РУКОВОДСТВА ПО БЕЗОПАСНОСТИ

в области использования атомной энергии



УНИФИЦИРОВАННЫЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПОЛУФАБРИКАТОВ), СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВКИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ

РБ-088-14

gost.e-ecolog.ru

ФБУ «НТЦ ЯРБ»

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ

УТВЕРЖДЕНО
приказом Федеральной службы
по экологическому,
технологическому
и атомному надзору
от 21 мая 2014 г. № 219

РУКОВОДСТВО ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ «УНИФИЦИРОВАННЫЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛОВ (ПОЛУФАБРИКАТОВ), СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И НАПЛАВКИ ОБОРУДОВАНИЯ И ТРУБОПРОВОДОВ АТОМНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК. ВИХРЕТОКОВЫЙ КОНТРОЛЬ» (РБ-088-14)

Введено в действие
с 21 мая 2014 г.

Москва 2014

Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Вихретоковый контроль» (РБ-088-14)

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, Москва, 2014

Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Вихретоковый контроль. РБ-088-14 (далее - Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ "Об использовании атомной энергии" в целях содействия соблюдению требований п.7.3.2 (подпункт 5) федеральных норм и правил в области использования атомной энергии «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок» (ПНАЭ Г-7-008-89) в части проведения вихретокового контроля.

Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по проведению вихретокового контроля, который может применяться для определения дефектов в теплообменных трубах парогенераторов, перемычек коллекторов теплоносителя парогенераторов ВВЭР-1000, резьбовых частей крепежных элементов корпусного оборудования реакторных установок ВВЭР-440 и ВВЭР-1000, а также сварных швов труб, наплавки корпуса реактора ВВЭР, труб теплообменных аппаратов, телескопических соединений верхних трактов реакторов РБМК и других элементов оборудования атомных энергетических установок.

Разработано впервые[1].

---

[1] Разработано ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» при участии ФБУ «НТЦ ЯРБ».

При разработке настоящего руководства учтены предложения: Центра вихретокового контроля "ПОЛИТЕСТ", «Атомэнергоремонт», Концерна «Росэнергоатом», ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей», Управления по регулированию безопасности атомных станций и исследовательских ядерных установок Ростехнадзора, Правового Управления Ростехнадзора, «ОКБМ Африкантов», Донское МТУ по надзору за ядерной и радиационной безопасностью Ростехнадзора, ОАО «Головной Институт» «ВНИПИЭТ».

Содержание

Общие положения..... 4
Методы контроля..... 6
Средства контроля..... 7
Вихретоковый дефектоскоп..... 7
Вихретоковые преобразователи..... 09
Сканирующее устройство..... 10
Контрольные образцы..... 11
Подготовка к контролю..... 12
Подготовка объекта контроля..... 12
Подготовка рабочего места оператора системы контроля..... 13
Подготовка системы контроля..... 14
Проведение контроля..... 15
Сбор данных ВТК..... 15
Предварительный анализ и повторный сбор данных..... 16
Повторная контрольная настройка..... 16
Сохранение данных..... 17
Обозначение данных..... 18
Оценка качества контролируемого объекта и оформление результатов контроля..... 18
Обработка и анализ данных вихретового контроля..... 18
Отчетная документация..... 20
Квалификация персонала..... 21
Метрологическое обеспечение..... 22
Требования безопасности..... 22
Приложение № 1 Обозначения и сокращения..... 23
Приложение № 2 Термины и определения..... 24
Приложение № 3 Рекомендации по проведению вихретокового контроля неферромагнитных теплообменных труб..... 26
Приложение № 4 Рекомендации по проведению вихретового контроля резьбовых поверхностей крепежных элементов..... 31
Приложение № 5 Рекомендации по проведению вихретокового контроля перемычек коллекторов парогенератора..... 33

I. Общие положения

1. Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок. Вихретоковый контроль» (РБ-088-14) (далее - Руководство по безопасности) разработано в соответствии со статьей 6 Федерального закона от 21 ноября 1995 г. № 170-ФЗ «Об использовании атомной энергии», в целях содействия соблюдению требований пункта 7.3.2 (подпункт 5) Правил устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок (ПНАЭ Г-7-008-89), утвержденных постановлением Госатомэнергонадзора СССР от 26 апреля 1989г. № 5, в части проведения вихретокового контроля элементов оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.

2. Настоящее Руководство по безопасности содержит рекомендации Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору по проведению вихретокового контроля элементов оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, фиксации результатов контроля, на которые распространяются требования соответствующих федеральных норм и правил в области использования атомной энергии (далее – Правила).

3. Настоящее Руководство по безопасности разработано для всех организаций, осуществляющих проектирование, конструирование, изготовление, монтаж, ремонт, эксплуатацию оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок, а также для специалистов Ростехнадзора, осуществляющих надзор и лицензирование при проектировании, конструировании, изготовлении, монтаже, ремонте, эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.

4. Требования федеральных норм и правил в области использования атомной энергии могут быть выполнены с использованием иных методов вихретокового контроля, чем те, которые содержатся в настоящем Руководстве по безопасности, при обоснованности правильности выбранных методов.

5. Список сокращений, используемых в настоящем Руководстве по безопасности, приведён в приложении № 1, термины и

определения – в приложении № 2 к настоящему Руководству по безопасности.

6. Основными объектами ВТК являются ТОТ, РС, а также ПК ПГ. Конкретные методические рекомендации по проведению ВТК этих объектов приведены в приложениях № 3 – 5 к настоящему Руководству по безопасности.

7. Рекомендации, изложенные в настоящем Руководстве по безопасности, также могут быть использованы при ВТК труб сухих каналов внутриреакторного температурного контроля, наплавки корпуса ВВЭР, гладкой и галтельной частей шпилек, телескопического соединения верхних трактов РБМК и других элементов оборудования АЭУ.

8. ВТК основан на анализе взаимодействия внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в ОК этим полем. Для возбуждения в ОК вихревых токов и преобразования результирующего электромагнитного поля в электрический сигнал используется ВТП. Сигнал ВТП зависит от плотности и распределения вихревых токов в ОК. Измеряя параметры сигнала ВТП, можно получить информацию о геометрических и электромагнитных параметрах ОК.

9. ВТК используется для выявления в ОК поверхностных и подповерхностных несплошностей материала и определения их типа, местоположения, пространственной ориентации и размеров. Кроме того, ВТК позволяет получать информацию о геометрических параметрах ОК, взаимном расположении элементов оборудования, наличии отложений на поверхности ОК, изменениях магнитной проницаемости материала и других параметрах ОК.

Примечание 1. При ВТК не гарантируется выявление и определение параметров несплошностей, для которых «отношение сигнал-шум» составляет менее 2 (менее 6) дБ.

Примечание 2. В результате совершенствования средств и технологий ВТК минимальные размеры выявляемых несплошностей, указанные, в частности, в приложениях № 3 – 5 к настоящему Руководству по безопасности, могут уменьшаться.

10. Преимущества ВТК:

бесконтактность;

высокая производительность;

широкие возможности для автоматизации контроля;

независимость результатов контроля от параметров окружающей среды (влажности, давления, загрязненности газовой среды, радиоактивного излучения, загрязнения поверхности ОК неэлектропроводящими и немагнитными веществами);

высокая надежность ВТП.

11. Недостатки ВТК:

невозможность использования для контроля неэлектропроводящих материалов;

малая глубина зоны контроля;

наличие при ВТК большого количества мешающих факторов (изменения геометрических и электромагнитных параметров ОК, наличие соседних элементов конструкции, изменения зазора между ВТП и поверхностью ОК, наличие электропроводящих и/или магнитных отложений на поверхности ОК).

II. Методы контроля

12. Основные методы, используемые при проведении ВТК элементов оборудования и трубопроводов АЭУ:

амплитудно-фазовый;

многочастотный;

модуляционный.

13. Амплитудно-фазовый метод используется при контроле на одной частоте и основан на измерении проекции сигнала ВТП на направление отстройки на комплексной плоскости, то есть на направление нормали к годографу сигнала ВТП мешающего фактора.

14. Амплитудно-фазовый метод позволяет отстроиться, как правило, от одного мешающего фактора.

15. Эффективность амплитудно-фазового метода тем выше, чем точнее выполняются два условия:

помеха на комплексной плоскости ориентирована вдоль одной прямой;

угол между этой прямой и полезным сигналом составляет 90°.

16. При использовании амплитудно-фазового метода фазовая настройка ВТ-прибора выполняется таким образом, чтобы помеха на комплексной плоскости была ориентирована горизон-

тально (вдоль оси X). При этом в качестве ОИП используется мнимая составляющая (Y) сигнала ВТП.

17. Многочастотный метод рекомендуется использовать, если информации, получаемой при контроле на одной частоте, недостаточно для эффективной отстройки от мешающих факторов.

18. Многочастотный метод основан на анализе сигналов ВТП, получаемых при контроле на двух или более частотах. Увеличение «отношения сигнал-шум» возможно за счет параметрического комбинирования этих сигналов.

19. Многочастотный метод позволяет одновременно отстроиться от нескольких мешающих факторов.

20. Модуляционный метод основан на спектральном анализе огибающей высокочастотного сигнала ВТП, модулируемого в результате пространственного изменения параметров ОК, при относительном перемещении ВТП и ОК.

21. Модуляционный метод эффективен в том случае, если существуют различия в спектрах полезного сигнала и помехи.

22. Модуляционный метод реализуется с помощью аппаратных и/или программных последетекторных фильтров.

III. Средства контроля

23. При обследовании элементов оборудования АЭУ рекомендуется использовать компьютерные системы ВТК, основными элементами которых являются:

ВТ-дефектоскоп;

ВТП;

сканирующее устройство (при автоматизированном контроле);

КО.

Примечание. При работе в условиях повышенной зашумленности, а также при значительном удалении рабочего места оператора от зоны контроля в состав системы контроля рекомендуется включать дистанционное переговорное устройство.

Вихретоковый дефектоскоп

24. ВТ-дефектоскоп представляет собой аппаратно-программный комплекс, в состав которого входит компьютер.

25. ВТ-дефектоскоп выполняет следующие основные задачи:

создание тока возбуждения ВТП;

прием, обработка и аналого-цифровое преобразование сигналов ВТП;

обработка, отображение и сохранение цифровых ВТ-данных.

Обработка и анализ полученных при ВТК данных могут быть выполнены как с использованием ВТ-дефектоскопа, так и с помощью отдельного компьютера, на котором установлено соответствующее программное обеспечение.

26. Рекомендуется использовать универсальные ВТ-дефектоскопы, обладающие следующими возможностями.

26.1. Работа с ВТП различных типов (параметрическими, трансформаторными, проходными, накладными, вращающимися).

26.2. Наличие как минимум двух входных каналов (для одновременной работы с двумя ВТП или с одним ВТП, работающим в двух режимах - дифференциальном и абсолютном).

26.3. Реализация многочастотного метода (получение сигналов не менее чем на трёх частотах).

26.4. Частотный диапазон как минимум от 5 до 500 кГц.

26.5. Разрядность АЦП не менее 14 бит.

26.6. Частота дискретизации АЦП дефектоскопа обеспечивает интервал между многопараметровыми отсчетами вдоль линии сканирования не более 0,5 мм при максимальной скорости сканирования.

Требуемую частоту дискретизации F можно определить по формуле:

$$F=N\cdot V/d=2\cdot N\cdot V,$$

где: N – количество каналов дефектоскопа;

V - максимальная скорость сканирования, мм/с;

d = 0,5 мм – интервал дискретизации.

Пример. Если контроль выполняется на четырех частотах и при максимальной скорости сканирования 500 мм/с, то можно рассчитать необходимую частоту дискретизации АЦП дефектоскопа. При работе на четырех частотах требуется N=2×4=8 каналов дефектоскопа, тогда F=2×8×500=8 кГц.

26.7. Основные погрешности ВТ-дефектоскопа при измерении сигналов ВТП не более: по амплитуде – 10 %; по фазе – 5°.

26.8. Программное обеспечение ВТ-дефектоскопа выполняет следующие функции:

управление параметрами режима работы аппаратной части ВТ-дефектоскопа;

обмен информацией с системой управления сканирующим устройством (при автоматизированном контроле);

сбор и цифровая обработка ВТ-данных;

комбинирование сигналов, полученных на разных частотах;

отображение сигналов с использованием разверток различных типов (при сборе данных – в реальном времени);

автоматическое измерение параметров сигналов;

печать результатов контроля;

полное сохранение ВТ-данных (с защитой от несанкционированного вмешательства).

26.9. Работа ВТ-дефектоскопа в дистанционном режиме, при котором рабочее место оператора может быть удалено на безопасное расстояние от ОК.

Примечание. Характеристики, указанные в подпунктах 26.1-26.9 настоящего Руководства по безопасности, относятся к универсальным ВТ-дефектоскопам. Для контроля отдельных объектов могут быть использованы специализированные ВТ-дефектоскопы с ограниченными возможностями (в зависимости от требований методики контроля).

Вихретоковые преобразователи

27. Рекомендуется использовать ВТП, удовлетворяющие следующим требованиям.

27.1. Конструкция ВТП обеспечивает возможность его доступа ко всем участкам ОК, подлежащим контролю.

27.2. ВТП сохраняет свои технические характеристики при наличии воды в зоне контроля.

27.3. ВТП не оказывает ни механических, ни химических, ни каких-либо других негативных воздействий на ОК.

27.4. Конструкция ВТП обеспечивает высокий уровень его надежности и, в частности, износоустойчивости.

27.5. На ВТП имеется условное обозначение и заводской номер.

28. К каждому ВТП прилагается паспорт. Рекомендуемое содержание паспорта ВТП:

наименование, условное обозначение и заводской номер;

назначение;

технические характеристики (тип, частотный диапазон, размеры);

тип разъема и его цоколёвка;

дата выпуска;

указания по упаковке, транспортировке и хранению;

наименование предприятия-изготовителя;

гарантийные обязательства;

отметка о приёмке;

подписи ответственных лиц;

печать предприятия-изготовителя.

Сканирующее устройство

29. Основным типом сканирующего устройства, используемого при автоматизированном ВТК элементов оборудования АЭУ, является манипулятор. Это устройство обеспечивает доставку ВТП к ОК, а также перемещение ВТП относительно ОК во время контроля.

30. Другим типом сканирующего устройства является станок, который предназначен для перемещения ОК относительно неподвижного ВТП.

31. Рекомендуется использовать сканирующие устройства, удовлетворяющие следующим требованиям.

31.1. Конструкция сканирующего устройства полностью исключает возможность механических повреждений ОК как при монтаже/демонтаже, так и при проведении контроля.

31.2. Сканирующее устройство обеспечивает необходимую точность позиционирования ВТП относительно ОК перед началом контроля.

31.3. Скорость относительного перемещения ВТП и ОК во время контроля стабилизирована. В сканирующем устройстве предусмотрена возможность как уменьшения, так и увеличения скорости по отношению к её номинальному значению. При этом максимальная скорость, которую может обеспечить сканирующее

устройство, не менее чем в два раза больше номинальной (для перемещения ВТП во время пассивной фазы контроля).

31.4. Сканирующее устройство имеет возможность измерять координаты ВТП относительно ОК.

31.5. Между системой управления сканирующим устройством и дефектоскопом организован обмен информацией.

31.6. Конструкция сканирующего устройства обеспечивает возможность дезактивации элементов, которые подверглись радиационному загрязнению.

Примечание. При контроле на заводе-изготовителе (вне радиационного загрязнения) возможно использование сканирующих устройств, конструкции которых не предполагают дезактивации.

32. При наличии технической возможности на сканирующее устройство рекомендуется устанавливать КО, причем таким образом, чтобы последовательно со сканированием каждого контролируемого элемента происходило и сканирование КО. В этом случае в каждой записи, полученной при сборе данных, будут присутствовать сигналы от настроечных несплошностей на КО, необходимые для проведения контрольной настройки ВТ-дефектоскопа.

Контрольные образцы

33. В качестве КО используется образец ОК изготовленный в соответствии с технической документацией на ОК из материала, электромагнитные параметры которого эквивалентны материалу ОК.

34. Перед нанесением на КО искусственных несплошностей рекомендуется провести ВТК заготовки и убедиться, что уровень шума, связанный с наличием реальных несплошностей, геометрических и электромагнитных аномалий материала, а также с состоянием поверхности (шероховатостью) заготовки, меньше того уровня, который определяется условиями фиксации несплошностей. В противном случае заготовка бракуется.

35. Расположение искусственных несплошностей на КО определяется таким, чтобы на сигналы от несплошностей не влияло наличие соседних несплошностей и краев (концов) образца.

36. Нанесение искусственных несплошностей на КО выполняется с помощью механической обработки. Несплошности, ими-

тирующие трещины, рекомендуется изготавливать с использованием электроэрозионной обработки, так как этот способ дает возможность получить малую ширину искусственных несплошностей. Другим преимуществом этого способа является то, что он позволяет исключить появление на обрабатываемой поверхности наклепа, который может привести к нежелательным изменениям электромагнитных параметров ОК.

37. На КО наносится маркировка с указанием условного обозначения и заводского номера.

38. К каждому КО прилагается паспорт. Рекомендуемое содержание паспорта КО:

наименование, условное обозначение и заводской номер;

назначение;

материал;

размеры образца (по чертежу и фактические);

размеры искусственных несплошностей (по чертежу и фактические);

дата выпуска;

указания по упаковке, транспортировке и хранению;

наименование предприятия-изготовителя;

гарантийные обязательства;

отметка о приёмке;

информация по периодической калибровке;

подписи ответственных лиц;

печать предприятия-изготовителя.

39. В паспорт рекомендуется включать чертеж или эскиз образца.

IV. Подготовка к контролю

Подготовка объекта контроля

40. ВТК проводится после прекращения работы указанного оборудования, сброса давления, охлаждения (до +40°С), дренажа, отключения от другого оборудования, если иное не предусмотрено действующей ПТД, а также после демонтажа в объеме, обеспечивающем доступ к контролируемым элементам.

41. При подготовке ОК рекомендуется выполнить следующее:

удалить с ОК вещества, мешающие проведению контроля, в частности, при контроле ПГ осуществить слив теплоносителя из коллекторов и ТОТ, а также очистку поверхностей от возможных отложений борной кислоты; при контроле РС очистить резьбу от смазки, грязи, отложений;

при необходимости дезактивировать ОК до уровня, обеспечивающего выполнение требований инструкций по радиационной безопасности.

Подготовка рабочего места оператора системы контроля

42. Рабочее место рекомендуется организовать так, чтобы оно удовлетворяло требованиям, обеспечивающим безопасность и комфортные условия работы оператора во время контроля.

43. Рекомендуется, чтобы на рабочем месте оператора была размещена следующая документация:

методика контроля, аттестованная в установленном порядке, и при необходимости (см. примечание) технологическая карта контроля;

руководства по эксплуатации оборудования, используемого при контроле, в том числе инструкции по работе с программным обеспечением;

рабочая программа контроля.

Примечание. Технологическая карта разрабатывается в случаях, когда имеющаяся методика контроля не отражает особенности проведения контроля отдельных ОК. Например, в случаях, когда в методике не отражены конкретные типоразмеры и магнитные параметры материала ОК, а также соответствующие типы средств контроля.

44. В технологической карте в краткой форме излагается конкретная информация, необходимая для выполнения контроля конкретного ОК.

45. В технологической карте рекомендуется отразить следующее:

наименование предприятия-разработчика технологической карты;

номер и дата составления технологической карты;

данные, позволяющие однозначно идентифицировать контролируемые элементы, а именно: наименование и обозначение оборудования, наименование контролируемых элементов, номер

чертежа, схема расположения оборудования и контролируемых элементов;

типоразмер и марка материала контролируемого элемента;

эскиз контролируемого элемента с указанием основных размеров;

контролируемые участки (зоны);

сокращенное наименование и обозначение методики контроля;

объем контроля;

обозначения используемых средств контроля (ВТ-дефектоскопа, программного обеспечения, ВТП, сканирующего устройства, КО);

значения параметров режима работы ВТ-дефектоскопа и скорости сканирования;

значения параметров сигнала от настроечной несплошности, необходимые для контрольной настройки ВТ-дефектоскопа;

условия фиксации (см. пункт 64 настоящего Руководства по безопасности);

градуировочные кривые (см. пункт 69 настоящего Руководства по безопасности);

условия браковки (см. пункт 72 настоящего Руководства по безопасности);

сведения о специалистах, разработавших и проверивших карту, а также их подписи.

Примечание. Технологическая карта может дополняться и другими сведениями, предусмотренными на конкретном предприятии (в организации)

Подготовка системы контроля

46. Подготовка системы контроля выполняется в соответствии с методикой контроля и руководствами по эксплуатации оборудования, входящего в систему. Эта подготовка в общем случае включает в себя следующее:

размещение оборудования;

установку сканирующего устройства;

установку ВТП на сканирующее устройство;

соединение составных частей системы контроля;

подачу электропитания;

подачу давления в пневмосистему сканирующего устройства;

проверку работоспособности сканирующего устройства и переговорного устройства;

установку параметров режима работы ВТ-дефектоскопа;

ввод информации о контроле (см. пункт 58 настоящего Руководства по безопасности);

проверку правильности установки даты и времени;

контрольную настройку ВТ-дефектоскопа с использованием КО.

Примечание 1. Для контрольной настройки ВТ-дефектоскопа не рекомендуется использовать искусственную несплошность, размеры которой близки к порогу чувствительности. Размеры настроечной несплошности выбираются такими, чтобы сигнал от неё как минимум в 2 раза превышал уровень шума на КО.

Примечание 2. Данные, полученные при сканировании КО во время контрольной настройки, рекомендуется сохранить в виде отдельного файла. Такой файл можно не создавать, если при сборе данных на каждом контролируемом элементе предусмотрена запись сигналов от настроечных несплошностей на КО (см. пункт 32 настоящего Руководства по безопасности).

47. В случае, если обработка и анализ полученных при ВТК данных производятся на отдельном компьютере, рекомендуется организовать соответствующее рабочее место, разместив на нем документацию, указанную в пункте 43 настоящего Руководства по безопасности, а также результаты контроля данных объектов, полученные ранее, с соответствующими реестрами несплошностей, предусмотренными пунктом 73 настоящего Руководства по безопасности, в электронном виде или на бумажном носителе.

V. Проведение контроля
Сбор данных ВТК

48. Сбор данных проводится согласно методике контроля.

49. Сканирование ОК рекомендуется выполнять с помощью автоматизированного сканирующего устройства либо вручную.

Примечание. Использование автоматизированных сканирующих устройств является предпочтительным.

50. Скорость сканирования выбирается из диапазона, указанного в методике контроля, с учетом технических возможностей средств контроля, состояния ОК (наличие отложений, де-

формаций и др.), а также условий проведения контроля. Выбор скорости сканирования производится с учетом того, чтобы частота дискретизации АЦП ВТ-дефектоскопа удовлетворяла условию, указанному в подпункте 26.6 настоящего Руководства по безопасности.

51. Во время сбора данные в режиме реального времени отображаются на экране дефектоскопа. Рекомендуется следить за качеством собираемых данных и оперативно реагировать на сбои в работе системы. В случае возникновения нештатной ситуации рекомендуется выявить и устранить причину сбоя, заново провести контрольную настройку в соответствии с пунктом 55 настоящего Руководства по безопасности и возобновить сбор данных.

52. При автономном режиме обработки и анализа полученные данные рекомендуется своевременно передавать в соответствующий компьютер (см. пункт 47 настоящего Руководства по безопасности).

Предварительный анализ и повторный сбор данных

53. До окончания работ по сбору данных рекомендуется провести их предварительный анализ. Если при этом обнаруживаются сигналы, удовлетворяющие условиям фиксации (см. пункт 64 настоящего Руководства по безопасности), то рекомендуется сделать как минимум одну повторную запись на тех элементах, при сканировании которых были выявлены эти сигналы.

54. Предварительный анализ позволяет своевременно заменять записи низкого качества (см. пункт 63 настоящего Руководства по безопасности) на новые более качественные.

Повторная контрольная настройка

55. Правильность настройки ВТ-дефектоскопа по сигналу от настроечной несплошности на КО проверяется в следующих случаях:

в начале каждой смены;

не реже, чем через каждые 4 ч;

если количество проконтролированных элементов превысило число, установленное методикой контроля;

если значения параметров сигнала от настроечной несплошности отличаются от установленных методикой контроля;

при остановке в работе более, чем на 1 ч;

при изменении каких-либо аппаратных настроек дефектоскопа;

после аварийных сбоев в работе системы контроля;

при замене любого из компонентов системы контроля (ВТП, кабель, КО);

по требованиям контролеров (оператора или специалиста, выполняющего анализ данных);

после контроля последнего элемента.

56. После проведения повторной контрольной настройки сбор данных повторяется с момента последней контрольной настройки

57. При наличии в каждой записи сигнала от настроечной несплошности (см. пункт 32 настоящего Руководства по безопасности) контрольная настройка выполняется для каждой записи.

Сохранение данных

58. В файлах, записанных при контроле, при технической возможности применяемого ВТ-оборудования кроме основных ВТ-данных рекомендуется сохранять следующую, прямую или кодированную, информацию:

наименование предприятия (подразделения), выполнившего контроль;

общую информацию о контролируемом оборудовании (наименование АЭС, номер энергоблока, наименование и обозначение оборудования) и наименование контролируемых элементов оборудования;

обозначения и номера ВТ-дефектоскопа, сканирующего устройства, ВТП, КО;

обозначение и номер версии программного обеспечения;

наименование и обозначение методики контроля;

скорость сканирования;

параметры режима работы ВТ-дефектоскопа;

номер (координаты) контролируемого элемента;

дату и время сбора данных;

градуировочные кривые (если используются);

фамилию, имя и отчество контролеров, номера и сроки действия квалификационных удостоверений).

Обозначение данных

59. Для сохранения полученных при контроле данных рекомендуется создавать каталоги, в названии которых отражена общая информация о контролируемом оборудовании. Например, при контроле ТОТ или ПК ПГ в названии каталогов рекомендуется указывать: номер энергоблока, номер ПГ, тип ПГ, тип коллектора («горячий» или «холодный»), номер контроля. В каталог данных рекомендуется заносить не только основные файлы данных, но и файлы, полученные при контрольных настройках ВТ-дефектоскопа на КО.

60. В наименование файла данных, записанного при контроле отдельного элемента оборудования, рекомендуется включать номер (координаты) этого элемента, номер записи и номер версии файла. При этом КО рекомендуется рассматривать как контролируемый элемент с нулевым номером.

VI. Оценка качества контролируемого объекта и оформление результатов контроля

Обработка и анализ данных вихретового контроля

61. Рекомендуется соблюдать следующую последовательность действий при обработке и анализе данных:

проверка качества записи данных;

выявление сигналов, удовлетворяющих условиям фиксации;

интерпретация сигналов, выявление сигналов от несплошностей;

определение типа и размеров несплошностей;

измерение координат несплошностей;

сохранение результатов анализа в электронном виде;

печать результатов контроля.

62. При обнаружении записи с неудовлетворительным качеством рекомендуется повторно проконтролировать соответствующий элемент.

63. Неудовлетворительное качество записи определяется следующим:

плотность данных (частота дискретизации) ниже требуемой по методике контроля;

уровень искажений сигналов, связанных с воздействием внешних электромагнитных полей или со сбоями в работе ВТ-оборудования, превышает допустимый;

неполная запись;

отсутствие каких-либо ВТ-сигналов, в частности, от краев (концов) контролируемого элемента.

64. Выявление из общего объема данных тех сигналов, которые могут быть обусловлены несплошностями и подлежат дальнейшей обработке и анализу, рекомендуется проводить по значениям ОИП сигналов. При одночастотном ВТК в качестве такого параметра наиболее часто применяется мнимая составляющая (Y) сигнала. При многочастотном контроле могут использоваться амплитуда и фаза сигнала основной частоты, комбинаций частот и другие варианты.

65. В методике контроля указываются те параметры сигнала, которые используются в качестве ОИП, а также условия фиксации, то есть области значений ОИП, при которых сигнал регистрируется для дальнейшей обработки и анализа.

66. Анализ зафиксированных сигналов рекомендуется производить с целью выделения лишь тех из них, которые несут полезную информацию о состоянии ОК, и последующей интерпретации выделенных сигналов.

67. Основную информацию о состоянии ОК несут сигналы, вызванные несплошностями материала. Информация, содержащаяся в сигналах, вызванных другими факторами, рассматривается как дополнительная.

68. Для получения достоверных результатов при анализе рекомендуется использовать информацию, полученную с применением различных частот, их комбинаций и режимов работы ВТП.

69. При оценке глубины несплошностей рекомендуется использовать градуировочные кривые, которые отражают зависимости параметров сигнала (фазы, амплитуды) от глубины несплошности.

70. Определение длины несплошностей проводится по протяженности сигнала на временной развертке.

71. Измерение координат несплошностей при автоматизированном контроле выполняется либо на основе данных о местоположении ВТП относительно ОК, передаваемых в ВТ-дефектоскоп от сканирующего устройства, либо с использованием ВТ-сигналов от каких-либо конструктивных элементов контролируемого оборудования в качестве реперных точек.

72. Для разделения обнаруженных несплошностей на допустимые и недопустимые, проверяются сигналы на соответствие условиям браковки.

73. По результатам обработки и анализа данных для каждого контролируемого элемента рекомендуется сформировать реестр несплошностей, в котором указывается ОИП сигналов, тип, размеры, координаты выявленных несплошностей, а также вывод об их допустимости.

74. Реестр несплошностей, дата и время проведения анализа данных, а также фамилия, имя и отчество, номер и срок действия квалификационного удостоверения специалиста, выполнившего анализ данных, вносятся в итоговый файл данных для каждого контролируемого элемента.

75. На основе итоговых файлов данных подготавливаются и распечатываются результаты контроля.

76. В сложных (с точки зрения правильной интерпретации сигналов) случаях рекомендуется анализ ВТ-данных проводить независимо двумя специалистами с окончательным подтверждением их решения третьим, наиболее опытным специалистом.

77. При обработке и анализе данных ВТК допускается использование специальных программных средств, предназначенных для автоматической расшифровки данных ВТК и аттестованных в установленном порядке.

Отчетная документация

78. Отчетной документацией по результатам контроля является протокол (заключение, акт, итоговый отчет).

79. В отчетную документацию рекомендуется, как минимум, включать следующее:

наименование предприятия (подразделения), выполнившего контроль;

общую информацию о контролируемом оборудовании (наименование АЭС, номер энергоблока, наименование и обозначение оборудования) и наименование контролируемых элементов оборудования, а также номер чертежа;

наименования и обозначения методики контроля;

нормативную документацию по контролю;

объем выполненного контроля;

дату проведения контроля;

данные о средствах контроля (наименования, обозначения, заводские номера);

данные о контролерах (фамилия, имя и отчество, номера и сроки действия квалификационных удостоверений);

результаты контроля;

подпись ответственного за проведение контроля лица.

80. Рекомендуется первичные (записанные при сборе данных) файлы данных, а также итоговые (с результатами анализа) файлы данных сохранить на отдельном цифровом носителе.

81. Форма отчетной документации и правила её утверждения, регистрации и хранения устанавливаются конкретным предприятием (организацией) являющейся владельцем контролируемого оборудования.

VII. Квалификация персонала

82. Сбор ВТ-данных осуществляется контролерами, прошедшие в установленном Правилами порядке сертификацию и получившие соответствующий сертификат (с правом выдачи заключения или без права выдачи заключения)

83. Обработку, анализ ВТ-данных и выдачу заключения по результатам ВТК осуществляют контролеры, имеющие сертификат на право выполнения работ с правом выдачи заключения

84. Разработку технологических карт осуществляют контролеры, имеющие сертификат на право выполнения работ с правом выдачи заключения

85. Для специалистов, выполняющих подготовку к работе, ремонт и техническое обслуживание средств контроля, сертификация по ВТК не требуется.

VIII. Метрологическое обеспечение

86. Средства ВТК (системы контроля, ВТ-дефектоскопы) вносятся в номенклатурные перечни средств измерений в соответствии с действующими национальными стандартами (ГОСТ) определяющих «Метрологическое обеспечение эксплуатации атомных станций. Основные положения», подлежащих поверке или калибровке.

87. Средства контроля, КО проходят первичную поверку (калибровку), а также периодическую поверку (калибровку) через установленные межповерочные (межкалибровочные) интервалы времени в соответствии с Федеральным законом от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

88. Метрологическое обеспечение средств контроля и КО осуществляется в метрологических службах, аккредитованных Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)

IX. Требования безопасности

89. Требования к технике безопасности, радиационной безопасности и пожарной безопасности определяются нормативными документами, регламентирующими работы на предприятии (АЭС или заводе-изготовителе).

ПРИЛОЖЕНИЕ № 1
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Унифицированные методики контроля
основных материалов (полуфабрикатов),
сварных соединений и наплавки
оборудования и трубопроводов атомных
энергетических установок.
Вихретоковый контроль»,
утвержденному приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 21 мая 2014 г. № 219

Обозначения и сокращения

АЦП – аналого-цифровой преобразователь;

АЭС – атомная электростанция;

АЭУ – атомная энергетическая установка;

ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор;

ВТ – вихретоковый;

ВТК – вихретоковый контроль;

ВТП – вихретоковый преобразователь;

КО – контрольный образец;

ОИП – основной информативный параметр;

ОК – объект контроля;

ПГ – парогенератор;

ПК ПГ – перемычки коллектора парогенератора;

РБМК - реактор большой мощности канальный;

РС – резьбовые соединения;

РУ – реакторная установка;

ТОТ – теплообменная труба;

ПРИЛОЖЕНИЕ № 2
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Унифицированные методики контроля
основных материалов (полуфабрикатов),
сварных соединений и наплавки
оборудования и трубопроводов атомных
энергетических установок.
Вихретоковый контроль»,
утвержденному приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 21 мая 2014 г. № 219

Термины и определения

Для целей настоящего Руководства по безопасности используются основные понятия, установленные ГОСТ 24289-80[2], ГОСТ 15467 – 79[3], ГОСТ 12718-2009[4] и ПНАЭ Г-7-010-89[5]

Для целей настоящего Руководства по безопасности используются также следующие основные понятия:

ВТ-зонд средство ВТК, основными элементами которого являются ВТП и гибкая трубка для его перемещения внутри ОК.

Годограф сигнала ВТП линия на комплексной плоскости, сформированная из местоположений концов векторов сигнала ВТП, полученных в результате сканирования ОК, а также в результате изменения частоты, удельной электрической проводимости, относительной магнитной проницаемости, размеров ОК, размеров ВТП и других влияющих факторов.

Контрольная настройка ВТ-дефектоскопа – процесс настройки параметров режима работы ВТ-дефектоскопа до достижения параметрами сигнала от настроечной несплошности значений, установленных в методике контроля.

Манипулятор – сканирующее устройство, предназначенное для перемещения ВТП относительно неподвижного ОК.

Метод контроля – правила применения определенных принципов и средств контроля.

---

[2] Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 30 июня 1980 г. №3221
[3] Утвержден постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 26 января 1979 г. №244
[4] Утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 15 декабря 2009 г. №1109-ст.
[5] Утверждены постановлением Госатомнадзора СССР от 11 мая 1989 г. №6

Мешающий фактор при ВТК – параметр ОК или физическая характеристика внешних условий, при которых проводится контроль, получение информации о котором не является целью контроля, но оказывающий влияние на сигналы ВТП и на результаты контроля.

Настроечная несплошность – дефект на КО, который используется для контрольной настройки ВТ-дефектоскопа.

Помеха – сигнал, затрудняющий работу с информативными сигналами.

Порог чувствительности ВТ-дефектоскопа – минимальные размеры несплошности заданной формы, при которых «отношение сигнал-шум» равно двум.

Сигнал – абстрагированная от некоторой физической величины функция времени, параметры которой содержат полезную информацию.

Сканирование ОК – систематическое относительное перемещение во время контроля ВТП и ОК.

Сканирующее устройство – механическое устройство для сканирования ОК.

Средство контроля – техническое устройство, вещество, материал, программный продукт, используемые для получения и обработки информации об объекте при проведении контроля.

КО – образец с искусственными несплошностями или без них, используемый для контрольной настройки аппаратуры при контроле объектов определенного типа, имеющий близкие параметры (материалы, размеры, качество обработки поверхности и т.п.) к ОК и предусмотренный методикой контроля.

Станок – сканирующее устройство для перемещения ОК относительно неподвижного ВТП.

Условия браковки – области значений параметров сигнала от несплошности, при которых эта несплошность признается недопустимой, то есть дефектом.

Условия фиксации – области значений параметров сигнала, при которых сигнал регистрируется для дальнейшей обработки и анализа.

Примечание. Не рекомендуется использовать термины по ВТК, являющиеся результатом некорректного перевода на русский язык иностранных технических и методических документов.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 3
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Унифицированные методики контроля
основных материалов (полуфабрикатов),
сварных соединений и наплавки
оборудования и трубопроводов атомных
энергетических установок.
Вихретоковый контроль»,
утвержденному приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 21 мая 2014 г. № 219

Рекомендации по проведению вихретокового контроля неферромагнитных теплообменных труб

1. Настоящие рекомендации могут быть использованы при ВТК неферромагнитных ТОТ теплообменных аппаратов, в частности, ПГ РУ с ВВЭР.

2. При контроле ТОТ выявляются:

несплошности материала: локальные коррозионные повреждения (язвы, питтинги, растрескивание), одиночные разнонаправленные трещины;

утонение стенки ТОТ в местах установки дистанционирующих решеток;

следы ударов (вмятины);

геометрические аномалии развальцовки (отсутствие развальцовки, перевальцовка, недовальцовка);

электропроводящие и/или магнитные отложения на поверхности ТОТ и в межтрубном пространстве, в том числе шламовые отложения;

локальные изменения магнитной проницаемости материала ТОТ;

соприкосновения соседних труб.

3. При контроле ТОТ выявляются несплошности, минимальные размеры которых в зависимости от типа несплошности и её местоположения приведены в таблице № 1.

Таблица № 1

Тип и местоположение несплошности	Минимальные размеры несплошностей	
Внутренние и внешние локальные несплошности (язвы)		
	Диаметр, мм	**Глубина, % от толщины стенки ТОТ**
На прямом участке ТОТ	1	20
На прямом участке ТОТ под дистанционирующей решеткой	1	30
На прямом участке ТОТ под краем Дистанционирующей решетки	2	30
На гибе ТОТ	2	30
В зоне развальцовки ТОТ	2	50
В переходной зоне развальцовки ТОТ	2	60
Внутренние и внешние несплошности типа продольных и поперечных трещин (длина 5 мм; ширина 0,2 мм)		
	Глубина, % от толщины стенки ТОТ	
На прямом участке ТОТ	20	
На прямом участке ТОТ под дистанционирующей решеткой	30	
На прямом участке ТОТ под краем Дистанционирующей решетки	50	
На гибе ТОТ	50	
В зоне развальцовки ТОТ	50	
В переходной зоне развальцовки ТОТ	60	

4. Выявляемость несплошностей не меньше значений, указанных в таблице № 2.

Таблица № 2

Глубина несплошности, % от толщины стенки ТОТ	Вероятность обнаружения
20	0,05-0,2
40	0,6
50	0,8
60	0,81
75	0,86
100	0,95

5. Определение размеров несплошностей.

5.1. Измерение глубины:

погрешность – не более 10 % от толщины стенки ТОТ;

порог чувствительности - 1 % от толщины стенки ТОТ.

5.2. Измерение длины несплошностей типа трещин.

Погрешность – не более 1 мм для несплошностей длиной от 5 до 10 мм; 10% при длине выше 10 мм.

При длине несплошности до 5 мм этот параметр не определяется.

6. Раздельное обнаружение и определение размеров несплошностей возможно, если расстояние между ними не менее 5 мм.

7. Погрешность определения осевой координаты несплошности не более 5 мм с привязкой к реперным точкам (стенка коллектора, дистанционирующая решетка и др.).

8. При контроле ТОТ используются ВТ-зонды, основными элементами которых являются ВТП и гибкая (пластиковая или витая металлическая) трубка для его перемещения внутри ТОТ.

Основным при контроле ТОТ является внутренний проходной параметрический ВТП, который состоит из двух обмоток. Этот ВТП может одновременно применяться как дифференциальный (при использовании двух обмоток) и как абсолютный (при использовании одной обмотки).

Примечание. Дифференциальный режим работы ВТП является основным и предназначен для обнаружения и определения параметров локальных (непротяженных) несплошностей. Абсолютный режим позволяет получать информацию о протяженных несплошностях.

В некоторых случаях для отстройки от магнитных аномалий в металле ТОТ используются проходные ВТП с подмагничиванием постоянным полем.

Для уточнения типа, размеров и ориентации несплошностей, обнаруженных проходным ВТП, а также для определения их количества в одном сечении ТОТ, используются накладные (вращающиеся или многоэлементные) ВТП различных конструкций, обладающие более высокой, чем проходные ВТП, локальностью контроля.

9. Контроль производится при перемещении ВТ-зонда внутри ТОТ.

ТОТ ПГ может быть проконтролирована с вводом ВТ-зонда из одного из коллекторов на всю длину ТОТ или с вводом ВТ-зонда из разных коллекторов («холодного» и «горячего») с перекрытием зон контроля.

Сбор ВТ-данных производится при обратном движении зонда.

10. Скорость сканирования выбирается с учетом технических возможностей средств контроля, формы (наличие гибов) и состояния ТОТ (наличие отложений, деформаций), а также условий проведения контроля.

Рекомендуемая скорость сканирования при контроле ТОТ ПГ с помощью проходного ВТП: 400 – 600 мм/с.

11. ВТ-сигналы от несплошностей на комплексной плоскости представляют собой годографы и характеризуются амплитудой, начальной фа-

зой (далее – фаза), формой. Эти параметры зависят от типа, размеров, местоположения и ориентации несплошности, а также от частоты тока возбуждения ВТП.

Измеряя при ВТК ТОТ параметры сигнала, можно получить информацию о характеристиках несплошности:

о глубине и местоположении (наружный или внутренний) – по фазе сигнала;

об объеме – по амплитуде сигнала;

о длине – по началу и концу формирования сигнала.

12. Выбор основной частоты рекомендуется проводить с учетом условия, чтобы сигнал от неглубокой (20 % от толщины стенки) наружной несплошности был сдвинут по фазе относительно сигнала от сквозной несплошности на 50 – 120°.

При ВТК ТОТ ПГ рекомендуется использовать значения основной частоты от 100 до 200 кГц.

13. Установка начала отсчета фаз сигналов.

Для выполнения этой настройки рекомендуется повернуть на комплексной плоскости сигнал от неглубокой внутренней несплошности (кольцевой паз на внутренней поверхности глубиной 10 % от толщины стенки) таким образом, чтобы он был ориентирован строго горизонтально, то есть вдоль оси X, относительно которой ведется отсчет фазовых углов.

При этой операции возможны и другие подходы, например, использование для фазовой настройки сигналов от вмятины или от поперечных колебаний ВТП в трубе.

14. Для отстройки от мешающих факторов, возникающих при ВТК ТОТ, используется многочастотный метод. Этот метод предполагает использование не только основной, но и вспомогательных частот.

Набор вспомогательных частот включает в себя как минимум низкую и высокую (по отношению к основной) частоты.

Низкая частота предназначена для отстройки от внешних по отношению к ТОТ элементов конструкции, таких как решетки, коллектор или трубная доска, а также от электропроводящих и/или магнитных отложений на наружной поверхности ТОТ. При контроле ТОТ ПГ низкая частота выбирается из диапазона 20 – 100 кГц.

Высокая частота предназначена для подавления влияния геометрических неоднородностей внутренней поверхности ТОТ (аномалии в области развальцовки, шероховатость поверхности и др.), а также колебаний ВТП во время его движения. При контроле ТОТ ПГ высокая частота равна 200 – 700 кГц.

Увеличение «отношения сигнал-шум» удается получить за счет комбинирования сигналов, полученных на двух или более частотах (основная плюс вспомогательная, две вспомогательные).

Примечание 1. Многочастотный метод используется при обработке как дифференциальных, так и абсолютных сигналов ВТП. При этом комбинирование сигналов дифференциальных каналов с сигналами абсолютных каналов невозможно.

Примечание 2. Правильность интерпретации полученных при контроле данных рекомендуется подтверждать с использованием сигналов всех доступных частот, их комбинаций и режимов работы ВТП.

15. Размеры искусственных несплошностей на КО.

15.1. При контроле ТОТ с помощью проходных ВТП рекомендуется как минимум использовать:

одно сквозное отверстие диаметром 1,3 мм для ТОТ с наружным диаметром до 19 мм и диаметром 1,7 мм для ТОТ с большим диаметром (используется для контрольной настройки по фазе сигнала); возможен вариант четырех таких отверстий расположенных в одном сечении КО через 90°;

четыре плоскодонных отверстия на наружной поверхности диаметром 4,8 мм и глубиной 20%, расположенные в одном сечении КО через 90° (используются для контрольной настройки по амплитуде сигнала);

кольцевой паз на внутренней поверхности шириной 1,6 мм и глубиной 10%.

Для корректировки градуировочных кривых (фаза-глубина и амплитуда-глубина), используемых при измерении глубины несплошностей, дополнительно на наружной поверхности КО изготавливаются одиночные плоскодонные отверстия следующих размеров:

диаметр 4,8 мм и глубина 40%;

диаметр 2,8 мм и глубиной 60%;

диаметр2 мм и глубиной 80%.

Примечание. Глубина несплошностей указана в процентах от толщины стенки ТОТ.

Допустимые отклонения размеров при изготовлении несплошностей:

по диаметрам отверстий и ширине пазов: ± 0,05 мм;

по глубинам: ± 0,03 мм.

15.2. Размеры искусственных несплошностей на КО при использовании накладных (вращающихся или многоэлементных) ВТП указываются в соответствующей методике контроля.

16. Основную информацию о состоянии ТОТ несут сигналы, вызванные несплошностями материала. Дополнительная информация содержится в сигналах, вызванных другими факторами (см. п. 2 данного приложения).

17. При классификации сигналов рекомендуется применять специальную систему обозначений (указывается в методике контроля).

ПРИЛОЖЕНИЕ № 4
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Унифицированные методики контроля
основных материалов (полуфабрикатов),
сварных соединений и наплавки
оборудования и трубопроводов атомных
энергетических установок.
Вихретоковый контроль»,
утвержденному приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 21 мая 2014 г. № 219

Рекомендации по проведению вихретового контроля резьбовых поверхностей крепежных элементов

1. Настоящие рекомендации могут быть использованы при ВТК РС, то есть резьбовых поверхностей крепежных элементов (резьбовых отверстий, шпилек, гаек) фланцевых разъёмов оборудования, в частности, главного разъема; люков коллекторов первого контура, люков второго контура и люков-лазов ПГ; главных циркуляционных насосов.

2. При контроле РС выявляются несплошности типа продольных и поперечных (относительно оси ОК) трещин, выходящих на поверхность резьбы (в произвольной точке профиля резьбы) и имеющих различную ориентацию относительно оси ОК, со следующими минимальными размерами: глубина – 1,0 мм; длина – 5 мм; ширина – 0,2 мм.

3. При контроле РС несплошности с минимальными размерами выявляются с вероятностью не менее 80 %.

4. Погрешность определения осевой координаты несплошности относительно края резьбы - не более 6 мм, а погрешность определения угловой координаты – не более 20°.

5. Тип ВТП: накладной, дифференциальный.

Рекомендуется использовать профильные ВТП, у которых рабочая поверхность по форме согласована с профилем резьбы. Это позволяет приблизить ВТП к месту наиболее вероятного расположения несплошностей, то есть к основанию резьбы.

Допускается использование ВТП, у которых рабочая поверхность расположена на уровне вершин резьбы.

6. Во время контроля взаимное перемещение ВТП и ОК осуществляется вдоль линии резьбы, при этом вершина ВТП (середина рабочей поверхности) должна находиться над основанием резьбы.

Контроль выполняется при прямом и/или обратном движении.

Рекомендуемая скорость движения ВТП вдоль линии резьбы: 100 – 250 мм/с.

7. В большинстве случаев контроль производится на одной частоте, которая выбирается из диапазона 20 – 160 кГц в зависимости от конструкции и параметров используемого ВТП.

При наличии технических возможностей рекомендуется для повышения достоверности результатов использовать при контроле две частоты, отличающиеся друг от друга в 2 – 4 раза.

8. Изменения зазора между ВТП и поверхностью резьбы, а также перекосы ВТП являются одними из основных мешающих факторов при ВТК резьбы. Для отстройки от этих мешающих факторов рекомендуется применять амплитудно-фазовый метод и в качестве ОИП использовать мнимую составляющую сигнала (Y) ВТП.

Если помеха не имеет ярко выраженной ориентации на комплексной плоскости и амплитудно-фазовый метод становится неэффективным, то фазовую настройку рекомендуется выполнять не с целью минимизации помехи, а с целью получения максимального значения сигнала от несплошности. Для этого необходимо, чтобы сигнал от искусственной настроечной несплошности на КО был ориентирован на комплексной плоскости строго вертикально.

9. Размеры искусственных несплошностей на КО.

На КО рекомендуется нанести как минимум два паза, расположенных в основании резьбы, ориентированных вдоль линии резьбы и имеющих следующие размеры:

глубина – 1±0,1 мм и 2 ±0,1 мм;

длина – от 5 до 20 мм;

ширина – не более 0,5 мм.

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5
к руководству по безопасности
при использовании атомной энергии
«Унифицированные методики контроля
основных материалов (полуфабрикатов),
сварных соединений и наплавки
оборудования и трубопроводов атомных
энергетических установок.
Вихретоковый контроль»,
утвержденному приказом Федеральной
службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
от 21 мая 2014 г. № 219

Рекомендации по проведению вихретокового контроля перемычек коллекторов парогенератора

1. Настоящие рекомендации могут быть использованы при ВТК ПК ПГ реакторных установок с ВВЭР.

2. При контроле ПК ПГ выявляются несплошности материала коллектора типа продольных трещин, выходящих на поверхность отверстий коллектора, со следующими минимальными размерами: глубина – 1,0 мм; длина – 10,0 мм; ширина – 0,3 мм.

3. При контроле ПК ПГ несплошности с минимальными размерами выявляются с вероятностью не менее 80 %.

4. При контроле ПК ПГ обеспечивается оценка глубины несплошности (при длине несплошности не менее 15 мм), то есть отнесение обнаруженной несплошности к одному из классов по глубине: до 3 мм; 3 мм и более.

5. Погрешность определения длины несплошности – не более 5 мм.

6. Погрешность определения осевой координаты несплошности относительно поверхности коллектора со стороны второго контура – не более 5 мм, а погрешность определения угловой координаты – не более 10°.

7. Тип ВТП: накладной, дифференциальный, вращающийся (скорость вращения не менее 4800 об/мин).

8. Во время контроля ВТП перемещается вдоль отверстия коллектора внутри ТОТ. ВТ-катушки вращаются относительно продольной оси ВТП. Результирующая траектория сканирования – винтовая линия. Шаг винтовой линии - не более 2,5 мм.

Сбор ВТ-данных производится при извлечении ВТП из отверстия коллектора. При этом скорость движения ВТП вдоль отверстия коллектора - не менее 200 мм/с.

9. Частоту дискретизации АЦП ВТ-дефектоскопа с учетом условия, указанного в п. 26.6 настоящего Руководства по безопасности, рекомендуется выбирать не меньше 26 кГц (при скорости вращения 4800 об/мин и использовании двух частот).

10. В качестве основной при контроле ПК ПГ рекомендуется выбирать частоту 12 – 16 кГц, а в качестве ОИП – мнимую составляющую (Y) сигнала ВТП на этой частоте. При этом контрольную настройку ВТ-дефектоскопа рекомендуется проводить таким образом, чтобы сигнал от искусственной настроечной несплошности на КО был ориентирован на комплексной плоскости строго вертикально.

11. Для отстройки от влияния периодического изменения зазора между ВТ-катушками и металлом, которое связано с их вращением в отверстии коллектора, рекомендуется применять модуляционный метод (см. раздел III настоящего Руководства по безопасности).

12. При ВТК ПК ПГ мешающие факторы связаны, главным образом, со свойствами металла и геометрией ТОТ в узле заделки: несплошности; магнитные аномалии; граница развальцовки, эллипсность сечения и другие.

Для отстройки от этих мешающих факторов и правильной интерпретации сигнала рекомендуется использовать многочастотный метод. Минимальный вариант предполагает применение одной дополнительной высокой частоты (50 – 70 кГц).

13. Оценку глубины несплошности (при длине несплошности не менее 15 мм) рекомендуется выполнять по амплитуде сигнала на основной частоте, а измерение длины несплошности – по протяженности сигнала.

14. Для измерения угловой координаты несплошности рекомендуется использовать синхронизирующие импульсы, создаваемые в ВТП при вращении вихретоковых катушек.

15. Размеры искусственных несплошностей на КО.

Рекомендуется использовать продольный паз на поверхности отверстия коллектора по всей длине образца глубиной 1 ± 0,1 мм и шириной не более 0,3 мм. Для подтверждения правильности оценки глубины несплошностей может использоваться дополнительный КО с аналогичным пазом глубиной 3 ± 0,1 мм.

Нормативный документ

Руководство по безопасности
при использовании атомной энергии
«Унифицированные методики контроля основных материалов (полуфабрикатов), сварных соединений и наплавки оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок.
Визуальный и измерительный контроль»

РБ-089-14

Официальное издание

Ответственный за выпуск Синицына Т.В.
Верстка выполнена в ФБУ «НТЦ ЯРБ» в полном соответствии с приложением к приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 21 мая 2014 г. № 219

Подписано в печать 01.06.2014.

ФБУ «Научно-технический центр
по ядерной и радиационной безопасности» (ФБУ «НТЦ ЯРБ»)
является официальным издателем и распространителем нормативных актов Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.04.06 № 384)

Тираж 100 экз.
Отпечатано в ФБУ «НТЦ ЯРБ».
Москва, ул. Малая Красносельская, д. 2/8, корп. 5
Телефон редакции: 8-499-264-28-53

gost.e-ecolog.ru