

О НЕОБХОДИМОСТИ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В ДОКУМЕНТЫ, УСТАНОВЛИВАЮЩИЕ ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ

И. Б. КОЛБИН, В. Н. ГОРБЕНКО, М. М. ТОПЧИЙ

Показано, что часть рекомендаций РТМ-1С-89, ВСН 012-88, ГОСТ 14782-86 по проведению ультразвукового контроля сварных швов невозможно выполнить, а выполнение некоторых других приводит к значительным погрешностям при изменении эквивалентных размеров дефектов и ухудшает воспроизводимость получаемых результатов. Необходимо откорректировать названные документы - это позволит облегчить работу с ними и повысит качество проводимого контроля.

It is shown that part of RTM-1S-89, VSN 012-88, GOST 14782-86 recommendations for UT of welds cannot be implemented, while following some of the others results in considerable errors when the equivalent defect sizes are changed, and affects the obtained result reproducibility. The above documents need to be corrected, which will make working with them easier and will improve the quality of performed control.

До настоящего времени в Украине остается нерешенной проблема, связанная с отсутствием современной нормативно-технической документации (НТД) в области неразрушающего контроля (НК). Это в первую очередь относится к документам по ультразвуковому контролю (УЗК) продукции и производственных объектов в различных отраслях. Те документы, которые остались «по наследству» от бывшего СССР, как правило, были выпущены 15...20 и более лет назад, поэтому их требования очень сложно, а часто и невозможно распространить на эксплуатируемые сейчас современные приборы и оснастку. Кроме того, возникают ситуации, когда требования и нормы, содержащиеся в одних действующих документах, вступают в противоречие с аналогичными требованиями документов, выпущенных позже. В первую очередь это относится к документации, введенной в действие на рубеже 1980–1990 гг.

1. О внесении изменений в РТМ-1С-89 (РД 34.15.027–89). Ультразвуковой контроль сварных соединений оборудования тепловых электростанций выполняют по технологии, изложенной в ОП № 501 ЦД-75 [1]. Согласно требованиям этого документа чувствительность при контроле сварных швов толщиной от 3,5 до 20 мм настраивают, применяя искусственные угловые отражатели — «зарубки» определенного размера, зависящего от толщины соединяемых деталей. Эти размеры соответствуют нормам оценки качества, которые приведены в табл. 16.7 РТМ-1С-81 [2].

Согласно РТМ-1С-89 [3], которые введены в действие вместо [2], контроль сварных соединений трубных систем и трубопроводов должен выполняться по ГОСТ 14782–86 [4] и рекомендациям отраслевых НТД. В теплоэнергетике до настоящего времени таким документом остается [1]. Если значения предельно допустимых несплошностей, приведенных в ч. 1 табл. 16.6 [3], сравнить с соответствующими значениями из таблицы приложения 8 [1], то можно зафиксировать их значительные расхождения. Для сопоставления этих расхождений сравним нормы чувствительности контроля сварных соединений толщиной 15 мм: по требованиям

[1] чувствительность настраивают по «зарубке» площадью $S_3 = 7 \text{ мм}^2$, а согласно требованиям [3] максимально допустимая площадь дефекта соответствует площади плоскодонного отражателя $S_{II} = 7 \text{ мм}^2$. В соответствии с рекомендациями [4] определим площадь S_{III} , эквивалентную площади S_3 : $S_{III} = K S_3$, где $K = 0,5$ (см. график приложения 5 документа [4] и рекомендации по выбору угла призмы для контроля швов толщиной 15 мм в таблице приложения 8 [1]). После подстановки значений получим $S_{III} = 3,5 \text{ мм}^2$. Следовательно, предельная чувствительность контроля, устанавливаемая согласно требованиям [1], равна $3,5 \text{ мм}^2$, и она в 2 раза отличается от чувствительности, устанавливаемой по рекомендациям из ч. 1 табл. 16.6 [3]. Браковочные уровни чувствительности, принимаемые по рекомендациям [1] и [3], будут отличаться на величину $\Delta N = 20 \lg (S_{III}/S_{II}) = 20 \lg (3,5/7) = -6 \text{ дБ}$ (рекомендации для ее расчета взяты из раздела 4.4.2 ПНАЭ Г-7-030-91 [5]). Такие значительные отличия в требованиях [1], [3] существуют для диапазона толщины сварных соединений от 10 до 20 мм.

Для устранения несоответствия между этими документами предлагаем применить в [3] нормы оценки качества, которые содержатся в РТМ-1С-93 (см. табл. 16.10) [6]. Эти нормы совпадают с содержащимися в [1].

2. О необходимости изменения в документе ВСН 012–88 раздела «Ультразвуковой контроль». Еще одним документом, в котором раздел, регламентирующий проведение УЗК, требует тщательного рассмотрения и корректировки, является введенный в 1989 г. ВСН 012–88 [7]. По нему необходимо отметить следующее:

1). В п. 5.76 для контроля сварных соединений толщиной до 6 мм рекомендовано применять только раздельно-совмещенные наклонные преобразователи (РСНП) с углом призмы 55°_2 . Такие же рекомендации даны и для других диапазонов толщины, но с тем отличием, что в качестве альтернативного варианта разрешено применение наклонных совмещенных преобразователей (НСП). В ВСН 012–88 не сказано, какой из двух известных основных типов



РСНП следует использовать: хордовый или угловой. А технология проведения контроля каждым из них имеет ряд специфических особенностей, которые вместе с указанием типа преобразователя было бы просто необходимо отобразить в документе. Кроме того, в [7] не приведено фокусное расстояние у рекомендованных РСНП. Из приведенного выше можно сделать единственный вывод — применение этих преобразователей в данном случае невозможно из-за отсутствия необходимого объема информации об их характеристиках и технологии контроля.

2). В п. 5.77 рекомендовано точку выхода луча, а также углы призмы и ввода у наклонных совмещенных преобразователей с не притертой рабочей поверхностью проверять с использованием набора стандартных образцов (СО): СО-1, -2, -3 (это соответствует рекомендациям [4]). А в п. 5.78 сказано, что: «... проверку нестандартных (в т. ч. и РС) преобразователей, а также преобразователей с притертой рабочей поверхностью следует проводить на стандартном образце предприятия (СОП), изображенном на рис. 13». На этом рисунке приведены изображения образцов с цилиндрической поверхностью для ввода УЗ колебаний и расположенными на различных поверхностях отражателями: угловыми цилиндрическими, плоскостными и «зарубками». Ничего не сказано о том, какие параметры необходимо проверять. Очевидно, что авторы не предполагали проводить измерение специфических параметров преобразователей. Вероятнее всего, они имели в виду только наиболее важные, которые влияют на качество и достоверность контроля, как это сказано в [4]. Нам не известны методики, которые позволяют определить точку выхода луча, а также углы призмы и ввода с использованием СОП, изображенных на упомянутом выше рисунке. Если авторы ВСН 012-88 разработали такие методики и в то же время не привели их в своем документе, то это свидетельствует о том, что [7] не регламентирует проверку основных параметров РСНП и притертых НСП.

3). Допустимые отклонения значений углов призмы от номинальных приведены для преобразователей в табл. 11. В зависимости от диапазона толщины контролируемых соединений они составляют от 2 до 5°. При наличии таких отклонений изменятся углы ввода, что в свою очередь приведет к изменению предельной чувствительности контроля. Например, допустимое отклонение -5° при контроле швов толщиной более 26 мм вызовет изменение предельной чувствительности на 65 % ее номинального значения. Авторы [7] не упоминают о корректировке предельной чувствительности при наличии отклонений угла ввода; следовательно, величина этого отклонения будет в значительной мере влиять на оценку качества проконтролированного шва.

4). В п. 5.82 сказано, что шаг поперечного смещения преобразователя при сканировании не должен превышать $1/2$ ширины призмы (как правило, все другие источники шаг сканирования ограничивают размером, равным $1/2$ размера пьезоэлемента). Ширина призмы может в 2 раза и более

превышать размеры (диаметр, длину) пьезоэлемента. Поэтому сканирование с рекомендуемым шагом может привести к пропуску дефектов.

5). По рекомендациям п. 5.84.2 стандартный уровень сигнала на экране дефектоскопа должен устанавливаться на уровне 20 мм. Такой уровень в значительной степени снижает возможности использования технических преимуществ рекомендованных [7] приборов.

6). Мы не располагаем информацией, что какой-либо документ, кроме [7] (см. п. 5.84.3), рекомендует измерять условную протяженность дефектов «при поисковой чувствительности». Все остальные рекомендуют проводить такие измерения, установив контрольный уровень чувствительности. То же самое можно сказать и о рекомендации считать крайними положениями преобразователя при измерении условной протяженности те, при которых уровень сигнала на экране уменьшается до 10 мм.

7). В п. 5.86 авторы применили термин «суммарная условная протяженность непротяженных дефектов», забыв разъяснить, что величиной условной протяженности любого непротяженного дефекта они, очевидно, считают размеры, приведенные в табл. 13 [7].

Пункт 5.87.1 регламентирует, на наш взгляд, ничем не оправданную и непонятную для специалистов последовательность обозначения параметров обнаруженных дефектов: вид по протяженности (буква); «наибольшая» глубина залегания (число); условная протяженность (число); признак допустимости дефекта по амплитуде (буква).

Численное значение амплитуды эхо-сигнала от дефекта авторы [7] не включили в эту последовательность. К сожалению, они не учли тот факт, что большинство организаций, выполняющих УЗК, пользуются понятными и легко поддающимися расшифровке обозначениями дефектов, рекомендованными [5] или [1]. Приведенный в [7] порядок записи параметров дефектов неполный и затрудняет как запись, так и расшифровку этих параметров.

3. О необходимости внесения изменений в ГОСТ 14782-86 [4]. Это основной документ, которым должны руководствоваться как подразделения, выполняющие контроль сварных соединений, так и разработчики НТД на проведение такого контроля. Поэтому качество их работы напрямую зависит от точности и однозначности формулировок, приведенных в [4]. Мы считаем, что отмеченные нами ниже неточности и просто ошибки, очевидно, возникшие на этапе типографского оформления документа, должны быть устранены авторами ГОСТ 14782-86, и это облегчит труд всех, кто использует его рекомендации в повседневной работе.

1. В п. 1.4 сказано, что образцы СО-1, -2, -3 следует применять для измерения и проверки основных параметров аппаратуры и контроля при эхо-импульсном методе и совмещенной схеме включения преобразователей с плоской рабочей поверхностью (при их ширине до 20 мм). В остальных случаях рекомендовано применять СОП. Но в [4] не содержатся рекомендации, выполнение которых



позволило бы многократно воспроизводить и однозначно трактовать основные параметры, устанавливаемые с помощью этих образцов. Наиболее важными, на наш взгляд, требованиями, которые необходимо было бы привести в документе, являются: конфигурация СОП, типы и оптимальные размеры отражателей, применяемых для определения основных параметров аппаратуры и контроля, а также возможность использования одного и того же отражателя для определения различных параметров. Отсутствие такой регламентации как раз и приводит к неточностям и ошибочным утверждениям в ведомственных документах (примером этого может служить ситуация, описанная в п. 2).

2. В п. 2.7 [4] приведен термин «наибольшая часть развертки», который вызывает ряд вопросов, остающихся без ответа из-за сжатости формулировки и отсутствия соответствующих пояснений в этом пункте.

3. В п. 2.8 даны определения основных параметров контроля (10 наименований). Среди них — мертвая зона и разрешающая способность по дальности и (или) фронту. Ни в одном из образцов, рекомендованных [4], нет отражателей, которые позволили бы определить разрешающую способность по фронту. Что же касается лучевой разрешающей способности, то согласно данным [8] при пересчете расстояний для оргстекла, взятых из разности размеров коаксиальных цилиндрических отражателей образца СО-1 в расстояния для малоуглеродистых сталей, они составляют 5,5 и 11 мм. Современная аппаратура позволяет довести значения лучевой разрешающей способности до 1...3 мм (в случае использования частот 2,5 и 5 МГц). Мертвая зона у современных приборов, как правило, меньше 3 мм, а [4] предусматривает для ее определения только два цилиндрических отражателя — на глубине 3 и 8 мм. Следовательно, [4] не регламентирует порядок определения фронтальной разрешающей способности, не содержит удовлетворительных рекомендаций для определения истинного значения разрешающей способности по дальности и мертвой зоны в случае применения современных приборов.

4. В п. 4.1.2 сказано, что среди основных измеряемых характеристик выявленного дефекта должны быть его координаты в сварном соединении. А п. 4.2.3 устанавливает, что при сокращенном описании дефекта должна указываться «наибольшая глубина залегания». Кроме п. 4.1.2, термин «наибольшая глубина залегания» в [4] нигде не встречается. Не содержатся там и методические указания, как для каждого дефекта конкретного типа этот параметр определяется. Остается только предположить, что «наибольшая глубина залегания дефектов» должна измеряться только в том случае, когда их отражающая поверхность расположена наклонно относительно поверхности ввода ультразвука. Для непротяженных дефектов, а также таких, у которых отражающая поверхность расположена в направлении, параллельном поверхности ввода, авторам [4], очевидно, необходимо было бы рекомендовать измерение координат в том сечении, где зафик-

сирован максимум амплитуды эхо-сигнала и где рекомендовано измерять условные размеры ΔX , ΔH .

5. В пп. 4.2.3, 4.2.4 приведена система сокращенного описания результатов контроля. Система содержит ряд неточностей, которые могут привести к ошибочному описанию обнаруженных дефектов. Эти неточности трудно объяснить иначе, чем ошибками набора в типографии (например, обозначение «ДБ» в конце второго абзаца п. 4.2.3 или определения для дефектов типа Б и Е в п. 4.2.4).

6. Приложение 3 из ГОСТ 14782–86 содержит рекомендации по измерению времени задержки T_{Π} в призме преобразователя. По этим рекомендациям, используя дефектоскоп УД2-12 [9], установить значение T_{Π} , как правило, не удается. Существует более приемлемая и воспроизводимая методика определения T_{Π} , описанная в [10], которую можно было бы рекомендовать вместо приведенной в приложении 3.

7. В табл. 1 обязательного приложения 8 ГОСТ 14782–6 приведены признаки, которые позволяют разделять дефекты на объемные протяженные и непротяженные. Очевидно, что после неравенств $\Delta L \leq \Delta L_0$ в строке 1 и $\Delta L > \Delta L_0$ в строке 2 необходимо поставить точку с запятой, иначе они читаются совместно с формулами, записанными правее. На чертеже 5 этого же приложения ось ординат ошибочно подписана «N, мм» вместо «l, мм», как это следует из смысла п. 9.

ВЫВОДЫ

1. Показано, что нормы оценки качества, применяемые в диапазоне толщины контролируемых сварных соединений от 10 до 20 мм по РТМ-1С-89 и ОП № 501 ЦД-75, не соответствуют друг другу. Нормы оценки, установленные вторым документом, соответствуют требованиям РТМ-1С-81, который в настоящее время отменен. Требования этих двух действующих документов необходимо привести в соответствие, для чего предложено дать к РТМ-1С-89 дополнение в виде таблицы 16.10 из РТМ-1С-93 (действует на территории РФ), одновременно отменив табл. 16.6.

2. Раздел «Ультразвуковая дефектоскопия» в ВСН 012–88 имеет ограниченный объем и не содержит в отличие от других аналогичных документов описания наиболее важных технологических особенностей контроля сварных соединений трубопроводов. При попытке использования содержащихся в нем указаний и рекомендаций по проведению УЗК у пользователя возникает ряд нерешаемых вопросов и проблем. Мы считаем, что оптимальным вариантом будет замена этого раздела новым, в котором учтены замечания и предложения, высказанные в этой статье.

3. В отдельные положения ГОСТ 14782–86 необходимо внести правки и изменения, которые облегчат и сделают более удобной работу с документом.

4. С учетом возможностей современных приборов и оснастки для УЗК металлов уже давно назрела необходимость замены устаревших и часто несовер-



шенных с момента создания документов, регламентирующих проведение этих работ. Опыт положительного решения такой проблемы есть — ПНАЭ Г-7-030-91 является современным документом, действующим в Минатомэнерго.

Технологические требования к проведению УЗК однотипных объектов во многих отраслях промышленности практически ничем не отличаются друг от друга (например, контроль основного металла и сварных швов трубопроводов и сосудов различного назначения). Поэтому такой документ может быть создан усилиями группы специалистов нескольких отраслей промышленности. Отличия норм оценки качества, существующие в этих отраслях, могут быть вынесены в качестве отдельных таблиц-приложений.

1. *ОП № 501 ЦД-75*. Основные положения по ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений котлоагрегатов и трубопроводов тепловых электростанций. — М.: ЦНИИТМАШ, 1977. — 168 с.
2. *Руководящие* технические материалы по сварке, термообработке и контролю трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования тепловых электростанций (РТМ-1С-81). — М.: Энергоатомиздат, 1982. — 208 с.

3. *РД 34.15.027-89*. Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций (РТМ-1С-89). — М.: Энергоатомиздат, 1991. — 255 с.
4. *ГОСТ 14782-86*. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые. — М.: Изд-во стандартов, 1987. — 38 с.
5. *ПНАЭ Г-030-91*. Унифицированные методы контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавов оборудования атомных энергетических установок. Ультразвуковой контроль. Ч. II / ЦНИИАтоминформ. — М., 1992. — 157 с.
6. *РД 3415.027-93*. Сварка, термообработка и контроль трубных систем котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте оборудования электростанций (РТМ-1С-93). — М.: НПО ОБТ, 1994. — 267 с.
7. *ВСН 012-88*. Строительство магистральных и промысловых трубопроводов. Контроль качества и приемка работ. Часть I / Миннефтегазстрой. — М., 1990.
8. *Кретов Е. Ф.* Ультразвуковая дефектоскопия в энергомашиностроении. — С.-Пб.: Радиоэлектроника, 1995. — 327 с.
9. *Дефектоскоп* ультразвуковой УД2-12 (2.1). Руководство по эксплуатации ЦЮ2.068.136.РЭ / НПО «Волна». — Кишинев, 1987. — 146 с.
10. *Методика* УЗК с использованием дефектоскопа УД2-12 / Трест «Центроэнергомонтаж». — М., 1991.

КП «ХТС», ОАО «Теплоэнергомонтаж»,
Харьков

Поступила в редакцию
15.11.2001

ГЕРВИКОН HERVICON • 2002

**10-13 сентября 2002 г. в г. Сумы (Украина)
состоится очередная 10-я Международная научно-техническая конференция
"Герметичность, вибронадежность и экологическая безопасность
насосного и компрессорного оборудования" — ГЕРВИКОН•2002.**

Тематика Конференции:

Проблемы герметичности: повышение надежности и эффективности уплотнительных устройств роторов насосов и компрессоров, уплотнения неподвижных и аксиально-подвижных соединений, новые материалы и технологии в уплотнительной технике.

Проблемы вибронадежности: динамика роторов центробежных машин, снижение шума и вибрации, вибродиагностика и прогнозирование остаточного ресурса.

Проблемы безопасной эксплуатации оборудования: обеспечение экологически безопасной эксплуатации насосов и компрессоров, проблемы энерго- и ресурсосбережения.

По проблемам безопасной эксплуатации компрессорного и насосного оборудования в рамках конференции пройдет специализированный семинар.

Основные сроки:

28.02.2002 - последний срок подачи заявок на участие в Конференции с докладом;

31.03.2002 - рассылка 2-го инф. сообщения и требований к оформлению текстов докладов;

31.05.2002 - срок подачи полного текста доклада и перечисления оргвзноса;

31.08.2002 - последний срок подачи заявок на участие в Конференции без доклада.

Организационный комитет Конференции ГЕРВИКОН • 2002
Сумской государственной университет, ул. Римского-Корсакова 2, г. Сумы, УКРАИНА, 40007
Тел./факс: (0542) 33-35-94
E-mail: marts@omdm.sumdu.edu.ua; website: www.hervicon.sumy.ua