

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ
СТАНДАРТ
РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО
18436-2—
2015

Контроль состояния и диагностика машин

ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ
И ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА

Часть 2

Вибрационный контроль состояния
и диагностика

ISO 18436-2:2014

Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for
qualification and assessment of personnel — Part 2:
Vibration condition monitoring and diagnostics
(IDT)

Издание официальное



Москва
Стандартинформ
2016

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АО «НИЦ КД») на основе собственного перевода на русский язык 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 5 ноября 2015 г. № 1704-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 18436-2:2014 «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 2. Вибрационный контроль состояния и диагностика» (ISO 18436-2:2014 «Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 2: Vibration condition monitoring and diagnostics»).

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 18436-2—2005

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 (www.gost.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 Нормативная ссылка.....	1
3 Термины и определения.....	1
4 Классификация персонала в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин	1
5 Допуск к процедуре оценки компетентности.....	4
6 Квалификационные экзамены.....	5
Приложение А (обязательное) Содержание учебного курса для персонала в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин	6
Приложение В (обязательное) Международные стандарты в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин.....	29
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам Российской Федерации.....	31
Библиография.....	32

Введение

Технологии безразборного контроля состояния и диагностирования машин включают в себя анализ вибрации, инфракрасную термографию, анализ масла и частиц износа, метод акустической эмиссии, ультразвуковой контроль и анализ параметров тока двигателя.

Аккуратное и последовательное применение вышеперечисленных методов позволяет в значительной степени окупить затраты на их введение. Однако эффективность выполнения программ технического обслуживания в значительной степени зависит от квалификации персонала, выполняющего измерения и анализ данных.

Программа обучения, устанавливаемая настоящим стандартом, разработана в целях оценки компетентности персонала, включая теоретические знания и практические навыки, в области вибрационного анализа машин (контроля состояния и диагностирования). При подтверждении компетентности от заявителя требуется также подтверждение имеющегося опыта работы в данной области.

Заявители должны ясно представлять себе, что оценка компетентности может быть осуществлена различными способами. При этом, как правило, работодатели и потенциальные заказчики склонны больше доверять оценке, сделанной независимым третьим лицом (сертификация). Несколько ниже степень доверия к оценке, выполненной второй стороной. Наконец, заявитель может применить данный стандарт в целях самооценки и декларирования компетентности, однако ожидаемое доверие к такой оценке со стороны работодателей и потенциальных заказчиков будет наименьшим.

Контроль состояния и диагностика машин

ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ И ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА

Часть 2

Вибрационный контроль состояния и диагностика

Condition monitoring and diagnostics of machines.
Requirements for qualification and assessment of personnel.
Part 2. Vibration condition monitoring and diagnostics

Дата введения — 2016—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает общие требования к квалификации, опыту работы и обучению персонала, выполняющего работы по контролю состояния и диагностированию машин на основе измерений вибрации, а также метод оценки компетентности персонала.

Полученный сертификат или иное свидетельство компетентности является подтверждением способности получивших их лиц проводить измерения и анализ вибрации в целях контроля состояния и диагностирования с применением широкого диапазона средств измерений.

Стандарт устанавливает четыре категории сертификации, при этом каждой категории соответствует свой уровень знаний.

2 Нормативная ссылка

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ИСО 1925 Вибрация. Балансировка. Словарь (ISO 1925, Mechanical vibration — Balancing — Vocabulary)

ИСО 2041 Вибрация и удар. 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 18436-1 Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 1. Требования к органам по оценке и процедурам оценки (ISO 18436-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 1: Requirements for assessment bodies and the assessment process)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ИСО 1925, ИСО 2041, ИСО 13372 и ИСО 18436-1.

4 Классификация персонала в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин

4.1 Общие положения

Кандидат может претендовать на подтверждение его компетентности по одной из категорий, установленных в настоящем стандарте, в зависимости от квалификации (см. 4.2—4.5). Ему должна быть продемонстрирована компетентность в вопросах вибрационного контроля состояния машин и диагностики в пределах соответствующей классификационной категории, как указано в приложении А.

Классификация специалистов всех категорий осуществляется в пределах заявленной области деятельности и ограничений органов по оценке. Допуск таких специалистов к работе осуществляется работодателем или заказчиком. Кандидат должен предъявлять рекомендации, основанные на полученном им обучении и опыте выполненных им работ. Подтвержденная в соответствии с настоящим стандартом компетентность не дает специалисту право самостоятельно принимать решения или давать рекомендации в отношении планирования производства, безопасности и эффективности применяемых производственных технологий без консультаций с соответствующими специалистами, менеджерами и операторами. Степень свободы специалиста в принимаемых им решениях должна быть предметом соглашения с работодателем или заказчиком.

Требования к категории специалиста, а также дополнительные требования к его знаниям в области обслуживаемого вида машин, должны быть предметом соглашения между заказчиком и поставщиком услуг. Имеющаяся категория подтверждает наличие у специалиста достаточных знаний, способность проводить измерения и интерпретировать их результаты в пределах данной категории. Заказчик может потребовать дополнительных доказательств от специалиста (основанных на предшествующем опыте работы и обучении) способности выполнять вибрационный контроль состояния и диагностирование машин конкретного вида, поскольку обслуживание таких машин может требовать специальных знаний и навыков.

При наличии специальных знаний о проведении анализа вибрации для машин конкретного вида специалист может быть допущен к их обслуживанию по решению работодателя или заказчика в пределах, превышающих его категорию.

В 4.2—4.5 перечислены в общем виде основные требования к знаниям и умениям специалистов разных категорий. Более подробные рекомендации приведены в таблицах А.1 и А.2.

4.2 Категория I

Лицо, удовлетворяющее требованиям категории I, должно уметь выполнять простейший, обычно одноканальный контроль состояния машин в соответствии с установленными процедурами. Выполняемые им работы должны осуществляться под наблюдением со стороны более опытных сотрудников.

Такой специалист должен обладать, по крайней мере, следующими знаниями и умениями:

- а) знать природу и основные особенности появления вибрации машин, иметь представление о единицах измерения параметров вибрации;
- б) обеспечивать надежный сбор данных;
- в) уметь обнаруживать аномалии в собранных данных;
- г) уметь восстанавливать заданные установки используемого оборудования для сбора данных, передавать данные в компьютеризированную систему анализа;
- д) уметь сравнивать общий уровень вибрации или значение одного из ее параметров с предварительно установленными значениями для предупреждения аварийных ситуаций;
- е) уметь обнаруживать отклонения от обычных значений параметра вибрации и выявлять тренд такого параметра;
- ж) составлять отчет о результатах визуального контроля обследуемого оборудования.

Специалист категории I не может нести ответственность за:

- выбор преобразователя вибрации, выбор метода анализа или диагностирования;
- оценку результатов анализа, за исключением сравнения полученных данных с предварительно установленными значениями (например, в целях идентификации соответствия условиям приемки или состояний предупреждения и останова).

4.3 Категория II

Лицо, удовлетворяющее требованиям категории II, является квалифицированным специалистом, способным выполнять измерения вибрации машин и знающим базовые процедуры анализа результатов одноканальных измерений (с использованием или без использования датчика фазы). От него требуется владение знаниями и навыками, которыми обладает специалист категории I, и, кроме того, оно должно:

- а) определять действия, которые должен совершать специалист категории I при сборе данных в рамках плановых процедур мониторинга;
- б) знать основные принципы анализа сигналов и уметь определять условия сбора и анализа данных в целях вибрационного контроля состояния;
- в) уметь проводить простые (одноканальные) испытания на удар с целью определения собственных частот конструкции машины;

d) уметь классифицировать, интерпретировать и давать оценку результатам испытаний (включая приемочные испытания) на соответствие требованиям технических условий и стандартов;

e) уметь определять общие неисправные состояния машины и давать рекомендации относительно основных корректирующих действий в пределах опыта работы с машинами данного вида, включая проведение одноплоскостной балансировки жестких роторов (с учетом и без учета фазы сигнала);

f) осуществлять инструктаж и общее руководство работой специалистов категории I.

4.4 Категория III

Лицо, удовлетворяющее требованиям категории III, обладает знаниями, опытом и умениями, требуемыми от специалистов категорий I и II и, кроме того, должно:

a) составлять и внедрять программы планового контроля состояния и внеплановых исследований в целях обнаружения неисправностей;

b) определять требуемое аппаратурное и программное обеспечение стационарных и переносных систем контроля вибрации;

c) иметь глубокие знания принципов и методов вибрационного анализа машин и уметь выполнять начальное диагностирование для редко встречающихся неисправностей с применением процедур анализа спектров, временных реализаций и орбит, передаточных характеристик, форм изгибных колебаний, огибающих сигнала как в установившемся, так и в переходном режимах работы машины с использованием и без использования сигнала с датчика фазы;

d) управлять программами вибрационного контроля, оценивать установленные уровни предупреждения, составлять рабочие процедуры контроля и процедуры приемочного контроля по показателям вибрации;

e) инициировать и проверять выполнение корректирующих действий, включая двухплоскостную балансировку жестких роторов;

f) предлагать рекомендации по ограничениям работы машин;

g) понимать и при необходимости применять альтернативные технологии контроля состояния для подтверждения выводов, полученных при плановом сборе данных, или для дополнительных исследований;

h) осуществлять инструктаж и техническое руководство специалистами категорий I и II, а также, по согласованию с работодателем или заказчиком, признавать способность этих специалистов выполнять работы, выходящие за пределы их обычных обязанностей.

Работодатель или заказчик несут ответственность за признание того, что специалист категории III обладает необходимыми способностями в управлении деятельностью, включая составление бюджетов, экономических обоснований, управлением квалификацией персонала.

4.5 Категория IV

Лицо, удовлетворяющее требованиям категории IV, обладает знаниями, опытом и умениями, требуемыми от специалистов категорий I, II и III. Кроме того, оно должно управлять стратегиями контроля состояния и проверять их выполнение.

Работодатель должен рассматривать специалистов категории IV как обладающих обширными техническими знаниями и опытом работ в отношении широкого класса машин, возможных ситуаций в их работе и обслуживании, а также способностями выбора наиболее подходящих процедур мониторинга.

От специалиста категории IV требуется, как минимум:

a) умение применять теорию и методы вибрационных измерений и анализа, включая многоканальные измерения, вычисления взаимных спектров, передаточных функций, функций когерентности, фазовых соотношений;

b) понимание методов анализа сигнала в частотной и временной областях вместе с ограничениями этих методов и способность применять их на практике;

c) умение определять собственные частоты, формы изгибных колебаний и коэффициенты демпфирования систем и подсистем;

d) способность определять формы изгибных колебаний машин и присоединенных конструкций и давать рекомендации по их коррекции;

e) умение применять общепризнанные современные методы вибрационного анализа, идентификации параметров и обнаружения неисправностей;

f) знать основные принципы динамики системы "ротор — подшипники" и применять их в целях диагностирования;

- g) способность проводить двухплоскостную балансировку для устранения статического и динамического дисбалансов ротора, в том числе с использованием коэффициентов влияния;
- h) способность давать рекомендации по проведению корректирующих действий или внесению изменений в конструкцию машины, включая замену отдельных частей или их ремонт, установку виброзоляции, увеличение демпфирования, изменение жесткости или распределения масс;
- i) умение интерпретировать и оценивать методы, установленные в технических условиях, стандартах и иных документах;
- j) способность распознавать вибрацию, обусловленную пульсацией газа (например, в машинах возвратно-поступательного действия или винтовых компрессорах), измерять параметры, связанные с пульсацией, и определять меры по ее уменьшению;
- k) способность устанавливать рекомендации по внесению изменений в опорную систему машины и решать другие проблемы, связанные с опорой и фундаментом.

5 Допуск к процедуре оценки компетентности

5.1 Общие положения

Чтобы удовлетворить требованиям настоящего стандарта, кандидат должен обладать соответствующим образованием, опытом работы, пройти курс обучения в подтверждение способности понимать и использовать основные принципы и методы измерения и анализа вибрации машин согласно требованиям раздела 4 и приложения А.

5.2 Образование

От кандидатов не требуется формальных свидетельств полученного образования. Все кандидаты должны уметь использовать калькулятор с математическими функциями и быть знакомыми с принципами работы на персональном компьютере. Кандидат, претендующий на сертификацию по Категории III или IV, должен быть знаком с современными технологиями анализа вибрации машин. Для таких кандидатов крайне желательно успешное завершение, по крайней мере, первых двух лет обучения в высшем учебном заведении технического профиля или университете.

5.3 Обучение

5.3.1 Основной курс

Для допуска к процедуре подтверждения компетентности в соответствии с настоящим стандартом кандидат должен предъявить свидетельство об успешном обучении, основанном на требованиях приложения А. Обучение проводят в форме лекций, демонстраций, практических занятий или в форме контролируемой самоподготовки. Преподаватель должен контролировать успешность освоения кандидатом предлагаемого материала. Рекомендуемые минимальные сроки обучения приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 — Минимальная длительность обучения (в часах)

Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
32	70	110	174

Обучение может быть разбито на отдельные этапы, но при этом должны выполняться требования приложения А. Рекомендуемые источники технической информации приведены в приложении В и библиографии¹⁾. Рекомендуется, чтобы после завершения обучения кандидаты сдавали экзамены, подтверждающие усвоение пройденного материала.

5.3.2 Дополнительный курс по машинному оборудованию

Помимо основного курса (таблица 1 и приложение А) рекомендуется, чтобы кандидат прошел обучение по курсу «Машины и элементы машин», время обучения по которому составляло, по крайней мере, половину времени, указанного в таблице 1.

Указанный курс может быть организован на базе высшего учебного заведения или иной учебной организации, организации, предоставляющей услуги по дополнительному обучению, а также работодателем в целях повышения квалификации своих сотрудников. В этом курсе должны быть рас-

¹⁾ Для удобства пользователей библиография дополнена учебной литературой отечественных авторов [22]—[29].

смотрены вопросы проектирования, применения, функционирования и технического обслуживания машин и их узлов, виды их отказов и причины их появления, а также то, каким образом отказы и неисправности разного вида влияют на создаваемую машиной вибрацию. Прохождение дополнительного курса должно быть подтверждено соответствующими письменными свидетельствами.

5.4 Опыт работы

Для получения допуска к процедуре сертификации в соответствии с настоящим стандартом кандидату следует продемонстрировать, что он имеет достаточный опыт работы в области контроля состояния машин и диагностики. В отношении кандидата на присвоение категории IV могут быть сделаны запросы другим лицам, имеющим ту же категорию, или их работодателям.

Минимальные требования к опыту работы показаны в таблице 2.

Таблица 2 — Рекомендуемый минимум практического опыта работы кандидата (в месяцах)

Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
6	18	36	60

Для подтверждения компетентности по категории II кандидату необходимо предварительно получать категорию I, однако при подтверждении компетентности по категории III или IV, кандидат должен обладать свидетельством категории II или III соответственно. С повышением уровня классификационной широты и глубина практического опыта кандидата должны возрастать.

6 Квалификационные экзамены

6.1 Содержание экзамена

Сдавая экзамены по каждой категории, кандидат отвечает на ряд вопросов в течение заданного периода времени, как показано в таблице 3. Вопросы должны отвечать темам, указанным в приложении А, и быть выбраны из общей базы данных, действующей на время проведения экзамена. Вопросы должны быть составлены техническим комитетом соответствующего органа по оценке компетентности.

Таблица 3 — Примерные условия экзаменов

Категория	Число вопросов	Время, ч	Проходной балл (доля правильных ответов), %
Категория I	60	2	70
Категория II	100	3	70
Категория III	100	4	70
Категория IV	60	5	70

Вопросы должны быть практического характера даже в том случае, когда они направлены на проверку знания кандидатом общих представлений и основ проведения анализа вибрации машин.

Некоторые вопросы могут требовать истолкования графиков и диаграмм. В ходе экзамена кандидат должен продемонстрировать умение выполнять простые математические расчеты с использованием калькулятора с математическим функциями. Вместе с экзаменационными вопросами по решению органа по оценке кандидату может быть предоставлена сводка основных формул.

Вопросы для кандидатов на категории III и IV могут требовать как содержательного ответа, так и выбора из нескольких предлагаемых вариантов ответа.

Содержание экзаменационных вопросов должно соответствовать содержанию курса по приложению А и длительности обучения по каждой теме курса.

Орган по оценке компетентности может предложить условия размещения кандидатов за установленную им плату.

6.2 Проведение экзамена

Экзамен проводят в соответствии с ИСО 18436-1 и процедурами, установленными органом по оценке.

Приложение А
(обязательное)**Содержание учебного курса для персонала
в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин¹⁾**

Таблица А.1 — Сводная таблица учебных тем

Тема	Учебные часы			
	Категория			
	I	II	III	IV
1 Основы вибрации	6	3	1	4
2 Сбор данных	6	4	2	2
3 Обработка сигналов	2	4	4	8
4 Контроль состояния	2	4	3	1
5 Анализ неисправностей	4	5	6	6
6 Корректирующие действия	2	4	6	16
7 Машинное оборудование	6	4	4	—
8 Приемочные испытания	2	2	2	—
9 Испытания оборудования и диагностика	—	2	4	4
10 Ссылочные стандарты	—	2	2	2
11 Составление отчетов и документация	—	2	2	4
12 Определение степени развития повреждения	—	2	2	3
13 Динамика системы "ротор — подшипники"	—	—	—	14
Общее число часов обучения для данной категории	30	38	38	64

Примечание — Указанные в таблице часы по каждой учебной теме являются ориентировочными. Органы по обучению и оценке могут самостоятельно оценить важность каждой из учебных тем. Содержание разных тем может частично перекрываться.

¹⁾ Учебные центры имеют право расширить программу обучения, в том числе, включить в программу обучения национальные стандарты Российской Федерации.

Таблица А.2 — Содержание учебных тем и часы обучения

Номер темы/ подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем							
			I	II	III	IV	Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
1	Основы вибрации	6	3	1	4					
1.01	Виды вибрации									
			•	•						
1.02	Период и частота колебаний			•	•					
1.03	Энергетические параметры: пиковые значения, размах, среднеквадратичное значение			•	•	•				
1.04	Измеряемые величины: перемещение, скорость, ускорение			•	•	•				
1.05	Единицы измерений и соотношения между ними			•	•	•				
1.06	Представление вибрации в частотной и временной областях			•	•	•				

Приложение к таблице А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория				Рекомендуемое содержание подтем			
		I	II	III	IV	Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
1.07	Векторы, модуляция		•	•	•	Общее представление о векторах, модуляции	Сбор данных для дальнего анализа		
1.08	Фаза колебания	•	•	•	•	Единицы измерения фазы, отметка фазы	Метод детектирования фазы сигнала	Взаимное влияние каналов, когерентность	
1.09	Собственная частота, резонанс, критические скорости	•	•	•	•	Общее представление о резонансе, его влиянии на вибрацию на вибрацию	Основная собственная мода колебаний, система с одной степенью свободы. Амортизатор вибрации. Общее представление о параметрах системы: частоте, жесткости, массе, демпфировании, виброзопыли	Добротность, системы с двумя степенями свободы, углубленное понимание методов модального анализа и мод изгибных колебаний	
1.10	Сила, отклик, демпфирование, жесткость		•	•	•		Понимание характеристик подвижности и податливости	Применение графиков подвижности, жесткости, импеданса, ускоримости	Системы с неупругим креплением
1.11	Неустойчивость, нелинейность			•					
2	Сбор данных	6	4	2	2				
2.01	Средства измерений		•	•	•	Общее представление о других одноканальном плановом сборе данных, измерения в реальном масштабе времени и анализа, контроле и анализе времени и системах контроля	Двухканальный сбор данных в реальном и не в реальном масштабах времени, системы контроля и анализа, включая анализ фаз	Многоканальный сбор данных в реальном и не в реальном масштабах времени, системы контроля и анализа, включая анализ фаз	Многоканальный сбор данных, включая данные для модального анализа и поиска неизправностей
2.02	Динамический диапазон, отношение сигнал/шум							Понятие динамического диапазона и отношения сигнал/шум. Автоматическая настройка диапазона, интегрирование, статистические ошибки, улучшение разрешения	Методы улучшения разрешения и повышения точности. Методы подавления шума с помощью обработкой спектра

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем								
			I	II	III	IV	Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV	
2.03	Преобразователи						Общее представление о преобразователях перемещения, скорости и ускорения. Понятие активных и пассивных преобразователей	Представление о бесконтактных датчиках перемещения, преобразователях скорости, акселерометрах, включая преобразователи с встроенными схемами интегрирования, требование к диапазону частот преобразователя, компенсации механических бленений, калибровке	Понимание критерия выбора преобразователей, в том числе с учетом характеристик машин. Понимание основных методов компенсации ошибок при использование бесконтактных датчиков. Понимание требований к калибровке и способность их сформулировать		
2.04	Крепление датчиков, собственная частота установленного датчика						Общее представление о различных способах установки преобразователя (на шпильку, на магнит, через ручной шуп) на диапазон частот измерений	Понимание способов крепления акселерометра и их влияния на метр и их влияния на частоту измерений. Представление о различных способах крепления. Понятие об оси чувствительности преобразователя и трибоэлектрическом эффекте	Понимание требований международных стандартов к проведению измерений, представление о требованиях к измерениям на оси чувствительности преобразователя, частотной характеристики установленного датчика и его резонансах, времени отдеревания клемм		
2.05	Максимальная частота анализа, период выборки							Понимание максимальной частоты анализа, функции увличения частоты, определение разницы по частоте, соотношение между максимальной частотой анализа и периодом выборки	Понимание основных вопросов, связанных с быстрым преобразованием Фурье (БПФ), соотношений выборки, частоты дискретизации, напряжения спектров		
2.06	Бесконтактные датчики							Общее представление об измерениях бесконтактными датчиками: направление в зоре, ограждение в зоре, расположение осей датчиков, механические бленции поверхности	Контроль калибровки в полевых условиях, измерения на осевых, упорных подшипниках, компенсация механических бленций		

Приложение к таблице А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем				Категория IV
			I	II	III	IV	
2.07	Синхронизация		•	•			Понятие синхронной фазы сигнала, вихревые датчики, фоторезисторы, спиральные фильтры
2.08	Планирование испытаний		•	•			Способность планировать проведение визуационного контроля состояния
2.09	Методы испытаний		•	•	•	•	Способность следовать установленным процедурам сбора данных для анализа в реальном масштабе времени или при выполнении плановых процедур мониторинга. Общие представления о точках измерений для машин разных видов. Способность накачивать линии и определять некачественные условия предупреждения, понимать необходимость проведения калибровки
2.10	Форматы представления данных			•			Представление об общих единицах и форматах представления данных: построение трендов, спектров, каскадных спектров, кардинальных характеристик, звуковых характеристик
2.11	Загрузка/выгрузка данных в базу, на компьютер		•		•		Представление об основных функциях базовой системы обработки и устройства сбора данных
2.12	Признаки неправильно проведенных измерений				•	•	Общее представление об основных неправильных подъемах спектра вблизи нулевой частоты, отсутствие симметрии сигнала, неправильность соединительного кабеля

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем							
			I	II	III	IV	Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
3	Обработка синапсов	2	4	4	8					
3.01	Определение среднеквадратичного/пикового значения				•					
3.02	Аналогово-цифровое преобразование				•					
3.03	Аналоговая выборка, цифровая выборка									
3.04	Вычисление БПФ							•		

Приложение таблицы А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендации по содержанию подтем				
			I	II	III	IV	
3.05	Применение БПФ	Категория I	Общее представление о процессе БПФ с типичными спектрами характеристик машиной (числовые спектры, максимальная частота анализа, длительность выборки)	Категория II	Сопоставление требований к БПФ с типичными спектрами характеристик машиной. Понимание требований к числу линий в спектре, максимальной частоте анализа, частоте выборки. Общее понимание других элементов преобразования (защиты от наложения спектров, применения окон, усреднения)	Категория III	Категория IV
3.06	Временные оны: прямокугольные, Хэннинг, плосковршинное				Общее представление об оне Хэннинга и его влиянии на выборку (уменьшение углов спектра, изменение амплитуды составляющих спектра)	Общее представление о других оконных функциях (прямокугольной, плосковршинной Хэннинга) и их влиянии на выборку (уменьшение углов спектра, изменение амплитуды составляющих спектра)	Общее представление о фильтрах низких частот, верхних частот, полосовых. Общее представление о пропускапцах и режекторных фильтрах, следящих фильтрах
3.07	Фильтры: низкие частоты, высокие частоты, полосовые, спиральные				Общее представление о фильтрах для сигналов вибрации (низких частот, верхних частот, полосовых)	Понимание требований о требованиях к фильтру защиты от наложения спектров	Общее понимание требований к прорезыванию фильтров защиты от наложения спектров
3.08	Защита от наложения спектров				Общее представление о требованиях к фильтру защиты от наложения спектров		

Приложение к таблице А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемые содержание подтем				Категория IV
			I	II	III	IV	
3.09	Ширина полосы, разрешение	Категория I					Категория II
			•	•	•	•	Понимание по частоте, искажений, расчёта параметров выборки
3.10	Подавление шума	Категория III					Понимание понятия о ширине полосового фильтра, разрешении БПФ, длительности сигнала, разрешении линий спектра, длительности выборки анализаатора, длительности выборки для БПФ
			•	•	•	•	Общее представления о методах фильтрации и усреднения для подавления шума
3.11	Усреднение: линейное, синхронное, экспоненциальное	Категория IV					Общие представления об усреднении в частотной области
			•	•	•	•	Понимание линейного усреднения и синхронного накопления сигнала. Усреднение надложенных колебаний
3.12	Динамический диапазон	Категория I					Общие представления о динамическом диапазоне
			•	•	•	•	Общие представления о динамическому диапазону
3.13	Отношение сигнал/шум	Категория II					Общие представления о каскадном спектре (частота вращения ротора, резонансные частоты)
							Общие представления о методах определения отношения сигнал/шум и установившемся требований к этому отношению
3.14	Спектральные диаграммы	Категория III					Представления о частотном спектре, диаграмме Камбеля, спектрограммах

Приложение к таблице А.2

Номер темы/ подтемы	Тема/Подтема	Категория				Рекомендуемое содержание подтем			
		I	II	III	IV	Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
4	Контроль состояния	2	4	3	1				
4.01	Создание и ведение компьютерной базы данных			•			Процедуры установления параметров измерений, мест измерений и частот измерений. Обслуживание компьютерной базы данных		
4.02	Выбор объектов контроля		•			Умение привести обследование и установить требования к контролю			
4.03	Составление программы контроля			•	•	Умение установить программу вибрационного контроля в соответствии с ИСО 17359 и ИСО 13373	Ознакомление со стандартами на методы вибрационного анализа и контроля, включая ИСО 17359 и ИСО 13373, и умение выполнить анализ видов и последствий отказов для установления требований к программе контроля		
4.04	Установка уровня предупреждения: в звуковых полосах частот			•			Умение оценивать вибрационное состояние с применением соответствующих стандартов, устанавливать и применять предельы предупреждения в полосах частот		
4.05	Установка базового уровня, отспецифичные изменения			•			Определение базового уровня в том числе по ИСО 10816, ИСО 7919, ИСО 14694, ИСО 8528-9 и др.	Умение устанавливать базовый уровень с применением соответствующих стандартов	

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/ подтемы	Тема/Подтема	Категория				Рекомендуемое содержание подтем			
		I	II	III	IV	Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
4.06	Планирование мониторинга	•	•			Умение устанавливать процедуры планового контроля оборудования	Умение устанавливать оптимальные проце- дуры планового виб- рационного контроля		
4.07	Альтернативные методы анализа: анализ масла, ин- фракрасная тер- мография, кон- троль параметров тока электричес- гателя, метод аку- стической эмиссии			•		Общие представления о юн- тре состояния по рабочим характеристикам машин. Кон- троль состояния под- шипников	Общие представления о юн- тре состояния по альтернативных методах анализа: термографии, методе акустической эмиссии, ультразвуковом кон- троле, анализе связки и частоты износа, кон- троле параметров то- ка		
4.08	Выявление неис- правного состоя- ния			•		Углубленное понима- ние возможных усло- вий неисправности (дисбаланс, несос- тность, ослабление со- единений, шум и по- вреждения подшипни- ков, повреждение зубьев, неисправности статора и стержня ро- тора, неисправности приводных реиней, резонансы)	Представление о за- даных условиях не- исправности (дисба- ланс, несосность, ослабление соедине- ний, шум и поврежде- ния подшипников)		
5	Анализ неисправностей	4	5	6	6				
5.01	Спектральный анализ, гармони- ки, боковые поло- сы			•	•	Понимание природы гармонических со- ставляющих и боко- вых полос в спектре, понятий модуляции и шума, отрывных полос	Представление о гар- мониках, боковых по- лосах и шумом в спектре. Понятие сплющивающей спектра	Понимание принципов спектрального анали- за, анализа в октав- ных полосах частот	
5.02	Анализ временной формы сигнала				•	Понимание принципов использования врем- енной формы сигна- ла для анализа	Представление о тре- бованиях в временной выборке, длительно- сти выборки для раз- ных практических зада- ч	Умение проводить анализ в временных сигнала для разных практических зада- ч	

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/ подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемых содержание подтем			
			I	II	III	IV
5.03	Анализ фазы	Категория I				
			•	•	•	
5.04	Анализ переходных процессов	Категория I			•	
				•		
5.05	Анализ Траекторий движения точки	Категория II				
			•	•	•	
5.06	Анализ данных о положении центра вала	Категория III			•	
				•		
5.07	Анализ огибающей	Категория IV			•	
				•		
5.08	Дибаланс					•

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем			
			I	II	III	IV
5.09	Дефекты сопряжений	Категория I	Общее представление о допусках на несостоинность, влияние несостоинности на вид спектра БПФ и временной сигнал	Категория II	Понимание природы несостоинности и методов обнаружения несостоинности по спектральной и временной формам сигнала. Понимание требований к несостоинности и допусков на несостоинность	Категория III
5.10	Ослабление соединений	•	Общее представление о влиянии ослаблений на спектр БПФ и временной сигнал	Понимание природы ослаблений в соединениях и методов их обнаружения по спектральной и временной формам сигнала	Понимание источников влияния на поверхности, его воздействие и методов обнаружения по спектральной и временной формам сигнала	Категория IV
5.11	Трудящиеся частоты, потеря устойчивости	•	•	•	Понимание источников колебаний в системах и методов их обнаружения по спектральной и временной формам сигнала	
5.12	Дефекты подшипников: элементы качения, цапфы			Дефекты элементов подшипников качения, шум подшипников, удары в подшипниках, повреждения подшипников, частоты перевертывания тел качения по вину трения и наружному колесу, частота вращения тел качения, основная частота следования импульсов. Временной сигнал и огибающая. Понятие процессии вала. Представления о связи дефектов подшипника с видом спектра и временного сигнала		

Номер темы/ подтемы	Тема/Подтема	Категория				Рекомендуемое содержание подтем
		I	II	III	IV	
5.13	Дефекты электрических машин	•	•	•	•	Категория I
5.14	Вибрация, вызванная потоком жидкости или газа	•	•	•	•	Категория II
5.15	Анализ дефектов звуковых передач	•	•	•	•	Категория III
5.16	Резонанс и критические скорости	•	•	•	•	Категория IV
5.17	Турбомашины	•	•	•	•	•
5.18	Распознавание основных несправностей	•	•	•	•	•

Приложение к таблице А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем				
			I	II	III	IV	
6	Корректирующие действия		2	4	6	16	
6.01	Центровка валов			•			
6.02	Балансировка на месте			•	•	•	
6.03	Замена деталей машин				•		
6.04	Изменение условий потока				•		
6.05	Изоляция и демпфирование				•	•	

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/ подтемы	Тема/Подтема	Рекомендуемое содержание подтем				Категория IV
		Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV	
I	II	III	IV			
6.06	Отстройка от резонансов	•	•			Понимание принципов работы динамических гасителей вибрации. Применение вибропоглощателей и демпферов
6.07	Основные меры по техническому обслуживанию	•	•	Общее представление о простых методах по техническому обслуживанию для устранения или уменьшения негативных эффектов немравнственности (смазка, центровка валов)	Знание различных реагентов машинны на мероприятии по устранению неисправностей (замена узлов, балансировка, центровку, подавление дисбаланса, внесение изменений в конструкцию машины)	Знание методов устранения неисправностей (замена узлов, балансировка, центровку, подавление дисбаланса, внесение изменений в конструкцию машины)
7	Машинное оборудование	6	4	—		
7.01	Электродвигатели, генераторы и приводы			Общее представление об асинхронных электродвигателях и их неисправностях (шум и повреждения в подшипниках, дисбаланс, ослабления в соединениях, несоосность)	Применение основных стандартов (ИСО 10816-1, ИСО 10816-3) для контроля асинхронных электродвигателей и генераторов. Представление о расчетах крутящего момента, роторных и статорных частот, гармоник привода с переменной скоростью вращения, частоты скольжения	Знание конструкции двигателя переменного и постоянного тока, ветровых турбогенераторов и соответствующих стандартов
7.02	Насосы, вентиляторы			Общее представление о насосных и вентиляционных установках и их неисправностях (шум и повреждения в подшипниках, дисбаланс, ослабления в соединениях, несоосность)	Применение основных стандартов (ИСО 10816-8 для насосов и ИСО 14694 для вентиляторов). Представление об аттестациях квалификации, субгармонической вибрации, эксплуатации, центробежных потоках жидкости	Уплотнения в насосах. Основные принципы конструкции, установки и работы насосов. Понимание условий вращающихся сальников потока, конструкции и узлов вентиляторов, турбогенераторов. Знание соответствующих стандартов и технических условий, в том числе основных международных и зарубежных национальных (ИСО, VDI, API)

Продолжение таблицы А.2

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем							
			I	II	III	IV	Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
7.07	Станки		•	•	•		Общее представление о машинах данного вида	Применение основополагающих стандартов (ИСО 10816-3). Использование величин скорости и перемещения для анализа вибрации	Акустическая эмиссия при обработке материалов с контролем по критическому моменту резания	
7.08	Сооружения, трубопроводы		•	•	•		Общее представление о резонансах конструкций	Резонансы, собственные частоты вибрации конструкций	Вибрация и усталостные поломки трубопроводов	
7.09	Коробки передач			•	•		Общее представление о простых зубчатых механизмах	Расчеты скорости вращения вала и зубцовых частот. Влияние несостоинств валов и свободного хода передач на вибрацию механизма. Применение величин ускорения, скорости, перемещения, определяющей сигналов для анализа вибрации	Зубчатые передачи, сложной конфигурации, планетарная передача, многоступенчатая передача. Применение спектральных и временных параметров ускорения, неустойчивой при анализе вибрации	
7.10	Подшипники качения				•			Характерные подшипниковые частоты, шум и удары в подшипнике, применение тик-фактора	Выделение отбивающей сигнала, применение коэффициента эквивалентной вибрации	
7.11	Подшипники скольжения					•		Бесконтактный датчик вибрации, механические колебания, датчик скорости вибрационного типа, устройства инерцирования синапса акселерометра, частотный диапазон преобразователей вибрации	Представление об эффектах процессии вала на масляном клине, выбора масляного клина, расходе смазочного материала и давлении в нем. Методы компенсации биения вала	
7.12	Зубчатые механизмы					•		Расчеты скорости вращения вала и зубцовой частоты	Знание видов и конструкций зубчатых механизмов (ведущая шестерня, ведомая шестерня, ведущая коническая шестерня, планетарная шестерня)	

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/ подтемы	Тема/Подтема	Категория				Рекомендуемое содержание подтем			
		I	II	III	IV	Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
7.13	Муфты, ремни	•	•			Расчет частоты вращения ремня, непрямолинейное движение ремня	Резонансы речевой передачи, влияние на вибрацию, зубчатый ремень		
8	Приемочные испытания	2	2	2	—				
8.01	Метод испытаний	•	•			Умение применять заанные методы испытаний, знание требований безопасности	Применение методов испытаний		
8.02	Технические условия и стандарты			•		Знание соответствующих стандартов и зон вибрационного состояния	Понимание условий применения метода испытаний со стоящим стандартом, способов установки и интерпретирования зон вибрационного состояния. Разработка методов испытаний		
8.03	Составление отчетов			•			Подготовка отчетов о приемочных испытаниях	Управление приемочными испытаниями	
9	Испытания обработки и динамика	—	2	4	4				
9.01	Испытания на удар			•	•	Способность проводить испытания на удар в целях модального анализа (с определением фазочастотной характеристики)	Понимание методов испытаний на удар с учетом и без учета фазы отклика. Способность оценить возбужденные моды конструкции		
9.02	Испытания с воспроизведением вынужденных колебаний			•	•	Общие представления об испытаниях с воспроизведением вибрации	Понимание принципов испытаний на вибрацию с использованием выбросстендов. Использование понятий коррентности, коэффициента передачи, передаточной функции, подвижности, податливости, ускоряемости		

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория				Рекомендуемое содержание подтем	Категория IV
		I	II	III	IV		
9.03	Анализ переходных процессов		•			Категория I	Категория II
9.04	Передаточные функции	•				Способность получать динамические процессы выбега в временной и частотной областях	Способность определять вид графического представления процесса выбега и получать соотвествующие диаграммы
9.05	Оценка демпфирования		•			Общие представления о передаточных функциях, категориентности	Предаточная функция, вход и выход системы, Найквиста
9.06	Соотношения фаз, категориентность		•			Оценка демпфирования, испытания выброизолированных с получением частотной характеристики	Оценка демпфирования, взаимное влияние явлений, категориентность
9.07	Формы изгибных колебаний		•	•		Общие представления о применении данных о формах изгибных колебаний	Понимание принципов-modalного анализа, динамики отклика конструкции, возбуждения
9.08	Модальный анализ		•	•		Общие представления о модальном анализе	Понимание условий применения разных методов модального анализа, определение отклика конструкции
9.09	Кругильные колебания		•				Знание ИСО 22266-1
10	Сылочные станодарты	—	2	2	2		
10.01	ИСО		•	•	•	Знание стандартов, указанных в таблице В.1 для категорий I и II	Знание стандартов, указанных в таблице В.1 для категорий III и IV
10.02	МЭК		•	•	•	Знание сълочных стандартов МЭК в ИСО 17359	Знание сълочных стандартов МЭК в ИСО 17359

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем							
			I	II	III	IV	Категория I	Категория II	Категория III	Категория IV
10.03	Национальные стандарты		•	•			Знание соответствующих стандартов VDI, API	Знание соответствующих стандартов VDI, API	Знание соответствующих стандартов VDI, API	Знание соответствующих стандартов VDI, API
11	Составление отчетов и документов		–	2	2	4				
11.01	Отчет по результатам контроля состояния			•			Умение составлять отчет по результатам вибрационного контроля состояния. Передача данных в историю эксплуатации машины	Управление составлением отчета по результатам вибрационного контроля состояния		
11.02	Отчет по результатам диагностирования						Составление отчета с анализом процедур плавного вибрационного мониторинга. Округлением результатов, оценкой трендов, включением спектров сигналов и временных реализаций, предложением рекомендаций. Передача данных в историю эксплуатации машины	Управление составлением отчета по результатам диагностирования. Способность проводить анализ причинно-следственных связей, исследование отчета с составленным отчета		
12	Определение степени развития повреждения		–	2	2	3				
12.01	Спектральный анализ						Дефекты стержней ротора и статора; зубцовые частоты и их боковые полосы	Диаграмма Боде, дефекты стержней ротора и статора, зубцовые частоты и их боковые полосы		Вращающийся аэродинамический срыв; суммарные и разностные частоты

Продолжение таблицы А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория				Рекомендуемое содержание подтем
		I	II	III	IV	
12.02	Анализ временной формы сигнала, анализ орбит					Категория I
						Представление об анализе во временной области. Представление о пик-факторе процесса.
				•		Приемление у глубинного анализа орбит движения в за-анализа и их связей с неисправно-стями: дисбалансом, ослаб-лениеми в соединениях, не-сосностью валов, привес-ствиями ротора, вибрации-ми дисбаланса, ослаблений в соединени-ях, несосности, прецес-сии и защеваний ротора) в формах орбит
						Категория II
						Представление об анали-зе во временной области. Представление о пик-факторе процесса. Распо-знавание проявления ос-новных видов неисправ-ностей дисбаланса, масляного клина, резонан-сами, критическими скоро-стями вращения вала, защев-наниями (включая разви-вающиеся по схеме Нью-марка), температурными эф-фектами
						Категория III
						Понимание требований к установлению уровней предупреждения для па-раметров ширококо-полосной вибрации, виб-рации в полосах частот и отдельных частотных со-ставляющих. Умение определять и устанавливать уровни предупре-ждения и остановка
12.03	Уровни вибрации: общие, в узкой полосе частот, гармонических составляющих					Категория IV
				•		Понимание стандартов, в которых установлены кон-тролируемые параметры и критерии оценки вибрационного состояния машин разных видов, стандарты кон-троля вибрационного состо-яния. Умение проводить анализ системы контроля и определять уровни предупреждения
						Знание стандартов, в ко-торых установлены кон-тролируемые параметры и критерии оценки вибрационного состояния машин разных видов. Умение проводить простой стати-стический анализ данных по случаем появления сигналов предупреждения
12.04	Диаграммы транзисторный, графи-ки и формулы					Приложение
						Приложение

Продолжение таблицы А.2

Номер Темы/ подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем			
			I	II	III	IV
13	Динамика системы «ротор — подшипники»					
			—	—	—	14
13.01	Характеристики ротора					
					•	
13.02	Характеристики подшипников					
					•	

Окончание таблицы А.2

Номер темы/подтемы	Тема/Подтема	Категория	Рекомендуемое содержание подтем			
			I	II	III	IV
13.03	Балансировка ротора			•		

П р и м е ч а н и е 1 — Знак «•» указывает, что данный вопрос должен быть рассмотрен в рамках выделенного учебного времени.

П р и м е ч а н и е 2 — Категория II включает в себя знания Категории I, Категория III включает в себя знания Категорий I и II, Категория IV включает в себя знания всех низших категорий.

П р и м е ч а н и е 3 — Если анкеты «•» указаны для нескольких категорий одного вопроса, это означает, что для категории более высокого уровня знания, полученные на предшествующем уровне, должны быть углублены.

Приложение В
(обязательное)

Международные стандарты в области вибрационного контроля состояния и диагностики машин

Таблица В.1

Стандарты ИСО	Категория			
	I	II	III	IV
ИСО 1925 Вибрация. Балансировка. Словарь		•	•	•
ИСО 1940-1 Вибрация. Требования к качеству балансировки жестких роторов. Часть 1. Определение допустимого дисбаланса		•	•	•
ИСО 2017-1 Вибрация и удар. Изоляторы. Часть 1. Применение систем изоляции источника и приемника вибрации				•
ИСО 2041 Вибрация, удар и контроль состояния. Словарь		•	•	•
ИСО 2954 Вибрация машин вращательного и возвратно-поступательного действия. Требования к средствам измерений для оценки вибрационного состояния				•
ИСО 5348 Вибрация и удар. Механическое крепление акселерометров		•	•	•
ИСО 7919-1 Вибрация машин без возвратно-поступательного движения. Измерения на вращающихся валах и критерии оценки состояния. Часть 1. Общее руководство	•	•	•	•
ИСО 7919-2 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся валах. Часть 2. Стационарные паровые турбины и генераторы мощностью более 50 МВт с рабочими частотами вращения 1500, 1800, 3000 и 3600 мин ⁻¹		•	•	•
ИСО 7919-3 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся валах. Часть 3. Промышленные машинные агрегаты		•	•	•
ИСО 7919-4 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся валах. Часть 4. Газотурбинные установки с гидродинамическими подшипниками		•	•	•
ИСО 7919-5 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на вращающихся валах. Часть 5. Агрегаты гидроэлектростанций и насосных станций		•	•	•
ИСО 8528-9 Генераторы переменного тока с приводом от двигателей внутреннего сгорания. Часть 9. Измерения и оценка вибрации		•	•	•
ИСО 10816-1 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 1. Общее руководство	•	•	•	•
ИСО 10816-2 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 2. Стационарные паровые турбины и генераторы мощностью более 50 МВт с рабочими частотами вращения 1500, 1800, 3000 и 3600 мин ⁻¹		•	•	•
ИСО 10816-3 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 3. Промышленные машины номинальной мощностью выше 15 кВт и номинальной скоростью вращения от 120 до 15000 мин ⁻¹ на месте их установки		•	•	•
ИСО 10816-4 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 4. Газотурбинные установки с гидродинамическими подшипниками		•	•	•
ИСО 10816-5 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 5. Агрегаты гидроэлектростанций и насосных станций		•	•	•

ГОСТ Р ИСО 18436-2—2015

Окончание таблицы В.1

Стандарты ИСО	Категория			
	I	II	III	IV
ИСО 10816-6 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 6. Машины возвратно-поступательного действия номинальной мощностью выше 100 кВт		•	•	•
ИСО 10816-7 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерения вибрации на невращающихся частях. Часть 7. Насосы динамические промышленные, включая измерения на вращающихся валах		•	•	•
ИСО 10816-8 Вибрация. Оценка состояния машин по результатам измерений вибрации на невращающихся частях. Часть 8. Поршневые компрессорные системы		•	•	•
ИСО 10817-1 Системы измерений вибрации вращающихся валов. Часть 1. Устройства для снятия сигналов относительной и абсолютной вибрации в радиальном направлении			•	•
ИСО 11342 Вибрация. Методы и критерии балансировки гибких роторов				•
ИСО 13372 Контроль состояния и диагностика машин. Словарь	•	•	•	•
ИСО 13373-1 Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 1. Общие методы	•	•	•	•
ИСО 13373-2 Контроль состояния и диагностика машин. Вибрационный контроль состояния машин. Часть 2. Обработка, анализ и представление результатов измерений вибрации		•	•	•
ИСО 13374-1 Контроль состояния и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. Часть 1. Общее руководство		•	•	•
ИСО 13379-1 Контроль состояния и диагностика машин. Методы интерпретации данных и диагностирования. Часть 1. Общее руководство			•	•
ИСО 14694 Вентиляторы промышленные. Требования к качеству балансировки и уровням вибраций	•	•	•	•
ИСО 14695 Вентиляторы промышленные. Методы измерений вибрации			•	•
ИСО 17359 Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство	•	•	•	•
ИСО 18431-1 Вибрация и удар. Обработка сигналов. Часть 1. Общие положения		•	•	•
ИСО 18431-2 Вибрация и удар. Обработка сигналов. Часть 2. Временные окна для Фурье-анализа сигналов		•	•	•
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 18436-3 Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 3. Требования к учебным организациям и процессу обучения				•
ИСО 19499 Вибрация. Балансировка. Руководство по применению стандартов в области балансировки				•
ИСО 21940-13 Вибрация. Балансировка роторов. Критерии и меры безопасности при балансировке на месте роторов больших и крупных размеров				•
ИСО 21940-14 Вибрация. Балансировка роторов. Методы оценки погрешностей балансировки			•	•

Причина — значок «*» указывает, что данный международный стандарт следует использовать при подготовке специалиста данной категории.

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
ISO 1925	—	*
ISO 2041	IDT	ГОСТ Р ИСО 2041-2012 «Вибрация, удар и контроль технического состояния. Термины и определения»
ISO 13372	IDT	ГОСТ Р ИСО 13372-2013 «Контроль состояния и диагностика машин. Термины и определения»
ISO 18436-1	IDT	ГОСТ Р ИСО 18436-1-2015 «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 1. Требования к органам по оценке и процедурам оценки»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его утверждения рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта. Перевод данного международного стандарта находится в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:

- IDT — идентичные стандарты.

Библиография

- [1] ISO 7626-1, Mechanical vibration and shock — Experimental determination of mechanical mobility — Part 1: Basic terms and definitions, and transducer specifications
- [2] ISO 7626-2, Mechanical vibration and shock — Experimental determination of mechanical mobility — Part 2: Measurements using single-point translation excitation with an attached vibration exciter
- [3] ISO 7626-5, Vibration and shock — Experimental determination of mechanical mobility — Part 5: Measurements using impact excitation with an exciter which is not attached to the structure
- [4] ISO 8579-2, Acceptance code for gears — Part 2: Determination of mechanical vibrations of gear units during acceptance testing
- [5] ISO 20283-2, Mechanical vibration — Measurement of vibration on ships — Part 2: Measurement of structural vibration
- [6] ISO 21940-32, Mechanical vibration — Rotor balancing — Part 32: Shaft and fitment key convention
- [7] Crawford A.R., & Crawford S. The simplified handbook of vibration analysis: Vol. 1, Introduction to vibration analysis; Vol. 2, Applied vibration analysis. Knoxville, TN: Computational Systems, 1992. 175 p.; 344 p.
- [8] Ehrich F.F. ed. Handbook of rotordynamics. Malabar, FL: Kreiger, 2004, 480 p.
- [9] Eisenmann R .C. S r., & Eisenmann R.C. Jr. Machinery malfunction diagnosis and correction: Vibration analysis and troubleshooting for the process industries. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998, 817 p.
- [10] Eshleman R .L., & Nagle-Eshleman J. Basic machinery vibrations: An introduction to machine testing, analysis, and monitoring. Clarendon Hills, IL: VIPress, 1999
- [11] Ewins D.J. Modal testing: Theory, practice, and application. Baldock: Research Studies Press, 2nd edition , 2000. 562 p. (Mechanical Engineering Research Studies. Vol. 10.)
- [12] McConnell K .G., & Varoto P.S. Vibration testing: Theory and practice. Hoboken, N J: W iley, Second Edition, 2008, 652 p.
- [13] Mills S.R.W. Vibration monitoring and analysis handbook. Northampton: British Institute of Non-Destructive Testing, 2010, 326 p.
- [14] Mitchell J.S. Introduction to machinery analysis and monitoring. Tulsa, OK: PennWell, Second Edition, 1993, 566 p.
- [15] Piersol A.G., & Paez T.L. eds. Harris' shock and vibration handbook. New York, NY: McGraw-Hill, 2010
- [16] Piotrowski J. Shaft alignment handbook. Boca Raton, FL: CRC, Third Edition, 2007, 800 p.
- [17] Randall R.B. Vibration-based condition monitoring. Chichester: Wiley, 2011, 308 p.
- [18] Taylor J.I. The gear analysis handbook: A practical guide for solving vibration problems in gears. Tampa, FL: VCI, 2000, 256 p.
- [19] Taylor J.I. The vibration analysis handbook: A practical guide for solving rotating machinery problems. Tampa, FL: VCI, 2003, 375 p.
- [20] Williams J.H., Davies A ., D rake P.R. Condition-based maintenance and machine diagnostics. London: Chapman & Hall, 1994, 187 p.
- [21] Wouk V. Machinery vibration: Measurement and analysis. New York, NY: McGraw-Hill, 1991, 358 p.
- [22] Неразрушающий контроль: Справочник в 7 т./Под общ. ред. В.В.Клюева/Т.7. Книга 2. Вибродиагностика. — М.: Машиностроение, 2005
- [23] Барков А.В., Баркова Н.А., Азовцев А.Ю. Мониторинг и диагностика роторных машин по вибрации. — СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2000. — 169 с.
- [24] Гольдин А.С. Вибрация роторных машин. — М.: Машиностроение, 2000. — 344 с.
- [25] Барков А.В., Баркова Н.А. Вибрационная диагностика машин и оборудования. Анализ вибрации: Учеб. пособие. — СПб.: СПбГМТУ, 2004. — 156 с.
- [26] Караваев В.А., Ройтман А.Б. Доводка эксплуатируемых машин, Вибродиагностические методы. — М.: Машиностроение, 1986. — 192 с.
- [27] Русов В. А. Спектральная вибродиагностика: Методическое пособие/Пермь, 1996. — 174 с.
- [28] Костюков В.Н., Науменко А.П. Основы виброакустической диагностики и мониторинга машин: Учеб. пособие/ Под ред. В.Н. Костюкова. — Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014. — 378 с.
- [29] Вибродиагностика / Под ред. Г.Ш. Розенберга. СПб.: ПЭИПК, 2003. — 284 с.
- [30] ГОСТ 32106—2013 Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация центробежных насосов и компрессорных агрегатов
- [31] ГОСТ Р 56233—2014 Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Вибрация стационарных поршневых компрессоров

УДК 534.322.3.08:006.354

OKC 03.100.30
17.160

Ключевые слова: персонал, оценка компетентности, обучение, экзамены, вибрационный контроль состояния, вибрационная диагностика, машины, квалификационные категории

**Редактор Л.Б. Базякина
Корректор Ю.М. Прокофьев
Компьютерная верстка А.С. Самарина**

Подписано в печать 08.02.2016. Формат 60x84^{1/4}.
Усл. печ. л. 4,65. Тираж 34 экз. Зак. 203.

Подготовлена на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»

123995 Москва, Гранатный пер., 4.
www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru