

*д. т. н., проф. Кравченко В.М.
(ПГТУ, г. Мариуполь, Украина)
к. т. н., доц. Сидоров В.А.
(ДНТУ, г. Донецк, Украина)*

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Розглянуто визначення терміну «технічний стан», частіше з всього використовуємого при діагностуванні механічного обладнання. Визначені основні аспекти використання та приведені категорії розпізнавання для видів технічного стану.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами.

В настоящее время термин «техническое состояние», наиболее употребляемый в технической диагностике, не имеет однозначного прочтения. Это обуславливает недостаточную точность при решении практических диагностических задач и не позволяет сформировать основы технической диагностики как науки.

Анализ исследований и публикаций. В рассмотренных работах [1...4] термин «техническое состояние» имеет различное толкование. О существовании данной проблемы указывается в работе [1], однако предложенное решение не удовлетворяет современным требованиям стратегий технического обслуживания и ремонта механического оборудования.

Постановка задачи. Необходимым является разработка и обоснование научного термина «техническое состояние».

Изложение материала и результаты. Следует согласиться с утверждением, приведенным в работе [1] о том, что в нынешнем состоянии техническая диагностика не обладает необходимыми чертами отдельной и целостной научной дисциплины: трудно определить ее объект, цели и методы. Одна из причин – употребление нечеткого термина «техническое состояние». Для ответа на этот вопрос рассмотрим общепризнанные определения технической диагностики.

В работе [2] приведено определение технической диагностики, как науки о распознавании состояния технической системы.

В работе [3] приведено расширенное определение технической диагностики – область знаний о распознавании состояния технических систем (объектов), исследующая формы проявления технического состояния, разрабатывающая методы и средства его определения. Во многих работах отсутствует определение технической диагностики как

науки, но цели и задачи определяются однотипно: оценка технического состояния; прогнозирование изменения технического состояния; определение причин разрушения или поломки.

В основополагающих работах Биргера И.А., Гельфандбейна Я.И., Ключева В.В., Мозгалева А.В., Павлова Б.В., Попкова В.И., Пархоменко П.П. – акцент сделан на способы получения информации, приемы ее обработки, алгоритмы поиска дефектов, частные задачи типовых узлов и механизмов.

Таким образом, основополагающим понятием технической диагностики как науки является понятие технического состояния. В работе [4] совокупность внутренних свойств машины в некоторый момент времени называется ее состоянием. Техническое состояние восстанавливаемых механических систем должно указывать на необходимость восстановления работоспособного состояния системы.

Процесс функционирования механизма определяют не только внутренние свойства элементов механизма. На работоспособность механической системы влияют равнозначно прикладываемые силы, и качество технического обслуживания. Именно эти три фактора: внутренние свойства элементов, прикладываемые силы, качество технического обслуживания и ремонта определяют такое понятие как техническое состояние. Проявление технического состояния возможно в виде отказов (поломок) деталей или с позиций технической диагностики - в виде изменения диагностических параметров.

В работе [3] техническое состояние определено как совокупность признаков (параметров), характеризующих изменение свойств объекта в процессе эксплуатации (также испытаний после изготовления или ремонта), установленных нормативно-технической документацией.

Непогрешимость нормативно-технической документации очень часто вызывает сомнения, особенно по отношению к машинам и механизмам единичного изготовления. Выбор оптимальных диагностических параметров – сложная теоретическая задача пока не имеющая обоснованных решений. В тоже время, выбранные диагностические параметры должны отражать характер прикладываемых сил, внутренние характеристики элементов и качество технического обслуживания, полагая при этом смазку, регулировку и качество ремонта. Следующей задачей является принятие решения на основе совокупности диагностических параметров. Возможно использование интегральных оценок, либо поиска «слабого звена».

В работе [5] указывается на отставание теоретической базы технической диагностики механического оборудования и в первую очередь таких положений как выбор номенклатуры диагностических параметров, определяющих техническое состояние оборудования и его

отдельных элементов. Предложено следующее определение – техническое состояние есть свойства объекта (механизма или его элемента) в данный момент эксплуатации, приобретенные им в результате предшествующего воздействия на него рабочих нагрузок, окружающей среды и процессов, происходящих при взаимодействии с сопряженными ним объектами.

Для восстанавливаемых механических систем задача обеспечения работоспособности часто сводится к определению методов и сроков ремонтных воздействий в рамках принятой системы технического обслуживания и ремонта. Поэтому, с практической стороны знание технического состояния необходимо для принятия решения о необходимости и сроках мероприятий по восстановлению или поддержания работоспособности технической системы (объекта) на должном уровне.

В работе [3] определена связь между техническим состоянием и техническим обслуживанием и ремонтом, принятая в практике технической эксплуатации морского флота. Хорошее состояние – техническое обслуживание и ремонт не требуется. Удовлетворительное – осуществляется контроль технического состояния с сокращенной периодичностью. Неудовлетворительное – проводится техническое обслуживание или ремонт. Аварийное – немедленная остановка, проведение технического обслуживания или ремонта.

Стандарт ИСО 10816 [6] определяет зоны вибрационного состояния, которые соответствуют срокам проведения ремонта. Зона А – новые машины, только что введенные в эксплуатацию. Зона В – машины, пригодные для дальнейшей эксплуатации без ограничения сроков. Зона С – машины, непригодные для длительной эксплуатации, данные машины могут функционировать ограниченный период времени, пока не появится подходящая возможность проведения ремонтных работ. Зона D – уровни вибрации в данной зоне рассматривают как достаточно серьезные, для того чтобы вызвать повреждение машины.

Сложилась ситуация когда практическое использование данных о техническом состоянии нашло реализацию в нормативной и справочной литературе, а терминология не отвечает изменившимся требованиям. В настоящее время, становится все более обоснованным переход на техническое обслуживание оборудования по фактическому состоянию. Однако, предлагаемые толкования технического состояния не в полной степени удовлетворяют требованиям стратегий использующих данные о фактическом состоянии оборудования.

Сформулируем понятия технического обслуживания и ремонта применительно к восстанавливаемым механическим системам.

Техническое обслуживание – комплекс операций направленных на поддержание работоспособности технической системы на заданном уровне надежности (безотказности, долговечности) осуществляемый постоянно в течение срока службы или периодически. Осуществляется без разборки механизма и может включать операции по затяжке резьбовых соединений, смазке, очистке, осмотру механизма.

Ремонт – операции по восстановлению работоспособности механической системы, осуществляемые при замене или восстановлении отдельных элементов. Текущий ремонт предполагает замену быстроизнашивающихся (относительно срока службы всей системы) элементов. Капитальный ремонт направлен на практически полное восстановление работоспособности объекта до исходных показателей путем замены и восстановления посадочных поверхностей базовых деталей. Заключительная операция после ремонта – регулировка: зазоров, пятен контакта, уравновешенности, соосности определяет характеристики механизма при дальнейшей эксплуатации.

Предлагается следующее определение технического состояния как степени необходимости восстановления работоспособности системы. Категории технического состояния будут иметь следующую интерпретацию. Хорошее состояние – ремонт и дополнительное техническое обслуживание не требуется. Удовлетворительное состояние – ремонт и техническое обслуживание выполняются по графику. Плохое состояние наступает при необходимости проведения дополнительных работ по поддержанию или восстановлению показателей работоспособности путем выполнения внепланового ремонта или технического обслуживания. Аварийное состояние требует принятия незамедлительных мер - необходим срочный ремонт, возможен непредсказуемый переход в неработоспособное состояние. Это позволит сформулировать нормативно-техническую базу стратегии технического обслуживания осуществляемую исходя из знания фактического состояния.

Данное определение технического состояния позволяет сформулировать основные критерии различения технических состояний системы. Классическая теория технической диагностики изначально предполагает установление связи между пространством состояний и пространством диагностических признаков. Для этого формулируются условия разбиения множества W на подмножества: исправных W_1 и неисправных W_2 состояний; определяется критерий для оценки работоспособности объекта диагностики (различение состояний в подмножестве W_1); устанавливаются признаки возникших неисправностей (различение состояний в подмножестве W_2);

устанавливаются соответствия между пространством состояний W и пространством диагностических признаков D [7].

Традиционный подход к определению технического состояния механизма, в общем, аспекте решения задач технической диагностики, в первую очередь предполагает поиск неисправностей, то есть различение состояний в подмножестве W_2 [3]. С этой целью строится диагностическая модель, составляется словарь неисправностей, определяются диагностические признаки и так далее. Поиск неисправностей ведется по выбранным диагностическим признакам в зоне предполагаемых значений. Определяющим становится не количество и вид неисправностей, а количество возможных проявлений неисправностей, имеющее в несколько раз большее количество. Увеличивается число диагностических параметров, усложняются диагностические модели, растет количество обрабатываемой информации. Это усложняет процесс постановки правильного диагноза.

Практический же аспект технического диагностирования требует не только постановки диагноза, а выдачи четких рекомендаций по техническому обслуживанию и ремонтным воздействиям. Более целесообразным, решение задачи может быть найдено путем различения состояний в подмножестве исправных состояний W_1 . Следует получить критерии для оценки работоспособности объекта диагностики, заменив бесконечное множество исправных состояний W_1 конечным множеством различимых состояний N_1 .

Основанием для решения может послужить ограниченное число реальных ремонтных воздействий применительно к конкретному механизму. Перечень ремонтных воздействий включает: регулировку, подачу смазки, затяжку резьбовых соединений, замену быстроизнашиваемых деталей и восстановление корпусных деталей. Необходимость каждого воздействия возможно определить несколькими решающими правилами, сопоставив их с ограниченным числом диагностических признаков. Соответственно, отсутствие проявлений признаков определит критерии (аксиомы) работоспособности.

Работоспособное состояние механизма характеризуется следующими признаками: низким уровнем вибрации и шума; плавностью работы, отсутствием толчков и ударов при изменении направления вращения; температурой корпуса не превышающих предельных значений; отсутствием раскрытия стыка корпусных деталей и затянутыми резьбовыми соединениями; отсутствием подтекания масла. В целом работоспособное состояние узлов и деталей определяется: отсутствием трещин; отсутствием повреждений сопрягаемых элементов; определенными параметрами шероховатости

рабочих поверхностей; наличием оптимальных зазоров сопрягаемых деталей.

Выводы и направление дальнейших исследований.

Приведенные положения по термину «техническое состояние» позволяют сформулировать нормативно-техническую базу стратегии технического обслуживания осуществляемую исходя из знания фактического состояния.

Появляется возможность расчета границ различения технического состояния механизма используя методы математического моделирования неисправных состояний. Полученные результаты могут послужить основанием для нормирования вибрационных и диагностических параметров.

Рассмотрено определение термина «техническое состояние», наиболее часто используемого при диагностировании механического оборудования. Определены основные аспекты использования и приведены категории различения для видов технического состояния.

Definition of the term « a technical condition », most frequently used is considered at diagnosing mechanical the equipment. The basic aspects of use are determined and categories of distinction for degrees of product availability are resulted.

Библиографический список.

1. Логов А.Б., Замираев Р.Ю. Математические модели диагностики уникальных объектов. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999. – 228 с.

2. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: «Машиностроение», 1978. – 240 с.

3. Голуб Е.С., Мадорский Е.З., Розенберг Г.Ш. Диагностирование судовых технических средств: Справочник. – М.: «Транспорт», 1993. – 150 с.

4. Павлов Б.В. Кибернетические методы технического диагноза. – М.: «Машиностроение», 1966. – 195 с.

5. Зданевич В.Е. Техническое диагностирование механического оборудования подъемно-транспортных установок горнодобывающих предприятий // *Металлургические процессы и оборудование*, 2005, №2 – С.74 - 78

6. ГОСТ ИСО 10816 – 1 - 97. Вибрация. Контроль состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общие требования. - Введ. 01.07.99. - Минск: ИПК изд-во стандартов, 1998. — 18 с.

7. Введение в техническую диагностику / Под ред. К.Б. Карандеева. - М.: Энергия, 1968. - 224 с.

*Рекомендовано к печати
д. т. н., проф. Финкельштейном З.Л.*