственных связей для процесса выкрашивания подшипника качения

Первичной причиной выкрашивания является неправильная посадка подшипника качения, которая может быть следствием:

- несоблюдения технологии установки подшипника;
- превышения диаметром вала его номинального значения;
- недостаточного диаметра отверстия подшипника.

Следствием уменьшенного радиального зазора в подшипнике могут быть:

- увеличенная площадь контакта тел качения и дорожек качения;

- повышенные механические напряжения в зоне контакта.

В нормальных условиях работы подшипника дефекты поверхностей контакта обычно связаны с механическими свойствами материала подшипника. Производители подшипников возможные усталостные повреждения характеризуют 90-процентным ресурсом L_{10} (сроком службы, при котором отказ из-за усталостных дефектов будет наблюдаться не более чем у 10% изделий). Повышенные механические напряжения в зоне контакта непосредственно влияют на появление и развитие усталостных эффектов в подшипнике. Результатом усталостных изменений является выкрашивание поверхности.

Увеличенная площадь контакта непосредственно влияет на повышенное трение между дорожками качения и телами качения. Это, в свою очередь, вызывает ухудшение условий смазки. Недостаточное смазывание не только вызывает появление усталостных дефектов в подшипнике, но и само является причиной более быстрого выхода подшипника из строя.

Проблемы со смазкой проявляются в виде таких эффектов как:

- перегрев подшипника;
- пониженная вязкость смазки;
- уменьшение толщины масляной пленки.

Для диагностирования подшипников может быть использован анализ разных физических процессов, таких как вибрация, шум, изменение состава масла.

В приведенном примере основанием для диагностирования подшипникового узла могут быть:

- превышение контролируемым параметров вибрации порогового значения и связанное с этим появление сигнала предупреждения;
- появление в сигнале вибрации модуляционных составляющих на подшипниковых частотах.

Результаты анализа состава масла и графика изменения температуры могут служить дополнительным подтверждением неисправности и помочь в обнаружении неисправного подшипника или группы подшипников.

Приложение G (рекомендуемое)

Пример формы для определения доверительного уровня диагноза

Этап построения диагноза	Источники ошибок диагноза	Весовой коэффициент	Доверительный уровень этапа, %	Взвешенный доверительный уровень этапа, %

1	История машины	0,15		
2	Анализ отказов узлов машины	0,10		
3	Контролируемые параметры	0,15		
4	Классы серьезности отказов	0,10		
5	Интервал между измерениями	0,10		
6	Структура базы данных	0,05		
7	Процедура сбора данных	0,05		
8	Оценка критичности отказов	0,05		
9	Оценка тренда данных	0,10		
10	Постановка диагноза	0,15		
Общий доверительный уровень				
Примечание - Общий доверительный уровень равен сумме взвешенных доверительных уровней этапов постановки диагноза.				

Приложение ДА (справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего межгосударственного стандарта
ISO 13372	IDT	ГОСТ Р ИСО 13372-2013 "Контроль состояния и диагностика машин. Термины и определения"
Примечание - В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандарта: - IDT - идентичный стандарт.		

Библиография

- [1] ISO 2041, Mechanical vibration, shock and condition monitoring - Vocabulary
- [2] ISO 13373-1, Condition monitoring and diagnostics of machines - Vibration condition monitoring - Part 1: General procedures
- [3] ISO 13374-1, Condition monitoring and diagnostics of machines - Data processing, communication and presentation - Part 1: General guidelines
- [4] ISO 13381-1, Condition monitoring and diagnostics of machines - Prognostics - Part 1: General guidelines
- [5] ISO 17359, Condition monitoring and diagnostics of machines - General guidelines
- [6] IEC 60812, Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)
- [7] Breiman, L. Random forest. Mach. Learn. 2001, 45, pp.5-32
- [8] Breiman, L. Bagging predictors. Mach. Learn. 1996, 24, pp.123-40
- [9] Breiman, L., Friedman, J., Olshen, R., Stone, C. Classification and regression trees. Belmont, CA: Wadsworth, 1984. 358 p.
- [10] Hosmer, D.W., Lemeshow, S. Applied logistic regression, 2nd edition. New York, NY: Wiley, 2000. 373 p.
- [11] Vapnik, V.N. The nature of statistical learning theory, 2nd edition. New York, NY: Springer, 2000. 314 p.

УДК 534.322.3.08:006.354

ОКС 17.160

Ключевые слова: контроль технического состояния, диагностирование, мониторинг, методы диагностирования, отказ, неисправность, контролируемый параметр, диагностический признак

Электронный текст документа
подготовлен АО "Кодекс" и сверен по:
официальное издание
М.: Стандартинформ, 2019

