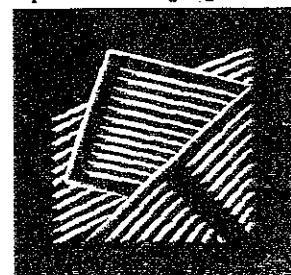


## Some of the "Painful" Issues of Traditional Ultrasonic Testing

M. V. Rozina  
G. A. Trofimova

Analysis of currently effective methodological documents on weld seams ultrasonic inspection in different industries is carried out. The emphasis is made on the matters that, due to inaccurate or mistaken propositions, can influence on quality assessment based on ultrasonic inspection and require additional clarification or explanation.



# НЕКОТОРЫЕ «БОЛЕЗНЕННЫЕ» ВОПРОСЫ УЗК ТРАДИЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

На фоне успехов в создании и внедрении новых методов и средств УЗК не снимаются с повестки дня вопросы, связанные с применением традиционных подходов. Большая армия дефектоскопистов до сих пор применяет (и видимо еще долго будет применять) переносные ультразвуковые дефектоскопы общего назначения и руководствуется отраслевыми методическими документами, рассчитанными на ручной УЗК такими приборами. При аттестации персонала, выполняющего контроль потенциально опасных объектов в различных отраслях промышленности, нам часто задают вопросы, касающиеся трактовки отраслевых методических документов (как старых, так и недавно пересмотренных). Иногда нам удается найти в этих документах «лазейки», позволяющие разрешить трудный вопрос, а иногда мы рекомендуем принять некоторые волевые решения, не забывая напомнить о необходимости согласования таких решений (например, в форме технологической карты контроля) с соответствующими органами.

Приведем некоторые примеры.

1. Наиболее драматична судьба одного из известнейших в стране отраслевого документа по УЗК котельного оборудования — ОП 501-ЦД [1]. Изданный впервые в 1975 г., он был одним из лучших методических документов того времени. На его последней странице была вклейка в виде таблицы, каждая строчка которой представляла собой целую технологическую карту контроля с указанием параметров ПЭП, способа настройки и уровня чувствительности и норм браковки. Все дефектоскописты носили копии этой таблицы в кармане. В 1997 г. этот документ был пересмотрен и превратился в «основные положения» с требованием составления карт контроля на каждый тип сварного шва. Кроме того, из него были изъяты многие нюансы контроля сложных узлов и изданы отдельными брошюрами, продаваемыми отдельно. Но это было еще полбеды. В том же году этот документ подвергся авантюрному изменению, целью было внедрение инструкции [2], предусматривающей настройку чувствительности не по зарубкам и не по АРД-шкалам (как было ранее), а по двугранному углу с последующей установкой заданного уровня по АРД-таблицам, построенным для преобразователей, выпускаемых авторами этой инструкции. Извещение об изменении ОП 501-ЦД, внесшее требования этой инструкции и санкционированное Котлонадзором, сильно исказило основной текст документа, выбросив из него весьма ценные положения. Например, в первоначальном варианте допускалось применение зарубки, несколько отличной от требуемой при условии вычисления поправки (в децибелах). Это очень полезное допущение широко использовалось на практике, а теперь оно пись-

менно не санкционировано и дает возможность надзорным органам «придираться».

Спустя некоторое время В. Г. Щербинский [3] показал, что при контроле сварных швов котельных труб наклонный ПЭП «притирается» к цилиндрической поверхности, и его повторная настройка по плоским образцам приводила к ошибкам из-за образовавшегося мениска. Уже через 20 мин сканирования чувствительность изменялась на  $2 \div 6$  дБ, а при повторной настройке (и еще через 20 мин сканирования) — на  $7 \div 14$  дБ. Потом было письмо Котлонадзора, разрешившее настройку «по-старому». Но в документе все внесенные изменения остались.

Еще следует заметить, что в документе ОП 501-ЦД сказано, что в корне кольцевого шва трубы допускаются протяженные дефекты, если их суммарная условная протяженность не превышает 20 % внутреннего периметра трубы. Приходится всем объяснять, что это не относится к двусторонним швам (ведь у них корень не на внутреннем периметре) и к швам с подкладным кольцом (которое предназначено для предотвращения непроваров в корне шва). Об этом сказано в нормативном документе РТМ-1с [4] в разделе, где приведены нормы оценки швов по результатам РГК.

2. Нормы оценки качества по УЗК трубопроводов газоснабжения и газораспределения раньше были изложены СНиП [5]. Это документ отменен, а нормы теперь указаны в СП 42-102 [2]. Но там только сказано, сколько дефектов не допускается на определенном участке, но не указано, на какой чувствительности следует проводить контроль. Эту информацию мы рекомендуем почерпнуть из документа (РТМ-1с) [4] — из таблицы 18.11. Хотя на газопроводы этот документ

Сотрудники ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», г. Санкт-Петербург:



**Розина Марина Витальевна**

Ведущий научный сотрудник, к. т. н., III уровень по акустическому виду НК.

**Трофимова Галина Николаевна**

Старший научный сотрудник, III уровень по акустическому виду НК.

не распространяется, но в упомянутой таблице приведены данные из СНиП [1].

3. В стандарте по УЗК сварных швов химического оборудования [7] рекомендуется оценивать условную протяженность дефектов по положению ПЭП, при котором эхо-сигнал уменьшается до 10 мм на экране. Это было написано тогда, когда отечественные дефектоскопы (например, ДУК 66-ПМ) имели маленькие экраны. Но при переиздании документа эта запись не исправлена. Теперь большой парк разнообразных дефектоскопов имеют экраны разного размера и с разным динамическим диапазоном, и такая оценка приводит к разным результатам. Там же (в [7]) есть ссылка на ГОСТ 14782, но не сказано, каким из способов (относительным или абсолютным) следует выполнять измерения условной протяженности. Приходится ссылаться на указания нормативного стандарта [8], где сказано, что измерять условную протяженность надо до уровня, соответствующего «0,5 амплитуды от искусственного отражателя» в СОП. Этот

отражатель определяет уровень браковочной чувствительности. В стандарте [7] уровень 0,5 от браковочного отражателя соответствует поисковой чувствительности. Следовательно, условную протяженность дефекта надо измерять на поисковой чувствительности.

4. В инструкции по УЗК магистральных газопроводов [9] содержится требование оценки коэффициента формы дефекта, отнесенного к категории точечных (со ссылкой на ГОСТ 14782). Протяженные дефекты и без этого бракуются. Точечные же дефекты, оцененные как плоскостные, также должны браковаться. При этом сказано, что при отсутствии средств оценки коэффициента формы, дефекты надо считать плоскостными. Мы ничего не смогли порекомендовать дефектоскопистам, кроме освоения системы «тандем», но при проверках лабораторий НК обнаружили, что разные организации владеют в разные крайности: у одних в журнале результатов УЗК на каждой строчке написано «плоскостной», но дефекты допущены,

а у других — на каждой строчке написано «объемный», чтобы не браковать. Не часто в полевых условиях при УЗК магистральных газопроводов встретишь дефектоскопистов ручного УЗК, владеющих методикой оценки коэффициента формы с использованием системы «тандем». На что рассчитывали авторы документа [9], ставя столь жесткие условия браковки? Возможно — на применение автоматизированных многоканальных установок, в которых предусмотрена классификация дефектов на плоскостные и объемные. Такая позиция имеет право на существование при условии обеспечения отрасли передовой техникой, а также может стимулировать это обеспечение. Но пока практики УЗК пишут про каждый точечный дефект, что он «плоскостной», излишние ремонтные заварки едва ли улучшат общее качество швов.

5. Наряду с критикой отраслевых документов других отраслей, мы, специалисты по УЗК, курирующие судостроительную отрасль, должны признать, что

Таблица. Требования к СОП для УЗК сварных швов в разных отраслевых документах

Номер документа	ПНАЭ Г-7-014	ОП № 501 ЦД	РД РОСЭК-001	СТО 00220256-005-2005	РД-19.100.00-КТН-001-10	СТО Газпром 2-24-083-2006	ОСТ 5.9768
Отрасль или объекты контроля	Атомная энергетика	Котельное оборудование	Грузоподъемное оборудование	Сосуды под давлением	Магистральные нефтепроводы	Магистральные газопроводы	Судостроение
Параметры, измеряемые при первичной аттестации	геом. размеры, шероховатость пов., скорость и коэффициент затух. ультразвука, амплитуды эхо-сигналов (ср. из 10 изм.)	геом. размеры, скорость и коэффициент затух. ультразвука	геом. размеры, шероховатость пов., скорость и коэффициент затух. УЗ, амплитуды эхо-сигналов (и их среднее квадр. откл.)	не указаны	Виды и размеры отражателей	не указаны	геом. размеры, амплитуды эхо-сигналов (с привязкой к опорному сигналу от СО-2)
Параметры, измеряемые при проверке	внешние геом. размеры, шероховатость	не указаны	то же	не указаны	не указаны	не указаны	амплитуды эхо-сигналов (допуск ±2 дБ)
Наименование операции	аттестация и проверка	аттестация и поверка	аттестация и поверка	не указано	аттестация	калибровка и аттестация	аттестация и поверка
Периодичность проверки	1 год	3 года, виз. осмотр — 1 раз в квартал	5 лет	не указана	3 года	не указана	не указана
Есть ли требования к паспорту	-	-	+	-	+	-	+
Есть ли допуски на размеры СОП, отражателей и углы	+	+	+	+	-	-	+
Есть ли допуски по акустическим свойствам	+	-	+	+	идентичность материала СОП с трубой		-
Есть ли ограничения по кривизне поверхности	+	+	+	+	+	+	+

ГОСТ 14782, п.2.9. «Требования к стандартным образцам предприятия, а также методика проверки основных параметров контроля должны быть указаны в технической документации на контроль, утвержденной в установленном порядке»

и в этой отрасли есть необъясненные моменты. Мы уже писали в статье [10] о задании норм оценки дефектов в сварных швах надводных судов в виде условной чувствительности по образцу СО-1. И писали, что пока безуспешно пытаемся инициировать пересмотр этого документа [11]. Но пока он действует, приходится объяснять дефектоскопистам, как настраивать чувствительность при контроле отраженным лучом. При создании этого документа номенклатура швов, подлежащих УЗК, сводилась к таким швам, которые можно контролировать со всех четырех сторон. Поэтому нормы были заданы по СО-1 только для первого прохода. Мы провели эксперименты и расчеты, позволившие установить среднее значение поправки на отраженный луч. Для толщин до 40 мм (область распространения документа [11]) она составила 6 дБ.

Приведенные «казусы» могут показаться, на первый взгляд, мелкими, но согласитесь, что от них зависит правильность оценки качества по результатам УЗК.

Методические документы разных отраслей промышленности имеют много различий, не всегда обоснованных особенностями контролируемых объектов. Например, во всех отраслях при контроле объектов, подведомственных Ростехнадзору, условная протяженность дефекта измеряется абсолютным способом, а при контроле мостовых конструкций — относительным. Но есть один документ [12] по контролю объектов атомной энергетики, где для случая контроля поковок предусмотрены оба способа, и выбрать надо тот, который соответствует более высокой чувствительности.

Различны также подходы к вопросам аттестации и проверки стандартных образцов предприятий (СОП). Во всех отраслях допускается их самостоятельное изготовление и проверка. Но требования разные. В таблице приведены требования нескольких отраслевых

стандартов. Особенно разнообразны параметры, измеряемые при аттестации. Многократное измерение амплитуды (де еще с оценкой среднего квадратического отклонения) не даст информации об изменении отражателя без привязки к постоянному опорному сигналу. Вы пробовали когда-нибудь десять раз измерять амплитуду сигнала от одной и той же плоскодонки? А мы пробовали — среднее квадратическое отклонение амплитуды не превышает десятых долей децибела. Не ясно, какой вывод о стабильности СОП при периодической проверке можно сделать из этой информации.

Нам представляется, что единственным правильным можно считать подход, принятый в судостроении. Амплитуды сигналов от искусственных отражателей сравниваются с опорным сигналом в образце СО-2. Изменение отражательной способности искусственного дефекта (например, вследствие коррозии его внутренней поверхности или коррозии поверхности образца) при таком подходе будет зафиксировано.

Не свободны от недостатков и зарубежные стандарты. Например, в стандарте [13] приведены формулы, связывающие глубину залегания дефекта цилиндрических изделий как снаружи, так и изнутри. Для случая контроля отраженным лучом расчет по формулам совпадает с графическими построениями. А для случая расположения дефекта на прямом луче — не совпадает, да к тому же формулы неверны еще и потому, что в них входят оба диаметра (наружный и внутренний), и при вычислении получается отрицательное число под знаком квадратного корня. Мы вывели и используем более точные формулы. Вычисления по ним совпадают с графическими построениями.

Мы привели примеры некоторых «несуразиц», встречающихся в методиче-

ской документации, которые могут повлиять на оценку качества по результатам контроля. Эту статью можно рассматривать как продолжение разговора на эту тему, начатую нами в статье [10], по сравнению нормативных документов разных отраслей.

### Литература

1. РД 34.17.302-07 (ОП 501 ЦД-97). Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды, сосуды. Контроль качества. Ультразвуковой контроль. Общие положения.
2. РД 34.10.133-97. Инструкция по настройке чувствительности ультразвукового дефектоскопа.
3. Щербинский В. Г. Износ призмы наклонных преобразователей при контроле труб и его влияние на достоверность ультразвуковой дефектоскопии. — В мире НК. 2000, № 2(8). С. 26–28.
4. РД 153-34.1-003-01 (РТМ-1с). Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования.
5. СНиП 3.05.02-88.
6. СП 42-102-2004. Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб.
7. СТО 00220256-005-2005. Швы стыковых, угловых и тавровых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля.
8. ОСТ 26 961-94. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.
9. СТО Газпром 2-24-083-2006. Инструкция по неразрушающим методам контроля качества сварных соединений при строительстве и ремонте промысловых и магистральных газопроводов.
10. Розина М. В., Трофимова Г. Н. О способах задания нормативных требований к качеству продукции при УЗК в различных отраслях Российской промышленности. — В мире НК. 2010, № 4(50). С. 32–36.
11. ОСТ 5Р.1093-93. Соединения сварные стальных корпусных конструкций надводных судов. Правила контроля.
12. ПНАЗ Г-7-014-89. Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов АЭУ. Ультразвуковой контроль. Часть 1. Контроль основных материалов (полуфабрикатов).
13. EN 583-02. Non-destructive testing. Ultrasonic examination. Part 2: Sensitivity and range setting. English version of DIN EN 853-2.

Статья получена 18 апреля 2013 г.



## ВОЛГАСТАЛЬПРОЕКТ

ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАГОТОВОК

### ЛАБОРАТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

• **Разрушающие методы контроля**  
Механические испытания при нормальной, повышенной и пониженной температурах; металлография; химический анализ; коррозионные испытания на стойкость к МКК.

• **Неразрушающие методы контроля**  
Ультразвуковая дефектоскопия и толщинометрия; капиллярная и магнитная дефектоскопия; визуально-измерительный контроль.

Проведение комплексных исследований качества металлов по всем стандартам и требованиям нормативной документации с целью определения характера и причин образования дефектов, разрушения изделий на различных этапах производственного процесса, выполнения рекомендаций по устранению дефектов.



Свидетельство о признании № 02403



Сертификат соответствия № ВР 02.1.5023-2012

СМК соответствует ГОСТ Р ИСО 9001-2008 ГОСТ Р 15.002-2003

Лицензия ВС-12-101-1698 на право изготовления оборудования для АЭС



Рисованная модель