ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 55806— 2013

Контроль неразрушающий

АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ СЛОЕВ БИМЕТАЛЛА

Общие требования

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2016

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Автономной некоммерческой организацией «Научно-исследователь-ский центр контроля и диагностики технических систем» (АНО «НИЦ КД»), Закрытым акционерным обществом «Специальное конструкторское бюро «Инфотранс» (ЗАО «Инфотранс»)

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 22 ноября 2013 г. №1672-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

5 ПЕРЕИЗДАНИЕ. Октябрь 2016 г.

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона «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 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

© 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

Введение

Во многих отраслях промышленности широко используются биметаллы, изготовленные с использованием различных технологий. В случаях, когда биметаллы применяют в потенциально опасных технических объектах, предъявляются повышенные требования к прочности сцепления слоев.

Современные методы неразрушающего акустического контроля качества биметаллов в основном направлены на определение наличия расслоений, по площади соизмеримых с площадью сечения зондирующего луча, равной обычно не менее 10 – 50 мм^2 [1, 2]. Результаты такого контроля часто оказываются недостаточны для достоверной оценки технического состояния объекта с конструктивными элементами из биметаллов по критерию прочности сцепления их слоев, поскольку к понижению прочности сцепления приводят микрорасслоения площадью менее 1 мм^2, рассеянные вдоль границы слоев биметалла.

Настоящий стандарт разработан с целью обеспечения методической основы применения акустического метода для определения прочности сцепления слоев биметалла при отсутствии макрорасслоений, обнаруживаемых стандартными методами ультразвукового контроля.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Контроль неразрушающий

АКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ПРОЧНОСТИ СЦЕПЛЕНИЯ СЛОЕВ БИМЕТАЛЛА

Общие требования

Non-destructive testing. Ultrasound measurement of bonding strength of layers in bimetal
General requirements

Дата введения — 2015—01—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на акустический метод определения прочности сцепления слоев биметаллических материалов, изготавливаемых прокаткой, литьем, сваркой или наплавкой.

Стандарт устанавливает основные требования к порядку определения прочности сцепления слоев биметалла с использованием акустического эхо-метода.

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 Р ИСО 4386-1–94 Подшипники скольжения. Металлические многослойные подшипники скольжения. Неразрушающие ультразвуковые испытания соединения слоя подшипникового материала и основы

ГОСТ Р ИСО 5725-2–2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 2. Основной метод определения повторяемости и воспроизводимости стандартного метода измерений

ГОСТ 7.32 – 91 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления

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 12.3.002 – 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

ГОСТ 17299 – 78 Спирт этиловый технический. Технические условия

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

Издание официальное

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 ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется принять в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины, определения, обозначения и сокращения

3.1 В настоящем стандарте применены следующие обозначения:

- $P_с$ прочность сцепления слоев биметалла, полученная испытанием образца из биметалла на отрыв или срез, МПа;
- $h_о$ толщина основного слоя, мм;
- $h_п$ толщина плакирующего слоя, мм;
- $V_о$ скорость распространения продольных упругих волн в материале основного слоя, м/с;
- $V_п$ скорость распространения продольных упругих волн в материале плакирующего слоя, м/с;
- $f_э$ эффективная частота импульса упругих волн, МГц;
- $f_д$ частота дискретизации сигнала, МГц;
- $T_р$ длительность развертки, мкс;
- $u_{i,j}$ уровень сигнала в i-й точке осциллограммы при j-м повторном измерении, бит, $j = 1..N$;
- N число повторных акустических измерений;
- $E_с^j$ результат однократного измерения энергии упругого импульса, отраженного от границы раздела слоев биметалла, бит^2;
- $E_с$ среднее значение энергии упругого импульса, отраженного от границы раздела слоев биметалла, бит^2;
- $E_д^j$ результат однократного измерения энергии упругого импульса, отраженного от донной поверхности биметалла, бит^2;
- $E_д$ среднее значение энергии упругого импульса, отраженного от донной поверхности биметалла, бит^2;
- $E_{сд}^j$ результат однократного измерения относительной энергии упругих импульсов, бит^2;
- $E_{сд}$ среднее значение относительной энергии упругих импульсов, бит^2.

3.2 В настоящем стандарте далее применены следующие сокращения.

ПССБ – прочность сцепления слоев биметалла;
ОК – объект контроля;
ПЭП – пьезоэлектрический преобразователь;
УИ – упругий импульс;
СИ – средство измерений.

4 Общие положения

4.1 Метод основан на использовании связи между энергией упругого импульса, отраженного от границы слоев биметалла, и степенью несплошности границы, определяющей прочность сцепления слоев [1, 3, 4].

4.2 Метод реализуется с помощью ручного способа ультразвукового контактного прозвучивания с применением прямых совмещенных или 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), равной 2 – 4 периодам основной частоты.

4.4 Определение ПССБ проводится по полученной в ходе тарировочных экспериментов регрессионной зависимости величины $P_с$ от энергетических параметров УИ, распространяющегося в биметалле.

4.5 Определяемая ПССБ является усредненной по пути распространения УИ.

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 ПССБ оператор должен руководствоваться ГОСТ 12.1.001, ГОСТ 12.2.003, ГОСТ 12.3.002 и правилами безопасности при эксплуатации электроустановок 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 ПССБ 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, сертифицированные и поверяемые в установленном порядке.

6.2 СИ должны обеспечивать проведение измерений эхо-методом с использованием УИ с плавной огибающей.

6.3 СИ должны обеспечивать дискретизацию ультразвукового сигнала с частотой $f_д$, превосходящей не менее чем в $k_д$ раз эффективную частоту $f_э$ используемого ПЭП.

6.3 СИ должны содержать аналого-цифровые преобразователи с разрядностью не менее $k_ц$.

Примечание – $k_д$ и $k_ц$ обычно имеют значения 10 и 12 соответственно, однако могут быть уточнены в ходе предварительных тарировочных экспериментальных исследований по установлению вида регрессионной зависимости между величинами $E_{сд}$ и $P_с$

$$P_c = F(E_{сд}). \quad (1)$$

6.4 Программное обеспечение СИ должно обеспечивать расчет энергии сигнала на любом временном интервале в пределах максимально наблюдаемых задержек УИ.

6.5 Первичная акустическая информация для каждого испытания должна постоянно храниться на внешних носителях, защищенных от несанкционированного доступа.

6.6 Документация СИ должна содержать методику выполнения измерений, а также документы, устанавливающие:

- назначение и область применения СИ;
- состав и основные характеристики средств аппаратного и программного обеспечения, включающие погрешность измерения параметров УИ;
- методы и средства достижения совместимости СИ, в том числе информационной, электрической, энергетической, программной, конструкторской, эксплуатационной;
- правила агрегатирования средств аппаратного и программного обеспечения и организации их взаимодействия.

6.7 Описание функциональных возможностей СИ в эксплуатационных, конструкторских и программных документах должно отражать характеристики аппаратного и программного обеспечения.

6.8 Эксплуатационные характеристики СИ должны соответствовать требованиям технических условий и настоящего стандарта.

6.9 Вспомогательные устройства и материалы

6.9.1 Для подготовки поверхности ОК используют шлифовальный инструмент, обеспечивающий шероховатость поверхности в соответствии с 7.2.

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

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

7 Требования к объектам контроля

7.1 Исследуемый биметалл не должен иметь расслоения, обнаруживаемые методами дефектоскопии аналогичным рекомендуемым ГОСТ Р ИСО 4386-1 и [2].

7.2 Шероховатость поверхности R_a биметалла в точках контроля – не более 2,5 мкм по ГОСТ 2789.

Примечание – Метод не гарантирует требуемую точность определения ПССБ, если шероховатость поверхности ОК превышает 2,5 мкм.

7.3 Толщина слоев биметалла в точках контроля должна быть не менее 2 мм.

7.4 Температура поверхности биметалла в точках контроля должна быть в пределах от 5 °С до 40 °С.

7.5 Перед установкой ПЭП поверхность ОК очищают от грязи, окалины, ржавчины и обезжиривают.

8 Порядок подготовки к проведению контроля

8.1 На основании технической документации на ОК определяют значения $h_с$ и $h_п$ в точках контроля.

8.2 На основании справочных данных или экспериментально определяют величины $V_с$ и $V_п$.

8.3 Выбирают ПЭП, эффективная частота импульса которого в зависимости от $h_п$ имеет следующие значения:

- при $h_п$ от 2 до 3 мм $f_э$= 10 МГц;
- при $h_п$ от 3 до 10 мм $f_э$= 5 МГц;
- при $h_п$ более 10 мм $f_э$= 2,5 МГц.

8.4 Определяют расположение точек контроля ПССБ.

8.5 Наносят слой контактной жидкости на подготовленную поверхность ОК.

8.6 Включают СИ, проверяют его работоспособность, выводя на экран видеоконтрольного устройства временную развертку принимаемых сигналов.

Длительность развертки в мкс должна обеспечивать выполнение неравенства

$$T_r \geq \frac{2h_п}{V_п} + \frac{2h_о}{V_о} + t_з + 5, \quad (2)$$

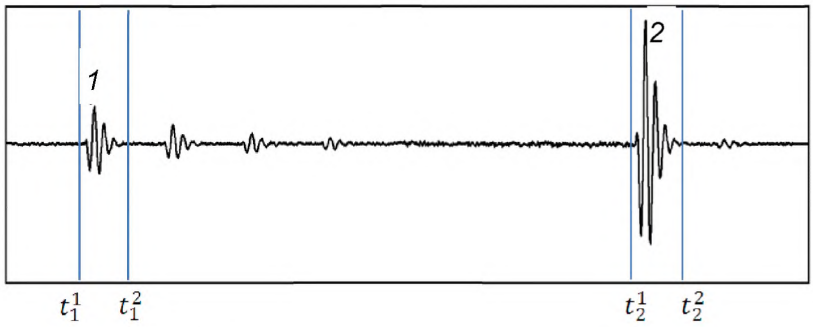
где $t_з$ – задержка зондирующего импульса, мкс, определяемая техническими характеристиками используемого СИ.

8.7 Проверяют отсутствие на временной развертке импульсов, вызванных наличием в точке контроля дополнительных отражающих границ (расслоений, трещин, пор и др.), находящихся внутри слоев биметалла, не обнаруженных при дефектоскопическом контроле.

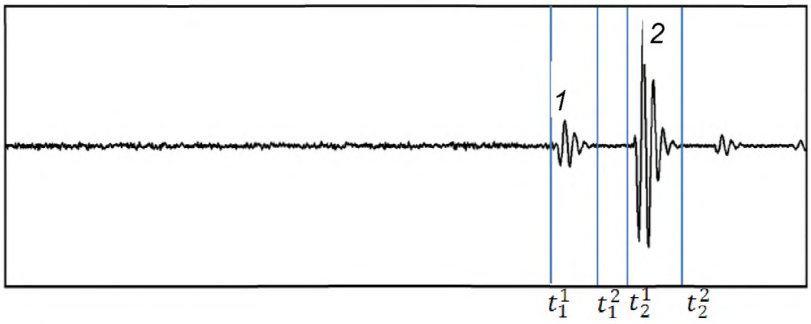
9 Порядок проведения контроля и правила обработки результатов

9.1 Для выбранной точки контроля получают осциллограмму отраженных импульсов, вид которой схематически приведен на рисунке 1.

9.2 Средствами ПО используемого СИ выбирают временные границы первого УИ, отраженного от границы слоев биметалла (импульс *1* на рисунке 1), t_1^1 и t_1^2 и первого донного УИ (импульс *2* на рисунке 1) t_2^1 и t_2^2 (вертикальные линии на рисунке 1) таким образом, чтобы внутри выбранных границ уровень сигнала превышал среднее значение уровня шума не менее чем на 6 дБ.



а) контроль со стороны плакирующего слоя;



б) контроль со стороны основного слоя

1 – первый УИ, отраженный от границы слоев биметалла; *2* – первый донный УИ

Рисунок 1 – Отраженные импульсы

9.3 Вычисляют энергии УИ, отраженного от границы раздела слоев биметалла и донного УИ по формулам:

$$E_c^j = \sum_{i=n_1^1}^{n_1^2} u_{ij}, \quad (3)$$

$$E_{Д}^{j} = \sum_{i=n_2^1}^{n_2^2} u_{ij}, \quad (4)$$

где $n_1^1 = [t_1^1 f_Д]$, $n_1^2 = [t_1^2 f_Д]$, $n_2^1 = [t_2^1 f_Д]$, $n_2^2 = [t_2^2 f_Д]$. Значок «[ ]» означает операцию округления.

9.4 Действия по 9.1 – 9.3 повторяют не менее 10 раз.

9.5 Вычисляют массив значений относительных энергий УИ по формуле

$$E_{СД}^{j} = \frac{E_C^j}{E_Д^j}. \quad (5)$$

9.6 Массив значений $E_{СД}^{j}$ проверяют на наличие выбросов в соответствии с ГОСТ Р ИСО 5725-2.

9.7 Определяют средние значения относительной энергии УИ по формуле

$$E_{СД} = \frac{\sum_{j=1}^{N} E_{СД}^{j}}{N}. \quad (6)$$

9.8 Рассчитывают коэффициент вариации результатов измерений по формуле

$$\delta = \frac{\sigma}{E_{СД}}, \quad (7)$$

где σ - среднеквадратичное отклонение, вычисляемое по формуле

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{N} \left(E_{СД}^{j} - E_{СД}\right)^2}{N}}. \quad (8)$$

9.9 Сравнивают значение δ с предельно допустимым значением δ_*, полученным в ходе тарировочных экспериментов, обеспечивающим требуемую точность определения ПССБ.

Если выполняется соотношение

$$\delta \leq \delta_*, \quad (9)$$

то в качестве расчетного значения относительной энергии УИ выбирают полученное значение $E_{СД}$, в противном случае число измерений N увеличивают и измерения по 9.1 – 9.8 повторяют до тех пор, пока величина коэффициента вариации не достигнет значения δ_*.

Процедура проведения тарировочных экспериментов по установлению вида уравнения регрессии (1) и обработки их результатов – по ГОСТ Р ИСО 5725-2.

9.10 При невозможности обеспечить величину коэффициента вариации δ не более δ_* принимают решение об определении ПССБ с пониженной точностью или о невозможности измерений.

9.11 При соблюдении условия (9) рассчитывают значение ПССБ на основании экспериментально полученного уравнения регрессии (1).

10 Правила оформления результатов измерений

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

10.2 Если определение ПССБ акустическим методов является частью научно-исследовательских работ, то результаты измерений оформляют в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32.

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола контроля

«УТВЕРЖДАЮ»
Руководитель

_____
наименование организации

_____ _____
личная подпись, инициалы, фамилия

«_____»_____20__

ПРОТОКОЛ
определения прочности сцепления слоев биметалла

_____
(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 основного слоя в точках контроля
_____
толщина плакирующего слоя в точках контроля
_____
шероховатость поверхности
_____
дополнительные сведения об объекте
_____

5 Эскиз объекта с указанием местоположения точек контроля и их нумерации (приводится в приложении к протоколу)_____

6 Сведения о материалах объекта

страна-изготовитель
_____
марка материалов (с указанием национального или иного стандарта) _____
технология изготовления
_____

7 Эффективная частота импульса упругих волн $f_э$, МГц
_____

8Температура поверхности объекта, °С_____

9 Наибольшее значение коэффициента вариации δ относительной энергии импульсов_____

Т а б л и ц а 1 – Результаты измерений в точках контроля

№ точки контроля	1	2	3	…	…
Относительная энергия импульсов $E_{сд}$, бит^2					
Прочность сцепления слоев биметалла $P_с$, МПа					

Измерения выполнил оператор

	личная подпись	инициалы, фамилия
Руководитель лаборатории неразрушающего контроля	личная подпись	инициалы, фамилия

Библиография

[1] Неразрушающий контроль. Справочник под ред. В.В. Клюева, т.3. М.: Машиностроение, 2004. 864 с.

[2] РД 2728.05.013–2006 Методика эксплуатационного ультразвукового контроля баббита подшипников турбин типа К-220, К-500, К-1000. ЦНИИТМАШ

[2] А.В. Иляхинский, В.М. Родюшкин. Ультразвуковая методика контроля прочности соединения слоев биметаллических вкладышей // Дефектоскопия. 2010. № 3. С. 63–66

[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

Ключевые слова: биметалл, прочность сцепления, контактное прозвучивание, энергия импульса, пьезоэлектрический преобразователь, дискретизация, эффективная длина волны

Подписано в печать 27.10.2016. Формат 60x84 1/8.

Усл. печ. л. 1,86. Тираж 6 экз. Зак. 2702.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»,

123995 Москва, Гранатный пер., 4.

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

gost.e-ecolog.ru