ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55042— 2012

Контроль неразрушающий

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ АКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Общие требования

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2013

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели и принципы стандартизации в Российской Федерации установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании», а правила применения национальных стандартов Российской Федерации — ГОСТ Р 1.0—2004 «Стандартизация в Российской Федерации. Основные положения»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследовательский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД»), Нижегородским филиалом Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук (НФ ИМАШ РАН)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 132 «Техническая диагностика»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 ноября 2012 г. № 699-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

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

© Стандартинформ, 2013

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, определения, обозначения и сокращения 2
4 Общие положения 2
5 Требования безопасности 3
6 Требования к средствам измерений 3
7 Требования к покрытию 3
8 Порядок подготовки к проведению измерений 4
9 Порядок проведения измерений и правила их обработки 4
10 Правила оформления результатов измерений 5
Приложение А (рекомендуемое) Форма протокола измерений 6
Библиография 7

Введение

Практически во всех отраслях промышленности используются различные металлические покрытия, наносимые на поверхность технических объектов. В случаях, когда покрытия наносятся на поверхность потенциально опасных технических объектов, предъявляются повышенные требования к допустимой погрешности толщины покрытий. Это относится к упрочняющим и в особенности к восстановительным покрытиям.

В соответствии с ГОСТ 27750 определение толщины покрытия осуществляют следующими методами: магнитными (метод магнитного потока, пондеромоторный метод и индукционный метод), вихретоковым, термоэлектрическим и ионизирующего излучения.

Основным недостатком магнитных методов является требование резкого отличия магнитных свойств материалов основания (оно должно быть ферромагнитным) и покрытия, что выполнятся далеко не во всех случаях.

Наибольшее применение вихретоковый метод получил для определения толщины неметаллических покрытий на основании из цветных металлов. При использовании его для определения толщины покрытий, нанесенных на основания из черных металлов, имеющих ненормированное электрическое сопротивление, возникает недопустимо большая погрешность.

Термоэлектрический метод обладает высокой погрешностью, не позволяющей использовать его для определения толщины покрытий элементов на поверхности ответственных технических объектов, а метод ионизирующего излучения не находит широкого распространения ввиду повышенных требований к безопасности.

Настоящий стандарт разработан с целью обеспечения методической основы применения акустического метода определения толщины металлических покрытий на металлических основаниях при любых сочетаниях магнитных и электрических свойств материалов покрытия и основания.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль неразрушающий

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ АКУСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Общие требования

Non-destructive testing. Evaluation of metallic coating thickness by ultrasound. General requirements

Дата введения — 2014—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на акустический метод определения толщины металлических покрытий на металлических основаниях.

Стандарт устанавливает основные требования к порядку определения толщины покрытий с использованием поверхностных акустических волн Рэлея, распространяющихся вдоль поверхности объекта контроля с нанесенным на нее металлическим покрытием, обладающим хорошей адгезией к материалу основания.

Устанавливаемый стандартом метод может быть применен как при лабораторных исследованиях, так и при эксплуатации технических объектов различного назначения.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.362—79 Государственная система обеспечения единства измерений. Измерение толщины покрытий. Термины и определения

ГОСТ 9.008—82 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические

ГОСТ 12.1.001—89 Система стандартов безопасности труда. Ультразвук. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.004—91 Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.019—79 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 12.1.038—82 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов

ГОСТ 12.2.003—91 Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.013.0—91 Система стандартов безопасности труда. Машины ручные электрические. Общие требования безопасности и методы испытаний

ГОСТ 12.3.002—75 Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 32—74 Масла турбинные. Технические условия

ГОСТ 2768—84 Ацетон технический. Технические условия

ГОСТ 2789—73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики

ГОСТ 6259—75 Реактивы. Глицерин. Технические условия

Издание официальное

ГОСТ 6616—94 Преобразователи термоэлектрические. Общие технические условия

ГОСТ 6651—94 Термопреобразователи сопротивления. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 17299—78 Спирт этиловый технический. Технические условия

ГОСТ 26266—90 Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Общие технические требования

ГОСТ 27750—88 Контроль неразрушающий. Покрытия восстановительные. Методы контроля толщины покрытий

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим выпускам ежемесячно издаваемого информационного указателя «Национальные стандарты», опубликованным в текущем году. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ 8.362 и ГОСТ 9.008.

3.2 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

V_o — скорость распространения поверхностных акустических волн Рэлея в материале основания, км/с;

V_n — скорость распространения поверхностных акустических волн Рэлея в материале покрытия, км/с;

h — толщина покрытия, мкм;

Δh_o — предельно допустимая абсолютная погрешность определения толщины покрытия, мкм;

$f_э$ — эффективная частота импульса поверхностных акустических волн Рэлея, МГц;

t_i — результат однократного измерения задержки импульса поверхностной акустической волны Рэлея в зоне выбранной точки измерений покрытия;

N — число измерений задержки импульса поверхностной акустической волны Рэлея в зоне выбранной точки измерений покрытия;

$\bar{t}$ — усредненная задержка импульса поверхностной акустической волны Рэлея в зоне выбранной точки измерений покрытия, нс;

t^n — приведенная задержка импульса поверхностной акустической волны Рэлея в зоне выбранной точки измерений покрытия, нс;

T — температура, при которой проводилось измерение задержки $\bar{t}$, °С;

$\overline{t_o}$ — усредненная задержка импульса поверхностной акустической волны Рэлея в материале основания металлического конструктивного элемента, нс;

t_o^n — приведенная задержка импульса поверхностной акустической волны Рэлея в материале основания, нс;

T_0 — температура, при которой проводилось измерение задержки $\overline{t_o}$, °С;

λ — длина поверхностной акустической волны Рэлея в материале покрытия, мкм;

k_T — термоакустический коэффициент, равный относительному изменению задержки импульса рэлеевской волны при изменении температуры на 1 °С, 1/ °С.

3.3 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ТП — толщина покрытия;

ПАВР — поверхностная акустическая волна Рэлея;

ПЭП — пьезоэлектрический преобразователь;

СИ — средство измерений.

4 Общие положения

4.1 Метод основан на том, что при различных скоростях распространения ПАВР в материалах покрытия и основания эффективная скорость ПАВР в конструктивном элементе с тонким (до 100 мкм) покрытием зависит от ТП [1]—[3].

4.2 Метод реализуется с помощью ручного способа ультразвукового контактного прозвучивания с применением раздельно-совмещенных ПЭП по ГОСТ 26266.

4.3 Оптимальный вид излучаемого сигнала — «радиоимпульс» с высокочастотным (ультразвуковым) заполнением, плавной огибающей и эффективной длительностью (на уровне 0,6 максимальной амплитуды) 2—4 периода основной частоты.

4.4 Определяемая ТП является усредненной по пути распространения импульса ПАВР.

5 Требования безопасности

5.1 К выполнению измерений допускают операторов, обладающих навыками эксплуатации оборудования ультразвукового контроля, умеющих пользоваться национальными и отраслевыми нормативными и техническими документами по акустическим методам контроля, прошедших обучение работе с применяемыми СИ и аттестованных на знание правил безопасности в соответствующей отрасли промышленности.

5.2 При определении ТП оператор должен руководствоваться ГОСТ 12.1.001, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.3.002 и правилами технической безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей по ГОСТ 12.1.019 и ГОСТ 12.1.038.

5.3 Измерения проводят в соответствии с требованиями безопасности, указанными в инструкции по эксплуатации аппаратуры, входящей в состав используемых СИ.

5.4 Помещения для проведения измерений должны соответствовать требованиям по [4] и [5].

5.5 При организации работ по определению ТП должны быть соблюдены требования пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004.

6 Требования к средствам измерений

6.1 В качестве СИ используют установки, собранные из серийной аппаратуры, или специализированные ультразвуковые приборы (далее — приборы), сертифицированные и поверяемые в установленном порядке.

6.2 СИ должны обеспечивать относительную погрешность определения задержки импульса ПАВР не более 10^{-4}.

6.3 Эксплуатационные характеристики приборов должны соответствовать требованиям технических условий и настоящего стандарта.

6.4 В качестве ПЭП используют раздельно-совмещенные пьезопреобразователи типа П122 по ГОСТ 26266, состоящие из объединенных в одном корпусе излучателя и приемника продольных волн.

6.5 Для измерения температуры поверхности покрытия используют контактные термометры по ГОСТ 6651 или по ГОСТ 6616 типа «ТК» с погрешностью измерения температуры не более 1 °С в диапазоне температур от 0 °С до 60 °С.

6.6 Вспомогательные устройства и материалы

6.6.1 Шлифовальный инструмент для подготовки поверхности покрытия — по ГОСТ 12.2.013.0.

6.6.2 Для обезжиривания поверхности применяют спирт по ГОСТ 17299 или ацетон по ГОСТ 2768.

6.6.3 В качестве контактной жидкости применяют достаточно густые текучие, хорошо проводящие ультразвук жидкости (например, глицерин по ГОСТ 6259; автолы 6, 10, 18; компрессорное и другие аналогичные ему масла по ГОСТ 32, обладающие смачивающими свойствами по отношению к поверхности покрытия и контактной поверхности ПЭП).

7 Требования к покрытию

7.1 Покрытие не должно иметь трещин, сколов, отслоений, вздутий, открытых и закрытых раковин, а также поверхностных загрязнений.

7.2 ТП должна быть больше, чем микронеровности поверхности материала основания.

7.3 В качестве материала основания могут быть магнитные и немагнитные материалы: стали и сплавы на основе железа; сплавы на основе меди, алюминия, титана, никеля и др.

7.4 Шероховатость поверхности покрытия — по ГОСТ 2789 и должна соответствовать конструкторской документации.

Примечание — Метод не обеспечивает требуемую точность определения ТП, если шероховатость поверхности покрытия R_a превышает 2,5 мкм по ГОСТ 2789.

7.5 Толщина основания в зоне измерения должна быть не менее 2 мм.

7.6 Температура поверхности покрытия в зоне измерения должна быть в пределах от 0 °С до 60 °С.

7.7 Перед установкой ПЭП поверхность покрытия очищают от грязи, окалины, ржавчины и обезжиривают.

8 Порядок подготовки к проведению измерений

8.1 Устанавливают предельно допустимую абсолютную погрешность определения ТП Δh_o.

8.2 Выбирают ПЭП, эффективная частота импульса которого в зависимости от Δh_o имеет следующие значения:

- при $f_э$ = 2,5 МГц $\Delta h_o = \pm$ (1 – 2) мкм;
- при $f_э$ = 5,0 МГц $\Delta h_o = \pm$ (0,5 – 1) мкм;
- при $f_э$ = 10 МГц $\Delta h_o = \pm$ (0,25 – 0,5) мкм.

8.3 На основании справочных данных или экспериментально определяют величины V_o, V_n, $\overline{t_o}$.

8.4 Определяют расположение точек измерений ТП.

8.5 Размеры указанных зон должны в полтора раза или более превышать соответствующие размеры контактной поверхности ПЭП.

8.6 Наносят слой контактной жидкости на подготовленную поверхность покрытия.

8.7 Включают прибор, проверяют его работоспособность, выводя на экран видеоконтрольного устройства временную развертку принимаемых сигналов.

8.8 Проверяют отсутствие на временной развертке импульсов, вызванных наличием в области измерения дополнительных отражающих границ (трещин, царапин и др.).

9 Порядок проведения измерений и правила их обработки

9.1 Измеряют температуру поверхности покрытия в зонах выбранных точек измерений.

9.2 В выбранных зонах проводят измерения задержек импульсов ПАВР и записывают их результаты.

9.3 Измерения по 9.2 повторяют 3—5 раз.

9.4 Для каждой зоны определяют средние значения задержек импульсов ПАВР по формуле

$$\bar{t} = \frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{N}. \quad (1)$$

9.5 Рассчитывают коэффициент вариации результатов измерений задержек импульса ПАВР по формуле

$$\delta = \frac{\sigma_t}{\bar{t}}, \quad (2)$$

где σ_t — среднее квадратическое отклонение, вычисляемое по формуле

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} t_i}{N}}. \quad (3)$$

9.6 Если выполняется соотношение $\delta \le 10^{-4}$, то в качестве расчетного значения задержки импульса ПАВР выбирают полученное значение $\bar{t}$, в противном случае число измерений N увеличивают и измерения по 9.2—9.5 повторяют до тех пор, пока величина коэффициента вариации δ не достигнет значения 10^{-4}.

Примечание — При невозможности обеспечить величину коэффициента вариации δ не более 10^{-4}, принимают решение об определении ТП с пониженной точностью или о невозможности измерений.

9.7 Рассчитывают приведенные задержки t^o и t_o^n по формулам

$$t^n = \bar{t}\,[1 - k_T(T - 20)], \quad (4)$$

$$t_o^n = \overline{t_o}\,[1 - k_T(T_o - 20)]. \quad (5)$$

Примечание — Для наиболее распространенных металлов основания и покрытий и призмы преобразователя, выполненной из оргстекла, значение k_T можно принять равным $2,3 \cdot 10^{-4}$ 1/ °С. При повышенных требованиях к точности определения ТП величину k_T определяют экспериментально.

9.8 ТП в каждой зоне измерения рассчитывают по формуле

$$h = \frac{\lambda}{\ln\left(\frac{V_o}{V_n}\right)} \ln\left(\frac{t^n}{t_o^n}\right). \quad (6)$$

10 Правила оформления результатов измерений

10.1 Результаты измерений фиксируют в протоколе, форма которого приведена в приложении А.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола измерений

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель

_____
наименование организации

_____ _____
личная подпись инициалы, фамилия

«_____»_____20__ г.

ПРОТОКОЛ
определения толщины покрытия

_____
(технический объект, контролируемый участок технического объекта)

1 Дата измерения _____
2 Организация, проводящая измерения _____
3 Владелец объекта _____
4 Данные об объекте:
назначение _____
завод-изготовитель, технология изготовления объекта _____
толщина основания в зоне точки измерений _____
состояние поверхности покрытия _____
дополнительные сведения об объекте _____
5 Эскиз объекта с указанием местоположения зон измерений и их нумерации (приводится в приложении к протоколу) _____
6 Сведения о материалах объекта:
страна-изготовитель _____
марка материала (с указанием национального или иного стандарта) _____
технология изготовления _____
7 Эффективная частота импульса ПАВР (МГц) _____
8 Температура поверхности покрытия (°С) _____
9 Наибольшее значение коэффициента вариации задержек импульса ПАВР _____

Таблица 1 — Результаты измерений в зонах

№ зоны измерения	1	2	3	…	…
Задержка импульса ПАВР, нс					
Толщина покрытия, мкм					

Измерения выполнил оператор _____ _____
личная подпись инициалы, фамилия

Руководитель лаборатории
неразрушающего контроля _____ _____
личная подпись инициалы, фамилия

Библиография

[1] Викторов И. А. Звуковые поверхностные волны в твердых телах. М.: Наука. 1981, 287 с.
[2] Неразрушающий контроль. Справочник под ред. В.В. Клюева, т. 3. М.: Машиностроение, 2004. 864 с.
[3] Углов А.Л., Ерофеев В.И., Смирнов А.Н. Акустический контроль оборудования при изготовлении и эксплуатации. М.: Наука, 2009. 280 с.
[4] СНиП 11 — М.2—72 Общественные здания и сооружения. Нормы проектирования
[5] СН 245—71 Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий

УДК 620.172.1:620.179.16:006.354 ОКС 77.040.10 Т59

Ключевые слова: толщина покрытия, контактное прозвучивание, поверхностная акустическая волна Рэлея, задержка импульса, пьезоэлектрический преобразователь, длина волны

Редактор *Б.Н. Колесов*
Технический редактор *В.Н. Прусакова*
Корректор *М.И. Першина*
Компьютерная верстка *А.Н. Золотаревой*

Сдано в набор 03.06.2013. Подписано в печать 01.10.2013. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 1,40. Уч.-изд. л. 0,85. Тираж 98 экз. Зак. 1087.

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» на ПЭВМ.
Отпечатано в филиале ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ» — тип. «Московский печатник», 105062 Москва, Лялин пер., 6.

gost.e-ecolog.ru