ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р ИСО 18436-7— 2012

Контроль состояния и диагностика машин

ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ И ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА

Часть 7

Термография

(ISO 18436-7:2008, IDT)

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «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 29 ноября 2012 г. № 1275-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному стандарту ИСО 18436-7:2008 «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 7. Термография» (ISO 18436-7:2008 «Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 7: Thermography», IDT).

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

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Март 2019 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 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 (*gost.e-ecolog.ru

© ISO, 2008 — Все права сохраняются
© Стандартинформ, оформление, 2014, 2019

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 2
4 Классификация персонала (в области термографии) 2
5 Допуск к процедуре оценки компетентности 3
6 Квалификационные экзамены 5
Приложение А (обязательное) Содержание учебного курса для персонала в области термографического контроля состояния 7
Приложение В (обязательное) Детализация курса обучения 11
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам 15
Библиография 16

Введение

Анализ термограмм в целях контроля состояния машин является одним из ключевых элементов в программах предупредительного технического обслуживания в большинстве областей промышленности. Этот анализ может быть дополнен другими методами исследования, не нарушающими целостность машины, такими как анализ вибрации, метод акустической эмиссии, анализ масла, анализ параметров тока двигателя. Аккуратное и последовательное применение вышеперечисленных методов позволяет в значительной степени окупить затраты на их введение. Однако эффективность программ технического обслуживания в значительной степени зависит от квалификации персонала, выполняющего измерения и анализ данных.

Орган по оценке компетентности персонала использует для этого соответствующую программу обучения и подтверждения компетентности, предусматривающую овладение персоналом теоретическими знаниями и практическими навыками в области контроля состояния и диагностики.

Настоящий стандарт устанавливает требования, которым должен удовлетворять персонал, занятый в работах по контролю состояния и диагностированию машин на основе анализа термограмм, и методы подтверждения квалификации этого персонала.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль состояния и диагностика машин

ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ И ОЦЕНКЕ ПЕРСОНАЛА

Часть 7

Термография

Condition monitoring and diagnostics of machines. Requirements for qualification and assessment of personnel. Part 7. Thermography

Дата введения — 2013—12—01

1 Область применения

Настоящий стандарт устанавливает требования к квалификации и оценке компетентности персонала, выполняющего работы по контролю состояния и диагностированию машин с использованием инфракрасной термографии.

Выданный специалисту сертификат или иной документ, подтверждающий соответствие требованиям настоящего стандарта, является признанием его квалификации и компетентности в применении термографических методов в целях контроля состояния и диагностирования машин. Вместе с тем этой документально подтвержденной квалификации может быть недостаточно для работ в специфических условиях или требующих применения специализированного оборудования.

Настоящий стандарт устанавливает программу обучения и оценки компетентности персонала для трех категорий квалификации.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

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

ISO 13374-1:2003, Condition monitoring and diagnostics of machines — Data processing, communication and presentation — Part 1: General guidelines (Контроль состояния и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. Часть 1. Общее руководство)

ISO 13374-2:2007, Condition monitoring and diagnostics of machines — Data processing, communication and presentation — Part 2: Data processing (Контроль состояния и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. Часть 2. Обработка данных)

ISO 13379:2003[1)], Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines on data interpretation and diagnostics techniques (Контроль состояния и диагностика машин. Руководство по интерпретации данных и методам диагностирования)

ISO 13381-1:2004[2)], Condition monitoring and diagnostics of machines — Prognostics — Part 1: General guidelines (Контроль состояния и диагностика машин. Прогнозирование. Часть 1. Общее руководство)

ISO 17359:2003[3)], Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines (Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство)

1) Заменен на ISO 13379-1:2012.

2) Заменен на ISO 13381-1:2015.

3) Заменен на ISO 17359:2018.

Издание официальное

ISO 18434-1, Condition monitoring and diagnostics of machines — Thermography — Part 1: General procedures (Контроль состояния и диагностика машин. Термография. Часть 1. Общие методы)

ISO 18436-1:2004[1)], Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for training and certification of personnel — Part 1: Requirements for certifying bodies and the certification process (Контроль состояния и диагностика машин. Требования к обучению и сертификации персонала. Часть 1. Требования к органам по сертификации и процедурам сертификации)

ISO 18436-3, Condition monitoring and diagnostics of machines — Requirements for qualification and assessment of personnel — Part 3: Requirements for training bodies and the training process (Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 3. Требования к учебным организациям и процессу обучения)

3 Термины и определения

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

3.1 **значительный перерыв (в деятельности)** (significant interruption): Перерыв в работе по специальности в соответствии с имеющейся квалификацией в течение:

a) непрерывного периода времени длительностью более 365 дней или

b) двух и более периодов времени, чья суммарная длительность превышает две пятых срока действия сертификата соответствия.

4 Классификация персонала (в области термографии)

4.1 Общие положения

Кандидат может претендовать на подтверждение его компетентности в соответствии с настоящим стандартом по одной из трех категорий в зависимости от его квалификации. Кандидатом должна быть продемонстрирована компетентность в области термографического метода контроля состояния в пределах соответствующей классификационной категории, как указано в приложении А.

Лицо, подтвердившее соответствие требованиям категории II, должно обладать знаниями и умениями специалиста категории I, а подтвердившее соответствие требованиям категории III — специалиста категории II.

4.2 Категория I

Присвоение специалисту категории I свидетельствует о его способности получать и анализировать термограммы в соответствии с утвержденными документированными процедурами. Такой специалист должен обладать знаниями и умениями, позволяющими:

a) применить установленную методику получения термограммы;

b) настроить и осуществить работу оборудования для сбора термограмм;

c) оценить качество собранных данных и исключить появление в них недостоверных данных;

d) выполнять основные процедуры анализа термограммы (обнаружение неисправностей, диагностирование, контроль состояния) в соответствии с установленной инструкцией;

e) выполнять основные процедуры преобразования термограммы (регулировка яркости, регулировка разрешения и масштаба);

f) вести записи базы данных с результатами измерений;

g) проверять калибровку измерительной системы;

h) представлять результаты измерений и определять на термограмме зоны, требующие повышенного внимания.

4.3 Категория II

Присвоение специалисту категории II свидетельствует о его способности получать и анализировать термограммы в соответствии с утвержденными документированными процедурами. Такой специалист должен обладать знаниями и умениями, позволяющими:

a) выбрать метод получения термограммы в пределах его применимости;

[1)] Заменен на ISO 18436-1:2012.

b) применять методы термографии, включая измерения и интерпретацию результатов обследований;

c) выбрать соответствующее оборудование и программные средства;

d) осуществлять углубленное диагностирование объектов;

e) предлагать корректирующие действия в условиях работы объектов;

f) использовать современные методы обработки изображений (представление изображений, выделение трендов, монтаж изображений, вычитание изображений, наложение изображений, статистический анализ и др.);

g) применять расширенные методы термографии и диагностирования в соответствии с установленными методиками;

h) готовить отчеты для соответствующих служб о техническом состоянии обследуемых машин и необходимых корректирующих действиях, включая замену узлов и ремонт;

i) быть в курсе других технологий контроля состояния машин;

j) проводить инструктаж специалистов категории I и проверять выполнение ими должностных обязанностей.

4.4 Категория III

Присвоение специалисту категории III свидетельствует о его способности получать и анализировать термограммы в соответствии с утвержденными документированными процедурами. Такой специалист должен обладать знаниями и умениями, позволяющими:

a) разрабатывать инструкции, процедуры и программы в области термографии, включая определение вида контроля (непрерывного или периодического) для конкретных машин, частоту обследований, использование передовых методов получения изображений и их анализа;

b) устанавливать способы и критерии оценки термограмм для новых и эксплуатируемых машин;

c) сопоставлять имеющиеся стандарты, методики, технические условия и применять их на практике;

d) определять методы, методики и инструкции для конкретных условий применения;

e) составлять прогноз развития неисправностей;

f) давать рекомендации по корректирующим действиям, влияющим на термограмму объекта;

g) составлять рекомендации по корректирующим действиям в отношении обследуемого объекта;

h) руководить работой специалистов категорий I и II;

i) давать рекомендации по применению альтернативных методологий контроля состояния машин.

5 Допуск к процедуре оценки компетентности

5.1 Общие положения

Кандидат должен обладать соответствующим образованием, опытом работы и пройти курс обучения для подтверждения способности понимать и использовать основные принципы и технологии в области термографии.

Рекомендуется, чтобы кандидат предварительно успешно прошел тест Ишихары на цветовосприятие (24 таблицы). Свидетельство о прохождении теста должно сохраняться и предъявляться органу по оценке компетентности по его запросу. В случае обнаружения нарушения цветовосприятия (неправильное прочтение четырех и более таблиц) рекомендуется, чтобы работодатель провел специальные испытания кандидата с целью определить, не влияют ли обнаруженные нарушения цветовосприятия на способность кандидата выполнять анализ цветных термограмм. При неудачном прохождении испытаний кандидат может претендовать только на работы с монохромными термограммами. Виды специальных испытаний и их результаты должны быть документированы, чтобы впоследствии иметь возможность предъявить документы органу по оценке компетентности по его запросу.

5.2 Образование

От кандидата не требуется представлять свидетельства об образовании. Вместе с тем рекомендуется, чтобы кандидат на присвоение категории I или II имел по крайней мере свидетельство о законченном среднем образовании. Кандидаты на присвоение категории II или III должны уметь выполнять алгебраические операции (включая операции с тригонометрическими и логарифмическими функциями)

с помощью калькулятора и обладать навыками работы на персональном компьютере. При этом рекомендуется, чтобы кандидат на присвоение категории III окончил по крайней мере первые два курса высшего учебного заведения технического профиля или университета.

5.3 Обучение

5.3.1 Основной курс

Кандидат должен предъявить свидетельство об успешном прохождении учебного курса, соответствующего приложению А, который предполагает получение знаний и практических навыков в пределах установленных учебных тем (приложение В). Рекомендуемая учебная литература ([1]—[21]) приведена в библиографии. Учебные курсы проводят в форме лекций, демонстраций и практических занятий. Рекомендуемые минимальные сроки обучения указаны в таблице 1.

Таблица 1 — Минимальная суммарная длительность обучения (учебные часы)

Категория I	Категория II	Категория III
32	64	96

Квалификационные требования к кандидату — в соответствии с настоящим стандартом. Время обучения по каждой теме — в соответствии с приложением А.

Учебный курс может быть разбит на несколько модулей, посвященных общетеоретическим вопросам и специфическим приложениям термографии, таким образом, чтобы результаты обучения были признаваемы органами по оценке компетентности персонала как в области контроля состояния машин, так и в области неразрушающего контроля.

5.3.2 Дополнительное обучение для получения классификационной категории в области контроля состояния

Специалисты, имеющие классификационную категорию в области термографии, могут претендовать на получение дополнительной категории в области термографических методов контроля состояния машин, для чего им необходимо пройти обучение по модулю учебного курса, включающему темы 5—11 приложения А, с теми же сроками обучения, что указаны для данных тем в приложении А.

5.3.3 Дополнительный курс по машиноведению

Помимо основного курса (таблица 1 и раздел А.2 приложения А) рекомендуется, чтобы кандидат прошел обучение по курсу «Машины и элементы машин», время обучения по которому было по крайней мере равным времени, указанному в таблице 1.

Указанный курс должен быть дополнением к образованию по 5.2 (включая среднетехническое и университетское образование). В нем должны быть рассмотрены вопросы проектирования, применения, функционирования и технического обслуживания машин и их узлов, а также виды их отказов и причины их появления. Прохождение дополнительного курса должно быть подтверждено соответствующими письменными свидетельствами.

5.3.4 Особые условия для кандидатов с большим опытом работы

По решению органа по оценке компетентности для кандидатов с большим опытом работы могут быть сделаны следующие исключения.

Такие кандидаты освобождены от необходимости проходить курс обучения, соответствующий категории II. Они могут претендовать на присвоение категории II, минуя категорию I, при условии предоставления документальных свидетельств обучения и опыта работ, предусмотренных требованиями к специалистам категорий I и II.

Такие кандидаты должны иметь документально подтвержденный стаж работ в области термографических методов контроля состояния машин, соответствующих квалификации категории II, не менее пяти лет без значительных перерывов. Они должны также представить свидетельства прохождения обучения по учебной программе, эквивалентной указанной в разделе А.2 приложения А.

Орган по оценке компетентности должен установить правила действий для кандидатов с большим опытом работы. При наличии значительных перерывов в работе от кандидатов может потребоваться пройти дополнительное обучение по решению данного органа.

5.4 Опыт работы

5.4.1 Кандидату следует продемонстрировать, что он имеет достаточный опыт работы в области термографических методов анализа состояния машин. Минимальные требования к опыту работы указаны в таблице 2. Для присвоения категорий II и III кандидатам необходимо предварительно иметь более низкую категорию.

Таблица 2 — Рекомендуемый минимум стажа работы кандидата (месяцы, часы)

Категория I	Категория II	Категория III
12 месяцев	24 месяца	48 месяцев
400 ч[a]	1200 ч[a]	1920 ч[a]
[a] Учитывают реальное время работы по специальности (термографический контроль состояния).		

5.4.2 В месяцах указан минимальный общий опыт работы по специальности, который требуется от кандидата в соответствии с ИСО 18436-1 и 5.4.5. Рекомендуемый согласно таблице 2 стаж (в месяцах, но не в часах) может быть уменьшен вдвое, если процедура оценки компетентности включает в себя практический экзамен.

5.4.3 Кандидаты должны обладать документальным подтверждением стажа и видов работы с применением методов термографии в целях контроля состояния. Для кандидатов на присвоение категорий I и II подтверждение должно быть дано специалистами категорий II и III соответственно, а при их отсутствии — руководителями служб, в которых выполнялись данные работы.

5.4.4 Для кандидатов на присвоение категории III документальное подтверждение о наличии необходимого опыта работы дает специалист категории III, а при его отсутствии — руководитель службы, в которой выполнялись работы.

5.4.5 Документы, подтверждающие опыт работы, должны быть заверены подписью лица, указанного в 5.4.3 или 5.4.4. В подтверждение опыта работы кандидата это лицо может дополнительно дать устную оценку деятельности кандидата, привести сведения о выполненных им заданиях и применяемых методах.

6 Квалификационные экзамены

6.1 Содержание экзамена

6.1.1 Сдавая экзамен по каждой категории, кандидат отвечает на установленный минимум вопросов из общего перечня, утвержденного органом по оценке компетентности, в течение заданного времени, указанного в таблице 3.

Таблица 3 — Минимальное содержание экзаменов

Категория	Число вопросов	Время, ч	Проходной балл (доля правильных ответов), %
Категория I	50	2	75
Категория II	60	2	75
Категория III	60	2	75
Дополнительный экзамен	30	1	75

6.1.2 Экзаменационные вопросы должны носить практический характер и в то же время позволять оценить понимание кандидатом концепций и принципов, лежащих в основе термографических методов оценки состояния машин.

6.1.3 Экзамен для кандидатов на категорию I должен состоять из двух частей: часть А «Общая термография», содержащая тестовые задания из общего перечня вопросов, и часть В «Практическое

применение». Экзамен по части В должен включать в себя демонстрацию умений кандидата в области: сбора качественных данных; обнаружения, устранения и предотвращения появления ошибок в сборе данных; основных элементов распознавания неисправностей. В дополнение к умению интерпретировать термограмму экзамен может включать в себя практические задания по сбору данных.

6.1.4 Экзамен для кандидатов на категорию II должен состоять из двух частей: часть А «Общая термография» (30 вопросов) и часть В «Практическое применение». Экзамен по части В должен включать в себя демонстрацию умений кандидата в области диагностирования и интерпретации термограмм в целях контроля состояния машин. В дополнение к интерпретации термограмм экзамен может включать в себя практические задания по сбору данных.

6.1.5 Экзамен для кандидатов на категорию III должен состоять из двух частей: часть А «Общая термография» (30 вопросов) и часть В «Практическое применение». Экзамен по части В должен включать в себя демонстрацию умений кандидата в области диагностирования и интерпретации термограмм в целях контроля состояния машин, принятия технических решений и их обоснования. В дополнение к интерпретации термограмм экзамен может включать в себя практические задания по сбору данных. Вопросы, связанные с интерпретацией термограмм, должны быть основаны на случаях из практики, требующих идентификации имеющейся неисправности, составления рекомендаций по корректирующим действиям и их обоснования. Часть В может также включать в себя вопросы, требующие кратких или развернутых ответов. Часть таких вопросов должна требовать интерпретации термограмм. Некоторые вопросы могут потребовать выполнения простых математических расчетов с использованием калькулятора с математическим функциями. Вместе с экзаменационными вопросами кандидату может быть предоставлена сводка необходимых формул.

6.1.6 Число экзаменационных вопросов по разным темам должно быть пропорционально часам обучения по данным темам согласно приложению А.

6.1.7 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 (пункт 8.2). Если экзамен проводят с помощью компьютера, то кандидат помечает правильный ответ маркером на экране компьютера. При этом ему разрешается пользоваться бумагой, карандашом и ластиком для выполнения промежуточных выкладок.

6.3 Дополнительный экзамен

6.3.1 Дополнительный экзамен проходят кандидаты, чья квалификация, охватываемая темами 1—4 приложения А, уже подтверждена соответствующим органом и соответствует другим требованиям настоящего стандарта. Такой экзамен посвящен только вопросам контроля состояния машин.

6.3.2 Ответы дополнительного экзамена подлежат самостоятельной оценке.

6.3.3 Кандидат допускается к экзамену при предъявлении заверенного свидетельства о прохождении курса дополнительного обучения.

Приложение А
(обязательное)

Содержание учебного курса для персонала в области термографического контроля состояния

Таблица А.1 — Сводная таблица учебных тем

Тема	Учебные часы		
	Категория		
	I	II	III
0 Введение в термографию	0,5	—	—
1 Принципы инфракрасной термографии	6	7	6
2 Оборудование для термографии и сбор данных	5	3	1
3 Обработка изображений	6	2	1
4 Общие применения	4,5	—	—
5 Диагностирование и прогнозирование	1	2	2
6 Применения методов контроля состояния	4	10,5	7
7 Корректирующие действия	—	3	6
8 Отчетность и нормативные документы (национальные, региональные и международные стандарты)	1	0,5	0,5
9 Составление программ контроля состояния	0,5	0,5	3,5
10 Реализация программ контроля состояния	1	1	1
11 Управление программами контроля состояния	0,5	0,5	2
12 Экзамен по окончании обучения	2	2	2
Общее число часов обучения для данной категории	32	32	32

Таблица А.2 — Содержание учебных тем и часы обучения

Тема	Учебные часы		
	Категория		
	I	II	III
0 Введение в термографию	0,5	—	—
1 Принципы инфракрасной термографии	6	7	6
Тепло и теплопередача	*		
Основы теплопроводности	*		
Закон теплопроводности Фурье		*	*
Тепловая проводимость/сопротивление	*		
Основы конвекции	*		
Закон Ньютона-Рихмана (основной закон теплоотдачи)		*	*
Основы теплоизлучения	*		
Электромагнитный спектр	*		

Продолжение таблицы А.2

Тема	Учебные часы		
	Категория		
	I	II	III
Пропускание атмосферы	*	*	
Диапазоны инфракрасных волн и оптические материалы для термографии	*		
Образцовые источники инфракрасного излучения		*	*
Закон Планка		*	
Закон смещения Вина		*	
Закон Стефана-Больцмана	*		
Коэффициенты излучения, отражения и пропускания	*		
Излучательная способность	*	*	*
Факторы, влияющие на излучательную способность	*	*	*
2 Оборудование для термографии и сбор данных	5	3	1
Принципы работы тепловизора	*		
Критерии выбора тепловизора		*	
Спектральный диапазон	*	*	
Диапазон измерений температуры	*		
Тепловая чувствительность (NETD)		*	
Выбор объектива	*	*	
Оптическое разрешение	*	*	
Работа оборудования	*	*	
Приспособления и вспомогательные устройства	*	*	
Функции управления тепловизором	*		
ИСО 18434-1	*	*	
Меры безопасности при сборе данных	*	*	
Получение изображения хорошего качества	*		
Композиция изображений	*	*	*
Четкость изображения (оптический фокус)	*		
Настройка температурных параметров (диапазон, уровень, разрешение)	*		
Выбор палитры	*		
Определение излучательной способности	*	*	
Обнаружение, устранение и предотвращение появления ошибок изображения	*	*	
Критерии выбора диапазона волн		*	*
Выявление и компенсация отраженного излучения	*	*	*
Выявление и компенсация конвекционных эффектов	*	*	*
Выявление и компенсация эффектов проводимости	*	*	*
Влияние недостаточной излучательной способности	*	*	

Продолжение таблицы А.2

Тема	Учебные часы		
	Категория		
	I	II	III
Калибровка тепловизоров	*	*	
Условия окружающей среды и режим работы объекта	*	*	
Хранение данных и изображений	*		
3 Обработка изображений	6	2	1
Измерения температуры	*	*	
ИСО 18434-1	*	*	*
Бесконтактная термометрия	*		
Сравнительная количественная термография	*	*	
Сравнительная качественная термография	*	*	
Влияние условий окружающей среды	*	*	
Измерительные устройства тепловизора	*	*	
Измерительный инструмент	*	*	
Выбор палитры	*		
Регулировка уровня и разрешения	*		
Поправка на расстояние (атмосферные условия)	*	*	
Поправка на излучательную способность		*	
Статистический анализ		*	
Вычитание изображений		*	*
Монтаж изображений	*	*	*
Построение температурного тренда	*	*	*
Общее руководство по интерпретации изображений	*	*	*
Общее руководство по установлению критериев температурного состояния (ИСО 18434-1, стандарты, правила технической эксплуатации)		*	*
4 Общие применения	4,5	—	—
Типичные применения термографии в промышленности	*		
Активная и пассивная термография	*		
5 Диагностирование и прогнозирование	1	2	2
Основные принципы диагностирования (ИСО 13379)	*	*	*
Основные принципы прогнозирования (ИСО 13381-1)		*	*
6 Применения методов контроля состояния	4	10,5	7
Принципы устройства машин (конструкции и узлы)	*	*	*
Типичные неисправности машин, их причины и связанные с ними температурные признаки	*	*	*
Оценка температурного состояния и критерии приемки (правила технической эксплуатации, стандарты)	*	*	*
Безопасность эксплуатации машин	*	*	*
ИСО 18434-1	*	*	*

Окончание таблицы А.2

Тема	Учебные часы		
	Категория		
	I	II	III
7 Корректирующие действия	—	3	6
Корректирующие и предупредительные действия, связанные с работой машин		*	*
8 Отчетность и нормативные документы (национальные, региональные и международные стандарты)	1	0,5	0,5
Составление отчетов	*	*	*
Ответственность специалистов-термографов и конечных пользователей	*	*	*
9 Составление программ контроля состояния (ИСО 17359, ИСО 18434-1, ИСО 13379, ИСО 13381-1)	0,5	0,5	3,5
Общие принципы	*	*	*
Выбор метода контроля		*	*
Определение интервала между измерениями		*	*
Опорные температурные значения	*	*	*
Базовая линия (температурные параметры)	*	*	*
Разработка процедур		*	*
10 Реализация программ контроля состояния (ИСО 17359, ИСО 13381-1, ИСО 18434-1)	1	1	1
Общий обзор	*		
Системы обеспечения безопасных режимов работы	*	*	
Роли и ответственность		*	*
Обучение и оценка компетентности		*	*
11 Управление программами контроля состояния	0,5	0,5	2
Общее управление безопасностью	*	*	*
Планирование применения оборудования	*	*	*
Управление процедурами		*	*
Повышение квалификации и компетентности персонала		*	*
Управление базами данных	*	*	*
Управление применением корректирующих действий		*	*
12 Экзамен по окончании обучения	2	2	2
Всего часов	32	32	32

Примечания

1 Категория II включает в себя знания категории I, категория III включает в себя знания категорий I и II.

2 Для категорий II и III распределение учебных часов является ориентировочным и может изменяться в зависимости от области применения метода при условии, что для каждой области применения метода длительность обучения составит не менее 24 ч.

3 Значок * указывает, что данный вопрос должен быть рассмотрен в рамках данной категории.

Приложение В
(обязательное)

Детализация курса обучения

В настоящем приложении приведена детализация учебных тем. Перечень разделов и подразделов, указанных в таблице В.1, не следует рассматривать как исчерпывающий.

Таблица В.1 — Детализация учебных тем

Тема	Разделы	Подразделы
1 Принципы инфракрасной термографии	Теплопередача	—
	Электромагнитный спектр	—
	Коэффициенты излучения, отражения и пропускания	Факторы, влияющие на излучательную, отражательную и пропускательную способность
	Пропускание атмосферы	—
	Диапазоны инфракрасных волн и оптические материалы для термографии	—
	Основы теплопроводности	—
	Закон теплопроводности Фурье	Тепловой поток; теплопроводность; толщина объекта; общие принципы
	Тепловая проводимость/сопротивление	—
	Основы конвекции	—
	Закон Ньютона-Рихмана (основной закон теплоотдачи)	—
	Основы теплоизлучения	Образцовые источники
	Закон Планка	Излучательная способность; истинная разность температур; общие принципы; абсолютно черное тело
	Закон смещения Вина	Общие принципы
	Закон Стефана-Больцмана	—
2 Оборудование для термографии и сбор данных	Принципы работы тепловизора	—
	Критерии выбора тепловизора	Тепловая чувствительность (NETD); частота повторения кадров; размер объекта; расстояние до объекта; прозрачность атмосферы; мгновенная зона обзора; фильтры; разрешение; выбор палитры; критерии выбора диапазона волн; влияние недостаточной излучательной способности
	Установка диапазона и уровня	Диапазон измерений температуры; настройка температурных параметров (диапазон, уровень, разрешение)
	Работа оборудования	Вспомогательные устройства; определение излучательной способности
	Управление	—
	Объектив	Материал объектива; выбор объектива
	Получение изображения хорошего качества	Композиция изображений

Продолжение таблицы В.1

Тема	Разделы	Подразделы
2 Оборудование для термографии и сбор данных	Четкость изображения (оптический фокус)	Оптическое разрешение; фокус
	Динамический диапазон	Общие принципы; тепловая чувствительность (NETD)
	Выявление и компенсация отраженного излучения	Отражения; температура (мнимая) отраженного излучения
	Выявление и компенсация конвекционных эффектов	Тепловые потоки от объектов: крыши, грунт, сооружения; перенос воздушных масс
	Выявление и компенсация эффектов проводимости	—
	Калибровка тепловизоров	—
	Условия окружающей среды и режим работы объекта	Обнаружение, устранение и предотвращение появления ошибок изображения
	Хранение данных	Хранение данных и изображений
3 Обработка изображений	Измерения температуры	ИСО 18434-1; бесконтактная термометрия; сравнительная количественная и качественная термография; температурный тренд
	Измерительные функции	Измерительные устройства тепловизора
	Точность измерений	—
	Измерения излучательной способности	Поправка на излучательную способность
	Устранение ошибок	—
	Размер пятна	—
	Расстояние до объекта	Поправка на расстояние (атмосферные условия)
	Ослабление теплоизлучения в атмосфере	Влияние условий окружающей среды
	Сбор вспомогательной информации и использование оборудования	Общие принципы
	Влияние условий окружающей среды	Влияние ветра, дождя, солнечного излучения, отражений
	Программное обеспечение	Совместимость; область применения; статистический анализ; функции; принцип работы
	Интерпретация изображений	Излучательная способность; детекторы; отражение дневного света; отражение ночного света; энергетическая светимость; вычитание изображений; монтаж изображений; общее руководство по интерпретации изображений
	Установление критериев вибрационного состояния (абсолютный, относительный, статистический)	Принципы; количественные оценки; максимальная рабочая температура; общее руководство по установлению критериев температурного состояния (ИСО 18434-1, стандарты, правила технической эксплуатации)
4 Общие применения	—	Общепромышленное применение (без специфики конкретных отраслей)
	Машины и механизмы	Принципы; двигатели; насосы; редукторы; электродвигатели; компрессоры; вентиляторы; машины вращательного действия; машины возвратно-поступательного действия; активная и пассивная термография

Продолжение таблицы В.1

Тема	Разделы	Подразделы
4 Общие применения	Приемочные критерии	Принципы; допустимые значения температуры и изменения температуры
	Обеспечение безопасности работ	Принципы; оценка риска; техника безопасности и охрана окружающей среды; обеспечение электробезопасности правилами ведения работ; выключатель тока высокого напряжения; максимальная температура; инспектирование; акты по технике безопасности
5 Диагностирование и прогнозирование	Принципы и процедуры диагностирования	Принципы; процедуры; ИСО 13379
	Принципы и процедуры прогнозирования	Принципы; процедуры; ИСО 13381-1
6 Применения методов контроля состояния	Принципы устройства машин (конструкции и узлы)	Принципы; механизмы; опоры; смазка
	Приложения инфракрасной термографии к контролю состояния машин и температурные признаки	Приложения; признаки; конденсатоотводчики; трение; смазка; охлаждение; типичные неисправности машин и связанные с ними температурные признаки; ИСО 18434-1
	Приложения	Ограничения применения
	a) Оборудование вращательного действия	Приводные валы; подшипники; зубчатые передачи; вентиляторы; двигатели; гидравлические приводы; насосы; компрессоры; турбины; ременные передачи
	b) Оборудование с перемещающейся жидкостью	Теплообменники; конденсатоотводчики; насосы; бойлеры; клапаны; сосуды высокого давления; трубопроводы
	c) Машины и механизмы для передачи мощности	Насосы; клапаны; двигатели
	Анализ неисправностей	Принципы; покрытие труб; криогенная техника; базовая линия
	Критерии приемки	Базовая линия; принципы приемки; оценка состояния и приемочные критерии (правила технической эксплуатации и стандарты)
7 Корректирующие действия	Корректирующие и предупредительные действия, связанные с работой машин	Рекомендации по обслуживанию насосов, подшипников, двигателей, компрессоров; корректирующие и предупредительные действия
8 Отчетность и нормативные документы (национальные, региональные и международные стандарты)	—	—
9 Составление программ контроля состояния	Обзор	ИСО 17359, ИСО 18434-1, ИСО 13379, ИСО 13381-1; общие принципы
	Выбор метода контроля	Тепловизоры; бесконтактные пирометры; индикаторы теплового потока; вибрационный анализ; анализ масла; анализ акустических сигналов; другие методы контроля состояния
	Определение интервала между измерениями	Принципы

Окончание таблицы В.1

Тема	Разделы	Подразделы
9 Составление программ контроля состояния	Разработка процедур	Распределение приоритетов; экономический расчет; отчетность; анализ последствий дефектов
	Опорные температурные значения	Принципы; жесткость температурных аномалий
	Базовая линия (температурные параметры)	Принципы
10 Реализация программ контроля состояния	Общий обзор	ИСО 17359, ИСО 13381-1, ИСО 18434-1
	Системы обеспечения безопасных режимов работы	Процедуры
	Роли и ответственность	Соответствующие части ИСО 18436
	Обучение и оценка компетентности	Соответствующие части ИСО 18436
11 Управление программами контроля состояния	Общее управление безопасностью	Протоколы, акты; оценка риска
	Планирование применения оборудования	Принципы
	Управление процедурами	Принципы; ИСО 17359
	Повышение квалификации и компетентности персонала	Соответствующие части ИСО 18436
	Управление базами данных	ИСО 13374, ИСО 13372, ИСО 13379
	Управление корректирующими действиями	Принципы; отчеты

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
ISO 13372	—	*
ISO 13374-1:2003	IDT	ГОСТ Р ИСО 13374-1—2011 «Контроль состояния и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. Часть 1. Общее руководство»
ISO 13374-2:2007	IDT	ГОСТ Р ИСО 13374-2—2011 «Контроль состояния и диагностика машин. Обработка, передача и представление данных. Часть 2. Обработка данных»
ISO 13379:2003	IDT	ГОСТ Р ИСО 13379—2009[1)] «Контроль состояния и диагностика машин. Руководство по интерпретации данных и методам диагностирования»
ISO 13381-1:2004	IDT	ГОСТ Р ИСО 13381-1—2011 «Контроль состояния и диагностика машин. Прогнозирование технического состояния. Часть 1. Общее руководство»
ISO 17359:2003	IDT	ГОСТ Р ИСО 17359—2009[2)] «Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство по организации контроля состояния и диагностирования»
ISO 18434-1	—	*
ISO 18436-1:2004	IDT	ГОСТ Р ИСО 18436-1—2005[3)] «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к обучению и сертификации персонала. Часть 1. Требования к органам по сертификации и процедурам сертификации»
ISO 18436-3	IDT	ГОСТ Р ИСО 18436-3—2015 «Контроль состояния и диагностика машин. Требования к квалификации и оценке персонала. Часть 3. Требования к учебным организациям и процессу обучения»

* Соответствующий национальный стандарт отсутствует. До его принятия рекомендуется использовать перевод на русский язык данного международного стандарта.

Примечание — В настоящей таблице использовано следующее условное обозначение степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты.

---

1) Действует ГОСТ Р ИСО 13379-1—2015 «Контроль состояния и диагностика машин. Методы интерпретации данных и диагностирования. Часть 1. Общее руководство».

2) Действует ГОСТ Р ИСО 17359—2015 «Контроль состояния и диагностика машин. Общее руководство».

3) Действует 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».

Библиография

[1] ISO 9712, Non-destructive testing — Qualification and certification of personnel
[2] ISO/TR 25107, Non-destructive testing — Guidelines for NDT training syllabuses
[3] ISO/TR 25108, Non-destructive testing — Guidelines for NDT personnel training organizations
[4] DEWITT, D.P. and NUTTER, G.D. Theory and Practice of Radiation Thermometry. John Wiley and Sons, Inc., 1988. ISBN 0-471-61018-6
[5] Handbook of Applied Thermal Design (ed. GUYER, E.C. and BROWNELL, D.L.), McGraw-Hill, 1989. ISBN 0-07-025353-6
[6] Handbook of Heat Transfer (ed. ROHSENOW, W.M. and HARTNETT, J.P.), McGraw-Hill, 1973. ISBN 0-07-053576-0
[7] HOLST, G.C. Common Sense Approach to Thermal Imaging. SPIE — The International Society for Optical Engineering, JCD Publishing, ISBN 0-81943-722-0 ISBN 0-96400-007-5
[8] GAUSSORGUES, G. Infrared Thermography. Translated by S. Chomet (Original French Title: La Thermographie Infrarouge), Microwave Technology Series 5, English Language Edition, Chapman and Hall, 1994. ISBN 0-41247-900-1
[9] Infrared Methodology and Technology (ed. MALDAGUE, X.P.V.), Gordon and Breach Science Publishers. ISBN 2-88124-590-0
[10] KAPLAN, H. Practical Applications of Infrared Thermal Sensing and Imaging Equipment. SPIE Optical Engineering Press Volume TT13. ISBN 0-81941-207-4
[11] KAPLAN, H. ASNT Level III Study Guide Infrared/Thermal Method, American Society for Nondestructive Testing, Inc. ISBN 1-57117-015-4
[12] MALDAGUE, X.P.V. Infrared Technology for Nondestructive Testing, John Wiley and Sons, March 2001. ISBN 0-471-18190-0
[13] MALDAGUE, X.P.V. Nondestructive Evaluation of Materials by Infrared Thermography. Springer-Verlag. ISBN 3-540-19769-9
[14] MCEVOY, J.P. and ZARATE, O. Quantum Theory for Beginners. Icon Books Ltd., UK. ISBN 1-874166-37-4
[15] Nondestructive Testing Handbook, third edition, Volume 3, Infrared and Thermal Testing (ed. MALDAGUE, X.P.V. and MOORE, P.O.), American Society for Nondestructive Testing, Inc. ISBN 1-57117-044-8
[16] NOWICKI, A. Infrared Thermography — Applications. BINDT, ISBN 0-90313-232-X
[17] OHMAN, C. Measurement in Thermography. FLIR Systems AB, 1557498 (Rev A)
[18] The Infrared Handbook (ed. WOLFE, W.L and ZISSIS, G.J.), prepared by the Infrared Information and Analysis Center and Environmental Research Institute of Michigan for the Office of Naval Research, Department of the Navy, Washington, D.C., Library of Congress Catalog No. 77-90786. ISBN 0-96035-901-X
[19] THOMAS, R.A. Thermography Monitoring Handbook, 1st ed., Coxmoor Publishing Company, 1999. ISBN 1-90189-201-8
[20] VON BAAEYER, H.C. Warmth Disperses and Time Passes: The History of Heat. Random House, July1999
[21] WALKER, N. Infrared Thermography — Theory & Practice. BINDT, ISBN 0-90313-233-8

УДК 534.322.3.08:006.354

ОКС 03.100.30
17.160

Ключевые слова: контроль состояния, диагностика, термография, персонал, компетентность, квалификационная категория

Редактор *Л.В. Коретникова*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *Р.А. Ментова*
Компьютерная верстка *Л.А. Круговой*

Сдано в набор 19.03.2019. Подписано в печать 28.03.2019. Формат 60×84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 1,85.
Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» для комплектования Федерального информационного фонда стандартов, 117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.

gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru