

О метрологическом статусе образцов для ультразвукового неразрушающего контроля

В.В. Федоров

*ведущий инженер производственно-исследовательского отдела
радиоэлектронных измерений БелГИМ*

Образцы, применяющиеся в ультразвуковом неразрушающем контроле, в зависимости от области применения можно разделить на две основных группы. Первая группа предназначена для настройки приборов при выпуске их из производства и ремонта, а также поверки (калибровки). По своей сути эти образцы являются имитаторами, образцовыми мерами, отражающими определенные свойства ультразвуковых приборов. Вторая группа образцов предназначена для настройки прибора на решение конкретной задачи неразрушающего контроля. Их материально-технической реализацией являются контрольные образцы **конкретного** вида продукции предприятий. Настройка прибора при выпуске его из производства (поверке) носит условный характер и обеспечивает взаимосвязь между информативными параметрами и контролируруемыми признаками качества. При последующей настройке прибора при помощи образцов второй группы обеспечивается взаимосвязь между контролируемыми признаками качества и эксплуатационными свойствами объекта контроля, и универсальный прибор ультразвукового контроля становится специализированным, но с более высокими метрологическими характеристиками. Настройка приборов на образцах первой группы обеспечивает единообразие СНК, последующая настройка на образцах второй группы – достаточную достоверность информации о качестве конкретной продукции. Таким образом, образцы первой группы гарантируют возможность применения средств (проверен диапазон измерений, погрешность, чувствительность, работоспособность и т.д.), а образцы второй группы эту возможность превращают в действительность.

В качестве образцов первой группы используются комплекты мер дефектов КМД 1-0, КМД 2-0, КМД 4-0, комплект ультразвуковых мер толщины КМТ-176М1 и комплект ультразвуковых стандартных образцов толщины КУСОТ-180.

Образцы второй группы представляют собой блоки, изготовленные из материала контролируемого объекта, с заданной формой и размерами, которые дополнительно могут содержать разного рода несплошности, имитирующие реальные дефекты. В подавляющем большинстве случаев эти образцы не кодифицированы и не имеют специального обозначения. В нормативной и технической литературе они чаще всего именуется СОП (стандартные образцы предприятий).

Промежуточное положение занимает широко распространенный комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2, который используется как в качестве образцов первой группы, так и второй.

Если проанализировать нормативную и техническую литературу, относящуюся к ультразвуковому контролю, то сразу бросается в глаза отсутствие единообразия в наименовании образцов. Применяются термины «стандартный образец», «контрольный образец», «тест-образец», «эталонный образец», «эталон», «образец чувствительности», причем зачастую один и тот же тип образцов может именоваться по-разному. Комплект КМД 4-0 фигурирует и в качестве «комплекта мер дефектов» и «комплекта отраслевых стандартных образцов». Образцы из комплекта КОУ-2 называются то «контрольный образец № 1 (2,3,4)», то «стандартный образец (СО-1 (2,3,4))». Идентичные по геометрическим параметрам и способу применения комплекты КМТ-176 М1 и КУСОТ-180 именуется в первом случае комплектом мер толщины, во втором – комплектом стандартных образцов толщины и т.д. Важным моментом здесь является то, что если наименование «стандартный образец» сразу предопределяет метрологический статус образцов в системе видов средств измерения (мера, измерительный преобразователь, измерительный прибор, стандарт-

ный образец и т.д.), то все остальные названия никакой информации о метрологическом статусе образца не несут, и отнесение их к одному из видов СИ требует знания конструкции образца. Но, с другой стороны, во всей нормативной и технической литературе в области ультразвукового неразрушающего контроля термин «стандартный образец» всегда употребляется обособленно, сам по себе, не конкретизируя тех свойств (состава) материала, который он должен стандартизировать. В таком случае, правомерно ли вообще называть такие образцы стандартными образцами?

Некогда закрепившееся ошибочное наименование «стандартные образцы» было подкреплено довольно расплывчатым определением СО, которое приводилось в прежних редакциях ГОСТ 8.315 и в таком виде перешедшее в СТБ 8005 редакции 1994 года:

Стандартный образец состава и свойств веществ и материалов – средство измерений в виде вещества (материала), состав и свойства которого установлены аттестацией.

Данное определение постулирует два основных факта:

- 1) стандартный образец - это средство измерений;
- 2) отличительным признаком стандартного образца является предварительная аттестация, устанавливающая количественное значение свойств или состава материала.

В данном определении отсутствуют указания о том, характеризуется ли физическая величина или физический процесс, а также относится ли это определение к составу или свойствам конкретного материала.

Таким образом, отнесение образцов, применяющихся в неразрушающем контроле, к стандартным образцам было в определенной степени правомерным.

В новой редакции ГОСТ 8.315-97 и разработанном в его развитие СТБ 8005-2000 приводится уже принципиально новое определение стандартного образца:

Стандартный образец состава или свойств вещества (материала); СО – средство измерений в виде определенного количества вещества или материала, предназначенное для воспроизведения и хранения размеров величин, характеризующих состав или свойства этого вещества (материала), значения которых установлены в результате метрологической аттестации, используемое для передачи размера единицы при поверке, калибровке, градуировке средств измерений, аттестации методик выполнения измерений и утвержденное в качестве стандартного образца в установленном порядке.

Если рассмотреть какой-нибудь образец, применяющийся в ультразвуковом контроле, в части нормирования и определения его характеристик, то здесь выделяется две группы – геометрические (размер, форма, глубина залегания искусственного отражателя и его размеры) и акустические (скорость и затухание ультразвуковых колебаний). Геометрические характеристики являются универсальными и не могут характеризовать состав или свойства материала, в отличие от акустических. Но для образцов, применяющихся в неразрушающем контроле, акустические характеристики не нормируются для **конкретного** материала, что является обязательным требованием вышеприведенного определения. Затухание можно вообще исключить из рассмотрения, ибо это – физический процесс, а не физическая величина. Что касается скорости, то знание ее значения нужно не для идентификации материала образца – образец может быть изготовлен из любого материала, лишь бы скорость в нем соответствовала решаемым задачам. Выбор марки материала для изготовления образцов в требуемом диапазоне скоростей определяется в первую очередь технологичностью этого материала. Например, образцы КМД 4-0 согласно ТУ должны изготавливаться из стали марки 40Х13, однако выбор этой марки объясняется не тем, что для поверки ультразвуковых приборов требуется именно такой материал (как в случае с иными стандартными образцами), а тем, что это – нержавеющая сталь, с одной стороны, она доступна, с другой – хорошо поддается термической и механической обработке. С метрологической точки зрения комплект

КМД 4-0 может быть изготовлен из любой низко- или среднеуглеродистой стали с диапазоном скоростей ультразвука 5900-6200 м/с.

Таким образом, видно, что образцы, применяющиеся в ультразвуковом контроле, лишены главных свойств стандартных образцов, указанных в вышеприведенном определении:

1) они не воспроизводят (или хранят) свойства (состав) **данного** вещества, поскольку выбор их материала определяется в первую очередь технологичностью материала, марка которого может быть любой, обеспечивающей требуемый диапазон скоростей;

2) они не передают значение аттестованной величины (размер единицы физической величины) нижестоящим средствам;

3) если рассмотреть определение комплекта СО, поскольку большинство образцов в неразрушающем контроле используется в виде комплектов (*комплект стандартных образцов – стандартный образец в виде совокупности нескольких (более двух) экземпляров, поставляемых и применяемых совместно, имеющих разные аттестованные значения одной и той же величины, упорядоченные в пределах определенного диапазона ее значений, поставляемых потребителю вместе с паспортом комплекта стандартных образцов*), то видно, что используемые комплекты не соответствуют и этому определению – аттестуемая величина в комплекте образцов остается постоянной для каждого образца в комплекте (скорость ультразвука), а меняются геометрические размеры образцов в комплекте, по которым образец нельзя характеризовать в качестве стандартного образца.

Каким же образом этот парадокс разрешается в стандартах, относящихся к области ультразвукового неразрушающего контроля? Естественно для этого обратиться к терминологическому ГОСТ 23829-85. Определение стандартного образца отнесено почему-то к разделу «Метрологическое обеспечение средств неразрушающего контроля». Само по себе оно стоит того, чтобы его привести:

Стандартный образец для средств акустического неразрушающего контроля - средство измерения в виде твердого тела, предназначенное для хранения и воспроизведения значений физических величин,

принятых в качестве единиц для измерения метрологических характеристик, отражающих показатели качества продукции в соответствии с назначением средств акустического неразрушающего контроля и физическим особенностями реализуемых ими методов.

Попытка как-то осмыслить это определение, если к чему-то и приводит, так только к выводу об отсутствии какой-либо практической пользы от его применения. Неудивительно, что авторы справочников, учебников и пособий по ультразвуковому контролю не пытались даже воспроизводить это определение. Само понятие образца для контроля приводилось как данность, к тому же на почве этой неопределенности родилась стихийная классификация «стандартных образцов». Вот как предлагает это делать традиционно считающийся самым авторитетным справочник [4]:

«Различают государственные СО (ГСО) и стандартные образцы предприятий (СОП).

ГСО предусмотрены стандартами, в которых указаны материал, из которого они изготовлены, их конструкция. Эти образцы, как правило, применяют для проверки и настройки аппаратуры при контроле широкого ассортимента продукции.

СОП рекомендованы ведомственными нормативно-техническими документами или НТД предприятий. Они предназначены для проверки и настройки аппаратуры при контроле определенного вида продукции, где ГСО неприменимы (например, при контроле изделий с большой кривизной поверхности) или где применение СОП технически более удобно».

Эта классификация кочует из книги в книгу, хотя ошибочность ее следует из того, что требования к типичным СОП приводятся в государственных стандартах, а типичные ГСО вроде известного комплекта КОУ-2 вовсе не идентичны образцам по ГОСТ 14782, да и сами называются контрольными образцами. Очевидно необходимое разделение образцов на две группы проводится по совершенно не относящимся к делу признакам.

Неясность метрологического статуса образцов приводит к существенным затруднениям при обеспечении образцов метрологическим контролем. Сложилась парадоксальная ситуация – тысячи образцов, используемых для настройки ультразвуковых приборов неразрушающего контроля, лишены какой-либо формы метрологического контроля как на этапе производства, так и в эксплуатации, вследствие неопределенности их статуса.

Таким образом, давно назрела необходимость пересмотра и внедрения новой терминологии для образцов, применяющихся в неразрушающем контроле вообще и ультразвуковом методе контроля в частности.

С 1 января 2010 года постановлением Госстандарта Республики Беларусь введен в действие в качестве государственного стандарта Республики Беларусь межгосударственный стандарт ГОСТ ИСО 5577-2009 «Контроль неразрушающий ультразвуковой. Словарь». Стандарт идентичен международному стандарту ISO 5577:2000 «Non-destructive testing. Ultrasonic inspection. Vocabulary», разработанному подкомитетом «Акустические методы» технического комитета по стандартизации ТК 135 «Неразрушающий контроль». Данный стандарт устанавливает термины с соответствующими определениями, применяемые в области ультразвукового неразрушающего контроля.

Стандарт подготовлен специалистами БелГИМ в рамках Программы работ по стандартизации, метрологии и оценке соответствия в области неразрушающего контроля, задания которой формируются Рабочей группой по неразрушающему контролю Научно-технической комиссии по метрологии МГС* в рамках развития системы стандартов в области неразрушающего контроля, гармонизации национальных стандартов с международными и европейскими стандартами.

Стандарт содержит 142 термина, относящихся к методам и средствам ультразвукового неразрушающего контроля, причем сами термины приводятся на трех языках – русском, английском и француз-

* Отчеты о заседаниях Рабочей группы регулярно публикуются на страницах настоящего журнала.

ском. Для сравнения, в сильно устаревшем ГОСТ 23829-85 содержится 93 термина, из которых переведены на английский язык только 16.

Отдельный раздел ГОСТ ИСО 5577 посвящен образцам для неразрушающего контроля. Данный стандарт отражает установившуюся практику разделения образцов на две группы. Первая группа образцов носит название калибровочных образцов (прямой перевод английского термина *calibration block*). Кроме того, дан перевод синонимичного английского названия *standard test block* – эталонный образец. Определение этого термина следующее:

Калибровочный образец; эталонный образец - образец из материала определенного состава с заданными чистотой обработки поверхности, термообработкой, геометрической формой и размерами, предназначенный для калибровки и оценки параметров ультразвукового прибора неразрушающего контроля.

Калибровочные образцы можно разделить на две подгруппы. К первой подгруппе относятся образцы, предназначенные для периодической поверки и калибровки ультразвуковых приборов неразрушающего контроля и находящиеся в поверочных и калибровочных лабораториях. К этой подгруппе относятся следующие комплекты образцов:

- 1) КМД 2-0 и КМД 4-0, предназначенные для ультразвуковых дефектоскопов;
- 2) КМТ-176М-1 и КУСОТ-180, предназначенные для ультразвуковых толщиномеров;
- 3) КМД 19-0, предназначенные для ультразвуковых структуроскопов.

Ко второй подгруппе относятся образцы, которые в основном применяются в лабораториях неразрушающего контроля для периодической проверки параметров и настройки приборов. В настоящее время практическое применение находит только комплект КОУ-2, состоящий из четырех образцов. В перспективе, в связи с расширением международного сотрудничества и гармонизации отечественных

стандартов с международными, планируется широкое внедрение в практику также образцов, разработанных и рекомендованных Международным институтом сварки. Национальный стандарт на калибровочный образец № 1 уже введен в действие [7], подготовлен проект стандарта на основе международного стандарта ISO 7693, регламентирующего требования к калибровочному образцу № 2.

Образцы, ранее известные как СОПы (стандартные образцы предприятия), получили теперь новое наименование:

Контрольный образец - образец, изготовленный из материала, аналогичного материалу объекта контроля, содержащий четко определенные отражатели; используется для настройки амплитудной и (или) временной шкалы ультразвукового прибора путем сравнения показаний от выявленных несплошностей с показаниями, полученными от известных отражателей.

Самое важное в данном определении – акцент на том, что данный тип образцов изготавливается из материала объекта контроля (или аналогичного ему). Данный термин объединяет все многообразие образцов, находящихся в лабораториях неразрушающего контроля, которые применяются для настройки ультразвуковых дефектоскопов, толщиномеров и структуроскопов (слово «**контрольный**» в наименовании образца как раз и означает принадлежность к области неразрушающего **контроля**).

Из новых определений калибровочного и контрольного образцов, а также из их назначения, следует, что эти образцы являются мерами.

Мера физической величины; мера величины; мера – средство измерений, предназначенное для воспроизведения и (или) хранения физической величины одного или нескольких заданных размеров, значения

которых выражены в установленных единицах и известны с необходимой точностью [8].

Здесь только следует иметь в виду, что контрольные (и калибровочные) образцы хранят и воспроизводят линейные единицы (размеры дефекта, расстояние до него и т.п.) через акустические единицы. Следовательно, помимо линейных, аттестации подлежат в обязательном порядке и акустические характеристики. Подробнее о системе метрологического обеспечения образцов, применяющихся в ультразвуковом неразрушающем контроле, будет рассказано в одном из ближайших номеров.

Литература

1. ГОСТ 8.315-97 «ГСИ. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения».
2. СТБ 8005-2000 «СОЕИ. Стандартные образцы. Основные положения».
3. ГОСТ 23829-85 «Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения».
4. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общей редакцией В.В. Клюева. Т.3: Ультразвуковой контроль / И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге – М.: Машиностроение, 2004.
5. ГОСТ 14782-86 «Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые».
6. ГОСТ ИСО 5577-2009 «Контроль неразрушающий ультразвуковой. Словарь».
7. СТБ EN 12223-2010 «Контроль неразрушающий. Ультразвуковой метод. Калибровочный образец № 1. Технические требования».
8. Основные термины метрологии: русско-белорусский словарь-справочник/ Ю.М. Плескачевский [и др.]; под общей редакцией Ю.М. Плескачевского. – Мн.: БелГИМ, 2007.

Статья поступила в редакцию 01.08.11