



Открытое акционерное общество
«Российский концерн по производству электрической и
тепловой энергии на атомных станциях»

(ОАО «Концерн Росэнергоатом»)

П Р И К А З

27.01.2012

№ 9/63-17

Москва

О введении в действие
Методики 27.28.05.050-2011

В целях повышения эффективности контроля металла оборудования и трубопроводов АЭС

ПРИКАЗЫВАЮ:

1. Ввести в действие с 01.04.2012 Методику контроля перемычек коллекторов теплоносителя парогенераторов ПГВ-1000 с использованием дефектоскопов КОМВИС-ЛМ (далее - Методика, приложение).

2. Заместителям Генерального директора – директорам филиалов ОАО «Концерн Росэнергоатом»: «Балаковская атомная станция» Игнатову В.И., «Калининская атомная станция» Мартыновченко Л.И., «Нововоронежская атомная станция» Поварову В.П., «Ростовская атомная станция» Паламарчуку А.В.:

2.1. Принять Методику к руководству и исполнению.

2.2. Разработать и утвердить мероприятия по введению в действие Методики в установленном на АЭС порядке.

3. Департаменту планирования производства, модернизации и продления срока эксплуатации (Дементьев А.А.) внести Методику в Указатель технических документов, регламентирующих обеспечение безопасной эксплуатации энергоблоков АС (обязательных и рекомендуемых к использованию), раздел 1.13.1.

4. Контроль за исполнением настоящего приказа возложить на заместителя Генерального директора – директора по производству и эксплуатации АЭС Шутикова А.В.

Генеральный директор

Е.В. Романов

В.М. Григорьев, (495) 783-01-43 доб.21-29

Приложение к Приказу
ОАО «Концерн Росэнергоатом»
от 27.01.2012 № 9/63-П

ОДОБРЕНО

Начальник Управления по регулированию
безопасности атомных станций
Федеральной службы по экологическому,
технологическому и атомному надзору
Иск. № 05-03-08/82 от 18.01.2012

М.И. Мирошниченко
« ____ » _____ 2011 г.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Генерального директора –
директор по производству и
эксплуатации АЭС
ОАО «Концерн Росэнергоатом»

А.В. Шутиков
« 20 » 12 2011 г.

**МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ПЕРЕМЫЧЕК КОЛЛЕКТОРОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ
ПАРОГЕНЕРАТОРОВ ПГВ-1000 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕФЕКТОСКОПОВ
КОМВИС ЛМ**

27.28.05.050-2011

РАЗРАБОТЧИК

Заместитель Генерального директора -
директор Института неразрушающих
методов исследования металлов
ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»

А.Н.Рябов
« ____ » _____ 2011 г.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производству и эксплуатации АЭС –
директор Департамента инженерной
поддержки
ОАО «Концерн Росэнергоатом»

Н.Н. Давиденко
" 20 " 12 2011 г.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
Департамента инженерной поддержки –
начальник отдела материаловедения
ОАО «Концерн Росэнергоатом»

В.Н. Ловчев
" 19 " 12 2011 г.

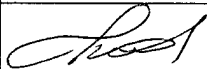
Москва

2011 г.

**МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ПЕРЕМЫЧЕК КОЛЛЕКТОРОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ
ПАРОГЕНЕРАТОРОВ ПГВ-1000 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕФЕКТОСКОПОВ
КОМВИС ЛМ**

27.28.05.050-2011

Разработано:

Наименование организации	Должность исполнителя	Ф.И.О.	Подпись	Дата
ОАО НПО «ЦНИИТМАШ»	Заведующий лабораторией электромагнитной и капиллярной дефектоскопии	С.М. Петушков		19.12.2011

Согласовано:

Наименование организации	Должность исполнителя	Ф.И.О.	Подпись	Дата
ОАО «Концерн Росэнергоатом»	Главный технолог Департамента инженерной поддержки	Д.Ф. Гуцев		20.12.2011
ОАО «Концерн Росэнергоатом»	Куратор работы-главный специалист Департамента инженерной поддержки	С.В. Якимычев		20.12.2011

СОДЕРЖАНИЕ

1. Сокращения.....	4
2. Назначение методики контроля	4
3. Описание применяемых методов и способов контроля	8
4. Требования к аппаратуре, средствам и вспомогательным приспособлениям	11
5. Подготовка к контролю	13
6. Проведение контроля	16
7. Оценка качества контролируемого объекта и оформление результатов контроля ...	18
8. Требования к квалификации персонала.....	20
9. Требования к метрологическому обеспечению	20
10. Требования безопасности	21
Приложение 1. Картограмма коллектора ПГ.....	22
Приложение 2. СОП для настройки и калибровки дефектоскопа.....	23
Приложение 3. Сигнал от искусственного дефекта на СОП-К-1.....	24
Приложение 4. Многочастотные сигналы на Комплексной плоскости.....	25
Приложение 5. Конструктивные факторы, влияющие на результаты ВТК.....	26
Приложение 6. Протокол контроля	27

1. СОКРАЩЕНИЯ

АЭС – атомная электростанция;

ВВЭР – водо-водяной энергетический реактор;

ВТК – вихретоковый контроль;

ВТП – вихретоковый преобразователь;

ОК – объект контроля;

ПГ – парогенератор (в данном документе ПГВ-1000 или ПГВ-1000М);

СОП – стандартный образец предприятия;

т/о труба – теплообменная труба.

2. НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДИКИ КОНТРОЛЯ

2.1. Настоящая Методика контроля (далее – методика ВТК) устанавливает основные требования к проведению вихретокового контроля перемычек коллекторов теплоносителя парогенераторов ПГВ-1000, ПГВ-1000М (далее - ПГ) с использованием дефектоскопов КОМВИС ЛМ.

Методика ВТК применяется при контроле как в процессе эксплуатации ПГ, так и при изготовлении ПГ.

Методика ВТК используется при:

- автоматизированном контроле металла коллекторов ПГ с использованием манипулятора для перемещения вихретокового преобразователя (далее - ВТП);
- ручном контроле металла коллекторов ПГ.

2.2. Объект контроля: металл перфорированной зоны (перемычки) коллекторов теплоносителя парогенераторов ПГ.

2.2.1 Описание объекта контроля

Коллекторы теплоносителя парогенераторов ПГ представляют собой вертикальные сосуды переменных диаметров и толщин, изготовленные из легированной стали перлитного класса 10ГН2МФА. Внутренняя поверхность коллекторов защищена антикоррозионной наплавкой. В центральной части коллекторов имеются отверстия, служащих для заделки в них концов т/о труб.

Т/о трубы, гнутые в U-образные змеевики, скомпонованы в трубный пучок. Расположение труб в пучке – шахматное с шагом по вертикали 19 мм, по горизонтали 21,83 мм (по внутренней поверхности) (рис.1).

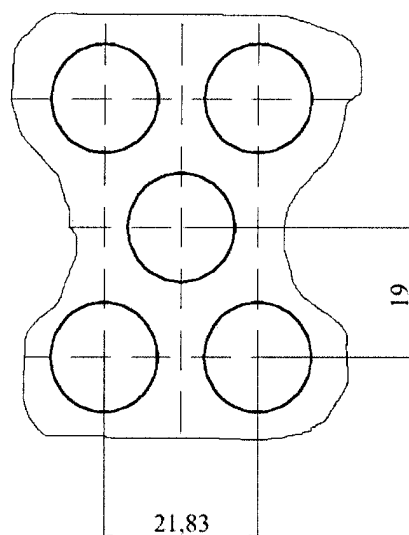


Рис. 1.

Т/о трубы (наружный диаметр 16 мм, толщина стенки 1,5 мм) изготовлены из хромоникелевой стали аустенитного класса марки 08X18H10T и заделаны в стенки коллекторов путем обварки их торцов аргонодуговой сваркой без присадки с последующей гидравлической раздачей и механической довальцовкой на выходе из коллектора для полной выборки зазора между т/о трубой и коллектором.

Основные характеристики объекта контроля приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметр	Значение
Внутренний диаметр коллектора, мм	834
Толщина коллектора, мм	171
Расположение отверстий в коллекторе	шахматное
Шаг расположения отверстий в ряду по горизонтали по внутренней поверхности, мм	21,83
Шаг расположения отверстий по вертикали, мм	19
Минимальное расстояние между отверстиями по внутренней поверхности, мм	5,5±0,4
Номинальный наружный диаметр т/о трубы (Dн), мм	16
Толщина стенки т/о трубы, мм	1,5
Допуск на номинальный диаметр т/о трубы, мм	±0,3
Допуск на толщину стенки т/о трубы, %	15
Диаметр отверстия в стенке коллектора, мм	16,25
Общее количество отверстий в коллекторе	11000 (для ПГВ-1000) 10978 (для ПГВ-1000M)
Материал коллектора, сталь	10ГН2МФА (плакировка из нерж. стали 7 мм со стороны 1-го контура)
Материал т/о труб, сталь	08X18H10T

2.2.2. Механизм образования дефектов

Причиной возникновения зародышевых трещин в перемычках коллекторов ПГ является транскристаллитное и межкристаллитное растрескивание металла в охрупченном и наклепанном слое, окружающем отверстия, под воздействием коррозионной среды в кольцевом зазоре, который имеет место из-за недовальцовки т/о труб ПГ. Трещины начинают развиваться со стороны второго контура. Разрушение перемычек происходит, как правило, в зонах наибольших механических напряжений последовательно от одного отверстия к другому и образует сплошную трещину в корпусе коллектора. В предельном случае это может привести к разрыву коллектора с катастрофическими последствиями.

Как показали металлографические исследования металла, вырезанного по результатам неразрушающего контроля, а также многолетний опыт использования вихретокового дефектоскопа ВД-73НЦ(У), трещины в перемычках коллекторов развиваются в продольном (вдоль оси отверстия) направлении как показано на рис. 2, где 1 – наплавка; 2 – коллектор; 3 – т/о труба, 4 – дефект.

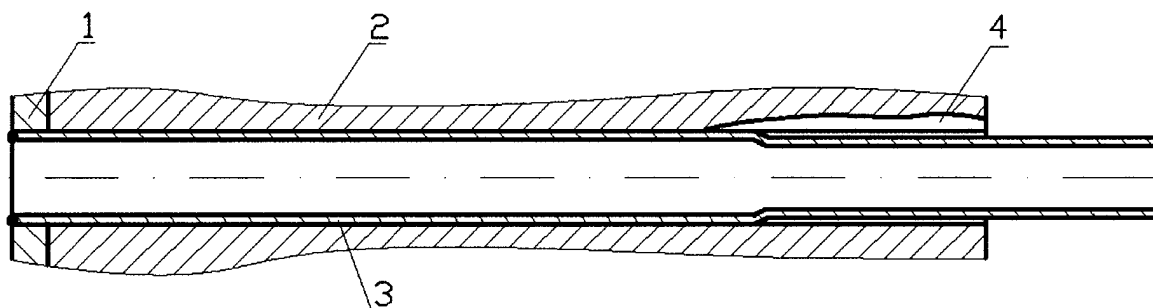


Рис. 2.

2.2.3. В процессе изготовления и эксплуатации ПГ могут возникнуть факторы, способные оказать влияние на результаты ВТК: риски на т/о трубах в узле заделки, магнитные аномалии в металле т/о труб и др. Кроме того, на результаты ВТК могут влиять конструктивные факторы (эллипсность трубы, близостьгиба трубы, наклон граничной линии опрессовки), которые представлены в Приложении 5.

2.3. Назначение методики ВТК

2.3.1. Методика ВТК предназначена для выявления дефектов типа продольных (вдоль оси отверстия) несплошностей, выходящих на поверхность отверстия коллектора.

2.3.2. Методика ВТК обеспечивает выявление дефектов со следующими минимальными размерами: глубина 1,0 мм; длина 10 мм; ширина 0,3 мм с вероятностью не менее 80%.

2.3.3. Методика ВТК обеспечивает оценку глубины дефектов (при длине дефектов не менее 15 мм), т.е. отнесение обнаруженного дефекта к одному из классов по глубине:

- до 3 мм;
- 3 мм и более.

Примечание. Оценка глубины дефектов не производится для дефектов длиной менее 15 мм, т.к. для этих дефектов характерна одновременная зависимость амплитуды сигнала как от глубины дефекта, так и от его длины.

2.3.4. Методика ВТК обеспечивает измерение длины дефекта с погрешностью не хуже ± 5 мм.

2.3.5. Методика ВТК обеспечивает определение местоположения дефектов с погрешностями не хуже:

- азимутальная координата: $\pm 10^\circ$.
- аксиальная координата: ± 5 мм.

2.3.6. Воспроизводимость результатов контроля не хуже 90%.

2.3.7. Методика ВТК обеспечивает выполнение контроля при скорости продольного перемещения вихретокового преобразователя до 225 мм/с.

2.4. Разработка методики ВТК выполнена на основе требований следующих документов:

- 27.28.05.050-2011 ТЗ «Разработка методики контроля перемычек коллекторов теплоносителя парогенераторов ПГВ-1000 с использованием дефектоскопов КОМВИС ЛМ. Техническое задание»

- П400.00.00.000 РЭ Дефектоскоп вихретоковый КОМВИС ЛМ. Руководство по эксплуатации.

- РД ЭО 0487–05 «Типовые требования к порядку разработки Технического задания, проведению испытаний и условиям применения средств и методик эксплуатационного неразрушающего контроля на объектах использования атомной энергии», концерн «Росэнергоатом», 2005г.

- РД ЭО 0488-03 «Методические рекомендации по оценке достоверности средств и методик неразрушающего контроля», концерн «Росэнергоатом», 2003г.

- 187.01.00.00.000 ТО «Парогенератор ПГВ-1000. Техническое описание и инструкция по эксплуатации».

- 320.05.00.00.000 ТО «Парогенератор ПГВ-1000М с опорами. Техническое описание и инструкция по эксплуатации».

- АТПЭ-9-09 «Типовая программа эксплуатационного контроля состояния основного металла и сварных соединений оборудования и трубопроводов атомных электростанций с ВВЭР-1000 при эксплуатации», ОАО «Концерн «Росэнергоатом», 2009г.

- 320-ЭКО-302-128 «Программа контроля металла перемычек коллекторов парогенераторов ПГВ-1000 и ПГВ-1000М на АЭС», ОКБ «Гидропресс», 1988г.

- 320-ПР-802 «Повышение надежности реакторной установки В-320. Анализ надежности парогенератора блока 1 Балаковской АЭС при изменении периодичности контроля металла и технического освидетельствования», ОКБ «Гидропресс», 2008 г.
- 320-ПР-897 «Обоснование объемов и периодичности эксплуатационного неразрушающего металла оборудования и трубопроводов реакторной установки В-320, В-338. Анализ достоверности характеристик систем контроля металла парогенератора. Часть 1», ОКБ «Гидропресс», 2008 г.
- ПНАЭ Г-7-008-89 «Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок».
- ПНАЭ Г-7-010-89 «Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля».
- ГОСТ 23048-83 «Контроль неразрушающий. Преобразователи вихретоковые. Общие технические требования».
- ГОСТ 24289-80 «Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения».
- ТИ.03.28-92 «Технологическая инструкция по контролю сплошности перемычек коллекторов ПГВ-1000М и ПГВ-1000У вихретоковым дефектоскопом ВД-73НЦУ». НПО ЦНИИТМАШ, 1992г.
- ПР 50.2.009-94 «Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений», ГОССТАНДАРТ РФ, 1997.

3. ОПИСАНИЕ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ И СПОСОБОВ КОНТРОЛЯ

3.1. Контроль, выполняемый по данной методике, относится к вихретоковому виду неразрушающего контроля.

При ВТК переменный ток, действующий в катушках ВТП, создает первичное электромагнитное поле, которое возбуждает в электропроводящем объекте контроля вихревые токи. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них ЭДС. Интенсивность и конфигурация вихревых токов зависит от электромагнитных и геометрических параметров контролируемого объекта, наличия в нем дефектов, а также от взаимного расположения преобразователя и объекта. Поэтому, измеряя ЭДС на зажимах катушек ВТП, можно получать информацию о свойствах объекта контроля, о наличии и параметрах дефектов.

3.2. Данная методика контроля основана на использовании вращающегося накладного ВТП.

Во время контроля ВТП перемещается вдоль отверстия коллектора внутри т/о трубы. С учетом вращения вихретоковых катушек в преобразователе получается, что результирующая траектория сканирования – это винтовая линия. Шаг этой линии зависит от соотношения скорости продольного движения и скорости вращения.

Скорость вращения вихретокового преобразователя ПНВ-3 составляет 6000 об/мин, а максимальная продольная скорость 225 мм/с. При этих значениях шаг винтовой линии равен 2,3 мм, что обеспечивает надежное выявление и оценку параметров наиболее коротких дефектов из тех, которые требуется обнаруживать, т.е. длиной 10 мм.

3.3. При обработке сигналов вращающегося ВТП для отстройки от влияния периодического изменения зазора между вихретоковыми катушками и металлом, связанным с их вращением в отверстии коллектора, используется модуляционный метод.

Этот метод основан на анализе сигнала ВТП, модулируемого в результате изменения в пространстве параметров объекта, при относительном перемещении ВТП и объекта контроля.

В данном случае модуляционный метод реализован с помощью программных цифровых фильтров.

3.4. При контроле по данной методике используются следующие частоты и их комбинации: 8; 16; 32; 65 кГц.

Основной частотой, предназначенной для обнаружения дефектов, является частота 16 кГц (канал А2), а основным информативным параметром – составляющая Y сигнала ВТП на этой частоте (А2Y).

Для отстройки от влияния мешающих факторов, в частности, магнитных аномалий в т/о трубе используется многочастотный метод. Этот метод основан на анализе и (или) синтезе сигналов ВТП, обусловленных взаимодействием электромагнитного поля различной частоты с объектом контроля. Для реализации этого метода в дефектоскопе КОМВИС ЛМ используются дополнительные частоты: 8, 32, 65 кГц (соответственно каналы А1, А3, А4)

3.5. Для оценки глубины дефекта (при длине дефекта не менее 15 мм) используется зависимость амплитуды сигнала от глубины дефекта.

3.6. Измерение длины дефекта осуществляется по протяженности сигнала от дефекта (по уровню 0,7), как показано на рис.3.

3.7. Измерение азимутальной координаты выполняется по разверткам сигналов ВТП на экране дефектоскопа. Это становится возможным за счет синхронизации разверток по специальному сигналу с ВТП, возникающему при каждом обороте вращения вихретоковых катушек.

Азимутальная координата дефекта определяется в соответствии с рис. 4, на котором условно изображено отверстие коллектора. За начало отсчета принято положение дефекта, при котором он расположен сверху отверстия.

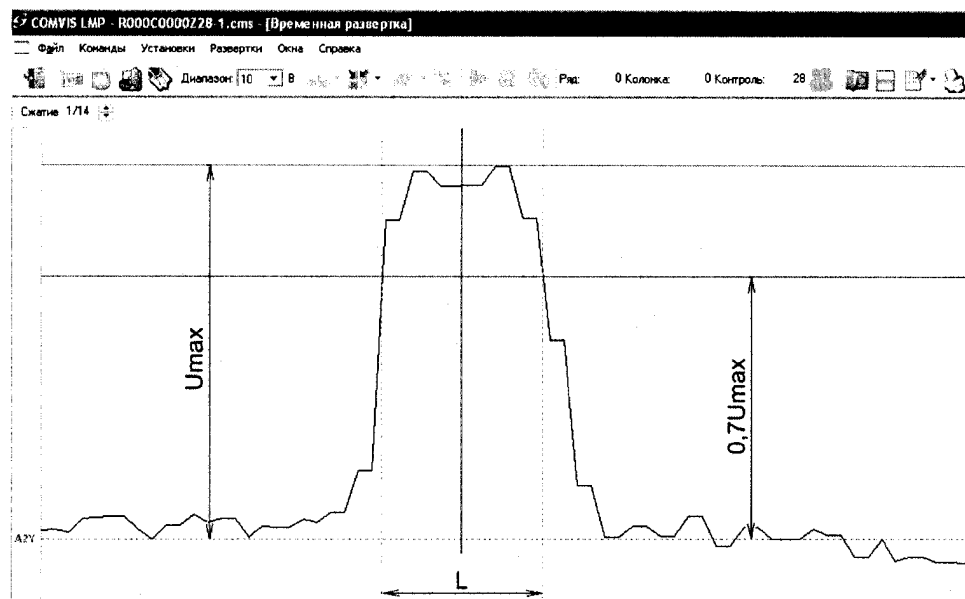


Рис. 3.

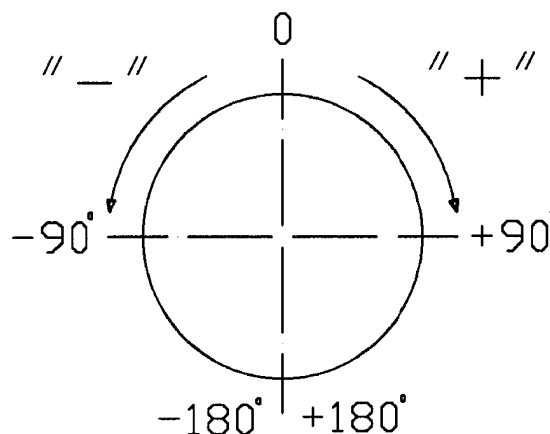


Рис.4

3.8. Отсчет аксиальной координаты дефекта ведется от стенки коллектора со стороны второго контура.

Аксиальная координата может быть определена по разверткам сигналов ВТП при условии обеспечения равномерной скорости его движения, что возможно при автоматизированном контроле.

При ручном контроле аксиальная координата должна измеряться с помощью мерной линейки на передней части ВТП.

Дополнительную информацию о координате дефекта можно получить с помощью специального Z-канала, который сформирован таким образом, чтобы по сигналу ВТП можно было бы определить местоположение ВТП относительно коллектора.

4. ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТУРЕ, СРЕДСТВАМ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМ ПРИСПОСОБЛЕНИЯМ

4.1. Для выполнения контроля перемычек коллекторов ПГ по данной методике должен быть использован универсальный вихретоковый дефектоскоп КОМВИС ЛМ.

КОМВИС ЛМ является программно-аппаратным комплексом на базе промышленного компьютера и может иметь различные конструктивные исполнения.

Примеры конструктивных исполнений КОМВИС ЛМ:

- в виде электронного блока на базе промышленного компьютера с периферийными устройствами, который устанавливается вблизи (не более 20 м) люка коллектора;
- в виде отдельного электронного блока, управляемого удаленным (до 200 м) компьютером по интерфейсу ETHERNET.

Конструктивное исполнение дефектоскопа при каждой поставке определяется, исходя из требований заказчика.

КОМВИС ЛМ является многочастотным дефектоскопом и обеспечивает возможность одновременного получения сигналов на 4-х частотах.

В дефектоскопе установлено программное обеспечение КОМВИС ЛМ, которое обеспечивает следующие возможности:

- сбор, обработка и запись данных ВТК;
- отображение сигналов в реальном времени;
- возможность проведения специалистом анализа записанных данных;
- обмен командами с системой управления манипулятором;
- формирование протоколов контроля.

4.2. При работе по данной методике дефектоскоп КОМВИС ЛМ должен быть укомплектован вихретоковым преобразователем ПНВ-3 (рис.5).

Технические характеристики ПНВ-3:

- | | |
|--|------|
| – тип: трансформаторный, накладной, дифференциальный, вращающийся; | |
| – скорость вращения, об/мин | 6000 |
| – максимальная скорость продольного перемещения, мм/с | 225 |
| – габаритные размеры, мм, не более | |
| длина | 390 |
| высота (по разъему) | 68 |

диаметр корпуса	32
диаметр передней части	12,3
длина передней части	200
– масса, кг, не более	0,7
– напряжение питания двигателя, В	24

Вихретоковый преобразователь ПНВ-3 соединяется с дефектоскопом КОМВИС ЛМ кабелем длиной до 25 м.

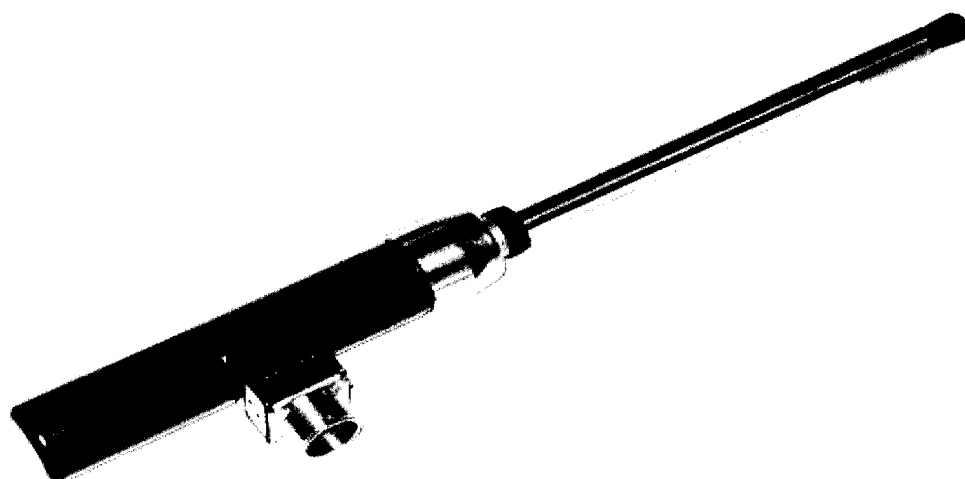


Рис.5

При контроле ПНВ-3 перемещается в отверстия коллектора с помощью специального манипулятора либо вручную (на ПГВ-1000, которые не были в эксплуатации).

4.3. Для настройки и калибровки дефектоскопа в процессе проведения контроля по данной методике используются стандартные образцы предприятия СОП-К-1 и СОП-К-3.

Чертеж этих СОП представлен в Приложении 2.

СОП-К-1 и СОП-К-3, имитирующие отверстие коллектора с т/о трубой, являются двухслойными. Наружная труба Ø28x6 мм длиной от 60 до 170 мм выполнена из стали перлитного класса, например, из Ст.20. Внутренняя труба Ø16x1,5 мм выполнена из стали 08X18H10T, её длина не меньше длины наружной трубы.

На внутренней поверхности наружной трубы по всей её длине выполнен искусственный дефект в виде продольного паза глубиной $1\pm 0,1$ мм (для СОП-К-1) и $3\pm 0,1$ мм (для СОП-К-3) шириной не более 0,3 мм.

Предусмотрено крепление внутренней трубы к наружной, обеспечивающее неподвижность труб друг относительно друга во время работы.

Способ изготовления искусственного дефекта (паза) - электроэрозионная обработка.

Прилегание наружной и внутренней труб, а также шероховатости их поверхностей не нормируются.

СОП имеют маркировку с обозначением и учетным номером.

Каждый СОП должен проходить метрологическую аттестацию один раз при выпуске.

4.4. При проведении автоматизированного контроля для перемещения вихретокового преобразователя должен использоваться манипулятор.

Манипулятор должен обеспечивать следующее:

- возможность установки на него вихретокового преобразователя ПНВ-3;
- прямой и обратный ход ВТП в отверстиях коллектора со стабилизированной скоростью до 225 мм/с;
- передача от системы управления манипулятором в дефектоскоп информации о номере контролируемого отверстия, готовности к началу обратного движения ВТП, а также о скорости и координате начальной точки этого движения;
- начало обратного движения ВТП по команде от дефектоскопа;
- передача от системы управления манипулятором в дефектоскоп команды об остановке движения ВТП;
- последовательный переход от одного отверстия к другому в соответствии с планом контроля;
- ввод ВТП в СОП при проведении калибровки дефектоскопа, при этом СОП должен быть установлен на манипуляторе.

Программное обеспечение манипулятора должно быть совместимо с программным обеспечением дефектоскопа КОМВИС ЛМ.

4.5. Для обеспечения устойчивой голосовой связи в условиях повышенной зашумленности между оператором и специалистом, отвечающим за движение ВТП при контроле, должна использоваться система дистанционной связи.

5. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ

5.1. Подготовка объекта контроля.

Подготовка объекта контроля включает следующие операции:

- обеспечить доступ к ПГ;
- снять крышки люков второго контура и коллекторов;
- охладить ПГ до температуры поверхности коллектора не более 40°C и температуры окружающей среды в зоне контроля не более 35 °C;
- сдренировать теплоноситель (воду) из коллекторов и т/о труб.

5.2. Подготовительные мероприятия для проведения контроля.

5.2.1. Организовать рабочее место оператора и разместить дефектоскоп КОМВИС ЛМ. Предельное расстояние от люка коллектора до рабочего места оператора зависит от конструктивного исполнения дефектоскопа (см. п. 4.1), в любом случае электронный блок дефектоскопа должен находиться на расстоянии не более 20 м от люка коллектора.

5.2.2. На рабочем месте оператора должна находиться следующая документация:

- настоящая методика;
- руководство по эксплуатации дефектоскопа КОМВИС ЛМ;
- картограмма коллектора с указанием отверстий, запланированных для контроля (программа контроля).

5.2.3. При автоматизированном контроле подготовить к работе и установить в коллектор манипулятор в соответствии с его эксплуатационной документацией, а также установить вихретоковый преобразователь ПНВ-3 на манипулятор.

5.2.4. В соответствии с руководством по эксплуатации дефектоскопа КОМВИС ЛМ соединить между собой все элементы оборудования: электронный блок дефектоскопа, периферийные устройства (при наличии), управляющий компьютер (при наличии), вихретоковый преобразователь ПНВ-3, систему управления манипулятором (при наличии), сеть электропитания (220В, 50Гц).

5.2.5. Подготовить к работе систему дистанционной связи в соответствии с её эксплуатационной документацией.

5.3. Проверка работоспособности оборудования и калибровка дефектоскопа.

5.3.1. Включить питание и проверить правильность работы манипулятора (при автоматизированном контроле) и системы дистанционной связи.

5.3.2. Подготовить дефектоскоп КОМВИС ЛМ к сбору данных.

5.3.2.1. Включить питание дефектоскопа.

5.3.2.2. После загрузки операционной системы запустить программу КОМВИС ЛМП.

5.3.2.3. Установить требуемые значения аппаратных и программных параметров работы дефектоскопа. Для этого необходимо загрузить файлы установки, которые формируются разработчиком и входят в комплект программного обеспечения к дефектоскопу КОМВИС ЛМ.

5.3.2.4. Открыть окно **Информация о контроле** и ввести все необходимые исходные данные:

- название АЭС;
- номер энергоблока;
- тип ПГ;
- номер ПГ;

- коллектор: «холодный» или «горячий»
- обозначения и номера оборудования, ВТП, СОП, программного обеспечения;
- ф.и.о. оператора, номер и срок действия квалификационного удостоверения;
- название методики контроля;
- скорость ВТП при сборе данных

Проверить правильность установки даты и времени, которые вводятся автоматически.

5.3.2.5. Включить вращение двигателя ВТП.

5.3.3. Провести проверку работоспособности и калибровку дефектоскопа с помощью СОП-К-1 с дефектом (пазом) глубиной 1 мм.

5.3.3.1. Ввести ВТП в образец СОП-К-1 на половину длины образца, при этом образец должен быть ориентирован так, чтобы дефект был направлен строго вверх.

Примечания.

1. Здесь и в дальнейшем предполагается, что перемещение ВТП должно осуществляться с помощью манипулятора (при автоматизированном контроле) или дефектоскопистом (при ручном контроле).

2. При ручном контроле все перемещения ВТП должны осуществляться при ориентации разъема ВТП строго вверх.

5.3.3.2. Включить сбор данных на несколько секунд.

5.3.3.3. После остановки сбора данных, используя **С-развертку** и **Фрагмент**, установить курсор в точку с максимальным значением сигнала.

5.3.3.4. В окне **Программные настройки** выбрать режим автоматической калибровки **По максимуму сигнала** и проверить, что параметры калибровки установлены правильно:

Амплитуда: 3 В;

Фаза: 90°.

5.3.3.5. Провести автоматическую калибровку сигналов по всем каналам.

5.3.3.6. Визуально убедиться в наличии на развертках по основному каналу A2Y сигнала характерной формы (см. Приложение 3).

Проверить правильность выполнения калибровки, измерив максимальные значения сигналов на всех частотах. При правильной калибровке:

Амплитуда: $3 \text{ В} \pm 0,2 \text{ В}$;

Фаза: $90 \pm 3^\circ$.

5.3.3.7. Для правильной установки точки отсчета азимутальной координаты дефекта с помощью регулятора **Угол поворота** (**Программные настройки**, **Синхроканал**) совместить положение пикового значения сигнала с нулевой отметкой на горизонтальной шкале **С-развертки**.

5.3.3.8. Данные, полученные на СОП, после калибровки сохранить файл **D0C000R000Z*.cms**. (см. п.6.3).

5.3.4. Проверить правильность установки порогов **Y1** и **Y2**.

Порог **Y1=1** В соответствует *условию регистрации* (см. п. 6.4.1).

Порог **Y2** предназначен для разделения обнаруженных дефектов на два класса по глубине (см. п. 7.1.5.2). Рекомендуемое значение 3,6 В, однако это значение может быть скорректировано по результатам измерения сигнала (по каналу A2Y) от искусственного дефекта глубиной 3 мм на СОП-К-3.

Примечание. В случае изменения значения **Y2** для правильного *автоматического* определения глубины дефекта (см. п. 7.1.5.2) необходимо в окне **Градуировка** провести коррекцию градуировочной кривой.

5.4. При автоматизированном контроле в систему управления манипулятором ввести параметры движения ВТП: скорость движения при сборе данных, а также координаты начального и конечного положения ВТП, учитывая, что эта скорость не должна превышать 225 мм/с, а передняя часть (торец центратора) входит в отверстие коллектора не более, чем на 200 мм.

Примечание. При вставлении ВТП в отверстие до упора чувствительный элемент выходит из коллектора на 5 мм.

6. ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ

6.1. Сбор данных

6.1.1. Сбор данных в дефектоскопе должен происходить при извлечении ВТП из отверстия коллектора.

При этом старт и остановка сбора данных, а также задание координат отверстия могут происходить либо в ручном режиме (по командам оператора), либо автоматически (по командам от системы управления манипулятором).

6.1.2. При автоматизированном контроле в системе управления манипулятором включить режим последовательного сканирования отверстий коллектора, подлежащих обследованию в соответствии с программой контроля, и выполнить сбор данных.

6.1.3. При ручном контроле необходимо выполнять следующие правила:

- вставлять ВТП в отверстие коллектора до упора;
- ВТП всегда должен быть ориентирован разъемом строго вверх;
- при сборе данных (на обратном ходе) двигать ВТП плавно, с постоянной скоростью, без рывков и перекосов;
- время движения ВТП в отверстии на обратном ходе должно составлять $1 \div 2$ с.

6.2. Повторная калибровка

Проверять правильность настройки оборудования по сигналам от дефекта на СОП не реже чем через каждые 4 часа. В случае, если значения параметров сигналов будут отличаться от требуемых значений, то заново провести калибровку и повторить контроль с момента последней калибровки.

Кроме того, калибровку необходимо выполнять в начале каждой смены, при остановке в работе более чем на 1 час, при изменении каких-либо аппаратных настроек, при замене любого из компонентов оборудования (ВТП, кабель, СОП и т.д.), и каждый раз, когда оператор считает необходимым это сделать для обеспечения качества собранных данных.

6.3 Маркировка данных

6.3.1. Каталоги данных

Для сохранения полученных при контроле данных оператор должен создать каталог, название которого формируется из номера блока АЭС (В), номера парогенератора (GS), обозначения коллектора (К): Н – «горячий», С – «холодный».

Например, если В=2, GS=3, К=Н, то получаем название каталога: **B2GS3KH**

6.3.2. Файлы данных.

Формирование названия файла, в котором будут сохранены данные, полученные при контроле, происходит автоматически и имеет расширение **cms**.

Имя файла формируется с учетом системы нумерации отверстий коллектора, указанной в эксплуатационных документах на ПГ и приведенной в Приложении 1.

Имя файла формируется из номера полуокружности (D), номера вертикального ряда (колонки) (C), номера горизонтального ряда (R), номера записи (Z). При необходимости оператор вручную добавляет версию файла.

Например, если D=2, C=22, R=33, Z=4, версия файла = 5, то получаем обозначение файла данных: **D2C022R033Z4-5.cms**.

6.4. Предварительный анализ данных

6.4.1. Последовательно открывая в режиме **Анализ** записанные файлы данных, провести поиск индикаций по основному каналу (A2Y), удовлетворяющих условию регистрации, т.е. равных или превышающих порог **Y1=1 В** (33% сигнала от настроенного дефекта).

Этот поиск рекомендуется проводить, используя **С-развертку** и развертку типа **Комплексная плоскость**.

6.4.2. Зафиксировать номера отверстий, при контроле которых были выявлены подозрительные индикации.

6.5. Повторный сбор данных

6.5.1. Повторно обследовать отверстия с индикациями, сделав на каждом отверстии по две дополнительные записи.

6.5.2. Оценить полученные данные и для дальнейшей обработки данных выделить лишь те отверстия, в которых подтвердились предварительные результаты.

6.5.3. При ручном контроле, используя мерную линейку на передней части ВТП, определить аксиальную координату (по максимуму сигнала) и протяженность (по уровню сигнала 0,7) источников каждой индикации.

6.6. Сбор данных с соседних отверстий

Если в каком-либо отверстии были обнаружены и подтвердились индикации, то необходимо провести обследование (п.п. 6.1; 6.4; 6.5) соседних отверстий с целью определения маршрута и общей протяженности возможной несплошности.

7. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА КОНТРОЛИРУЕМОГО ОБЪЕКТА И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

7.1. Анализ данных

7.1.1. Обработка и анализ данных ВТК могут быть выполнены как на дефектоскопе КОМВИС ЛМ, так и на отдельном компьютере, на котором установлена программа КОМВИС ЛМП.

7.1.2. Должны быть проанализированы данные, полученные на всех отверстиях, в которых были обнаружены и в дальнейшем подтвердились индикации, удовлетворяющие условию регистрации (п.6.4.1).

7.1.3. Внесение в реестр дефектов

Открыть в программе КОМВИС ЛМП файл данных.

На С-развертке для каждой из зарегистрированных индикаций навести курсор на точку с максимальным значением и поставить метку. При этом в реестр дефектов автоматически будут внесены следующие параметры индикации:

- аксиальная координата (при автоматизированном контроле);
- азимутальная координата;
- значение сигнала по каналу A2Y;
- фаза сигнала по каналу A2.

При ручном контроле измеренные ранее аксиальные координаты индикаций (п. 6.5.3) ввести в реестр дефектов вручную.

7.1.4. Определение источника индикации

При ВТК перемишек коллекторов ПГ индикация может быть обусловлена не только несплошностью металла коллектора, но и другими факторами, которые могут возникнуть в процессе изготовления и эксплуатации ПГ.

Эти мешающие факторы связаны, главным образом, со свойствами металла и геометрией т/о труб в узле заделки:

- несплошности металла;
- магнитные аномалии;
- эллипсность сечения;
- близостьгиба к стенке коллектора;
- граница развальцовки и другие.

Для подтверждения того, что индикация вызвана именно дефектом в коллекторе, а не мешающим фактором, необходимо использовать сигналы четырех частот (8; 16; 32; 65 кГц). Для этого на **С-развертке** навести курсор на точку с максимальным значением индикации, а на **Комплексной плоскости** включить режим, позволяющий наблюдать линию, соединяющую пиковые точки сигналов по каналам А1 - А4.

Условия того, что индикация вызвана дефектом в коллекторе, следующие:

- разброс амплитуд сигналов не более $\pm 10\%$ от среднего значения;
- разброс фаз сигналов не более $\pm 15^\circ$ от среднего значения;
- фазы всех сигналов находятся в диапазоне от 60° до 115° .

Эти условия означают, что на **Комплексной плоскости** сигналы по каналам А1 - А4 должны отображаться в виде компактной группы точек, лежащей в секторе с границами 60° и 115° . Для мешающих факторов эти условия выполняться не будут.

В Приложении 4 в качестве примеров показано, что отображается на **Комплексной плоскости** в случае дефекта в коллекторе (а), магнитных аномалий в т/о трубе (б) и дефекта в т/о трубе(в).

Результат определения источника индикации («дефект» или «не дефект») занести в реестр дефектов.

7.1.5. Оценка параметров дефекта

7.1.5.1. Для определения протяженности дефекта при автоматизированном контроле курсор на **Временной развертке** совместить с серединой сигнала по каналу А2У, а границы зоны курсора – с началом и концом этого сигнала по уровню 0,7 (см. рис.3). В этом случае протяженность дефекта можно определить по ширине зоны курсора, значение которой отображаются в нижней части развертки. Результат занести в реестр дефектов.

При ручном контроле ввести в реестр дефектов протяженность дефекта измеренную ранее (п. 6.5.3).

7.1.5.2. Глубина дефекта (при протяженности дефекта не менее 15 мм) определяется автоматически при измерении максимального значения сигнала на **Комплексной плоскости**. Возможны два варианта отображения результата измерения глубины дефекта:

- до 3 мм;
- 3 мм и более.

Результаты оценки глубины дефекта занести в реестр дефектов.

7.2. Формирование протоколов контроля

По каждому отверстию, в котором зарегистрированы индикации, при необходимости может быть подготовлен и распечатан протокол контроля. Пример протокола представлен в Приложении 6.

7.2.1. Открыть окно Подготовка протокола.

В протокол автоматически будут внесены исходные данные, записанные ранее в окне **Информация о контроле** (см. п.5.3.2.4).

Кроме того, в протокол автоматически будут внесены:

- координаты отверстия;
- время и дата сбора данных;
- обозначение файла данных;
- реестр дефектов.

7.2.2. Провести редактирование (при необходимости) пунктов протокола и его печать.

7.3. Форма отчетной документации по контролю должна соответствовать действующим на АЭС нормативным документам. В этой документации должны быть отражены все сведения, содержащиеся в протоколах контроля (см. п.7.2).

8. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПЕРСОНАЛА

К сбору и анализу вихретоковых данных допускаются контролеры, прошедшие подготовку по ВТК, изучившие настоящую методику, правила работы с вихретоковым дефектоскопом КОМВИС ЛМ и аттестованные в соответствии с требованиями ПНАЭГ-7-010-89 с правом выдачи заключения.

9. ТРЕБОВАНИЯ К МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ

9.1. Вихретоковый дефектоскоп КОМВИС ЛМ внесен в Государственный реестр средств измерений России и должен поверяться ежегодно.

9.3. Образцы для настройки и проверки правильности работы аппаратуры в процессе проведения контроля СОП-К-1 и СОП-К-2 должны проходить метрологическую аттестацию один раз при выпуске.

10. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

10.1. При проведении ВТК необходимо строго соблюдать «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

10.2. Все манипуляции по соединению (разъединению) всех электрических разъемов должны производиться только при полном отключении оборудования от сети питания.

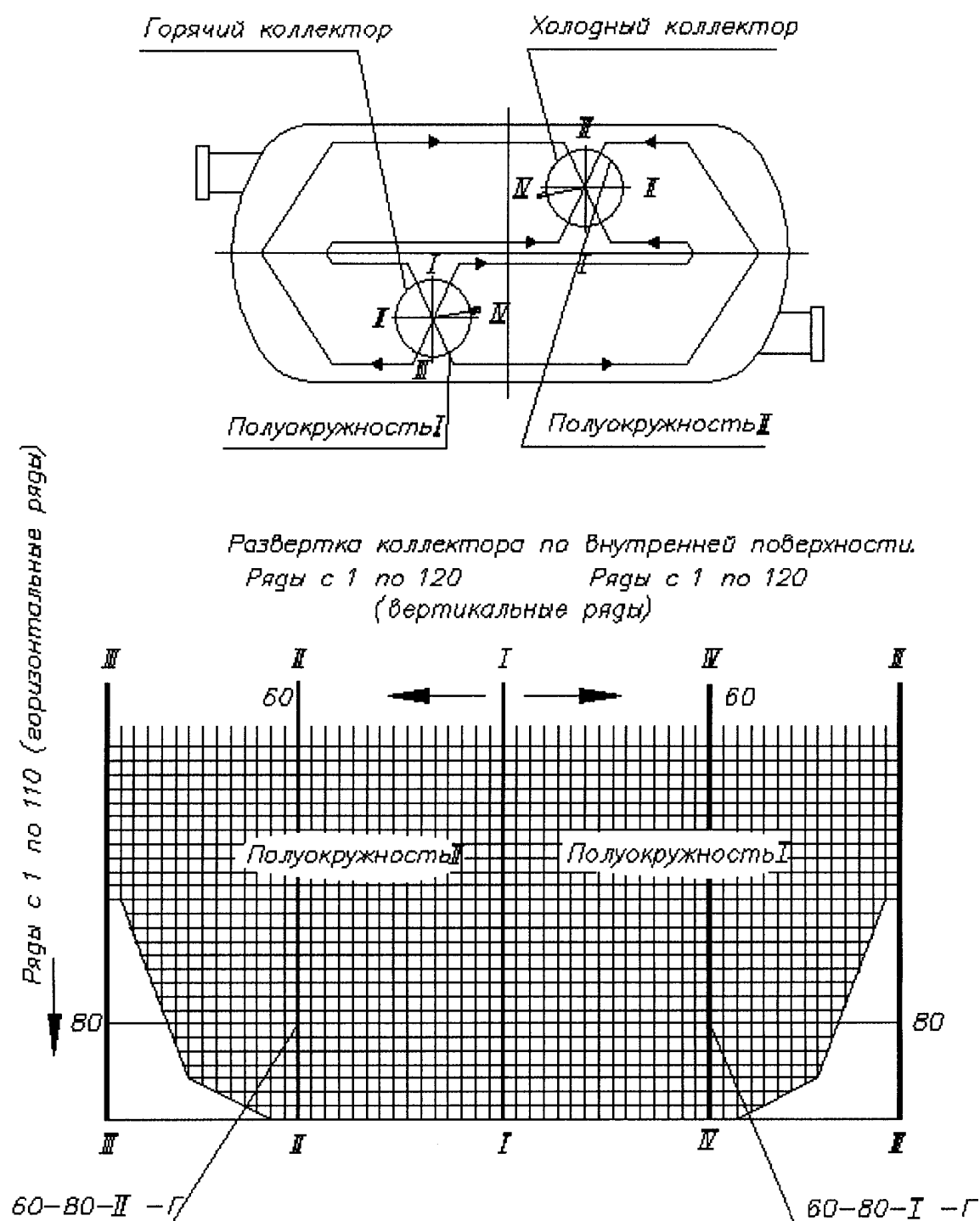
10.3. Требования к радиационной безопасности и технике безопасности определяются нормативными документами, регламентирующими работы на АЭС.

10.4. Не допускается проведение работ, вызывающих вибрацию и загрязнение абразивной пылью, на расстоянии ближе 10 м от оборудования, задействованного при контроле.

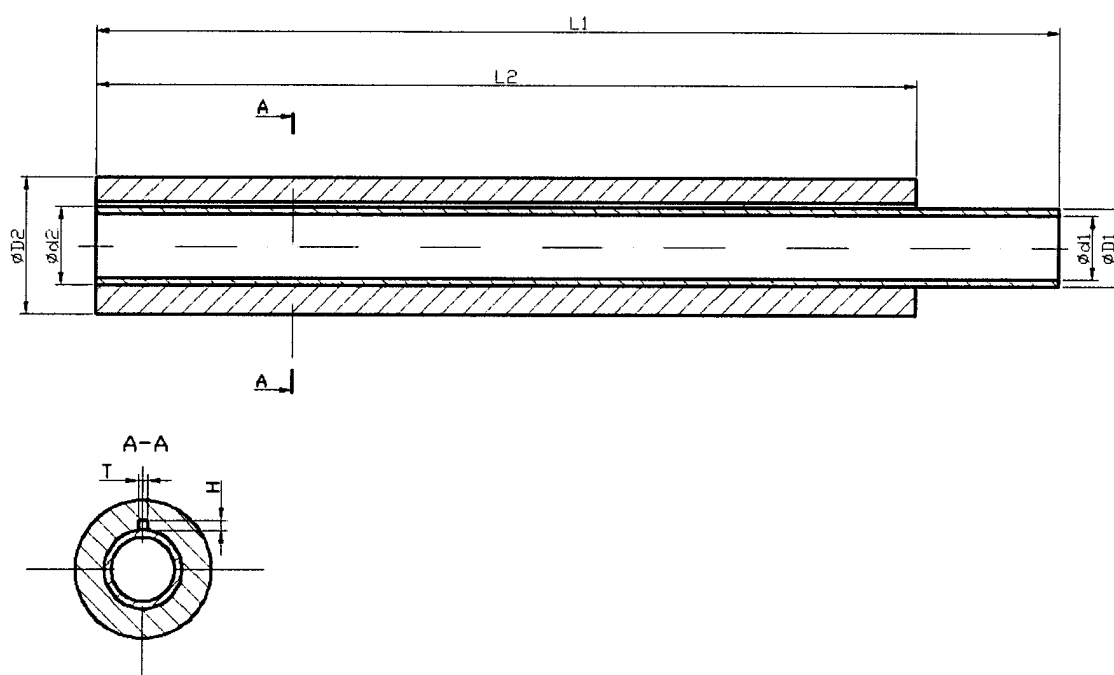
10.5. При проведении ВТК, а также при проведении дезактивации необходимо исключить попадание воды и других жидкостей в электронные блоки и электрические разъемы кабелей.

10.6. При хранении и транспортировке ВТП, который был ранее использован при контроле коллекторов эксплуатируемых ПГ, он должен быть помещен в свинцовую оболочку, обеспечивающую требуемое экранирование наведенного радиационного излучения.

Картограмма коллектора ПГ

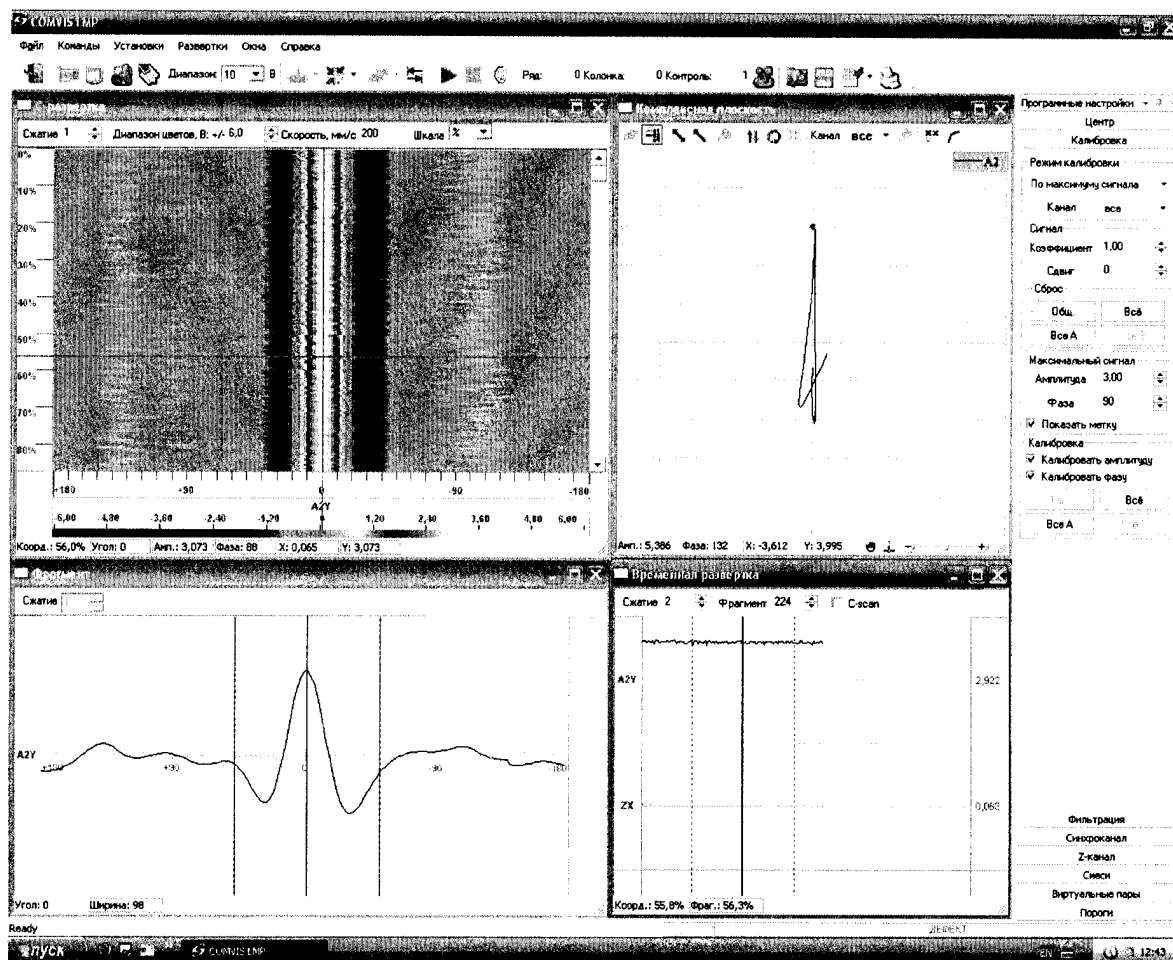


СОП для настройки и калибровки дефектоскопа

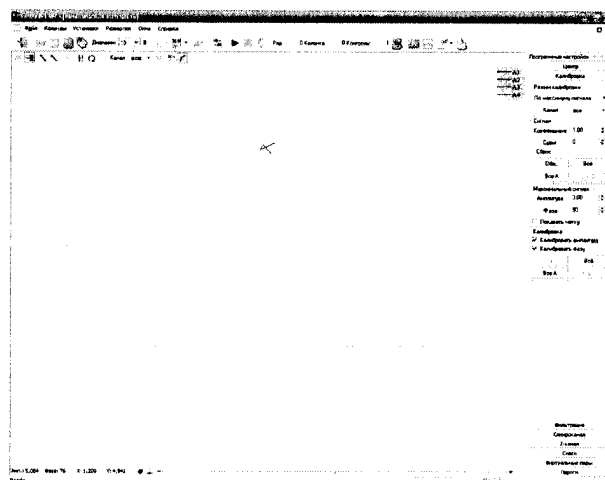


Параметр	Значение, мм
L1	более L2
L2	от 60 до 170
d1	$13 \pm 0,2$
D1	$16 \pm 0,3$
d2	$16,2 \pm 0,15$
D2	$28 \pm 0,3$
T	не более 0,3
H	$1,0 \pm 0,1$ для СОП-К-1; $3,0 \pm 0,1$ для СОП-К-3

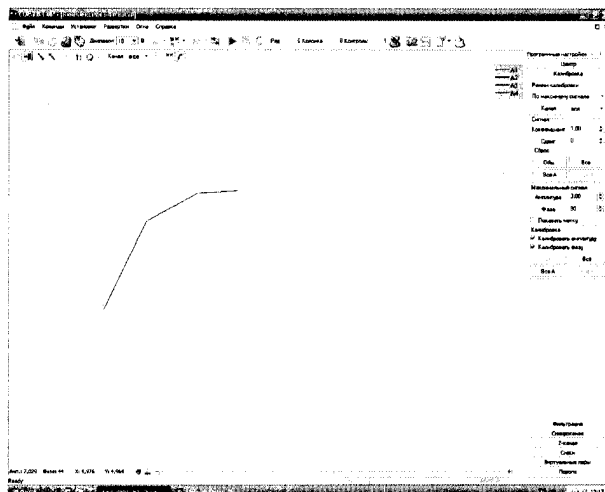
Сигнал от искусственного дефекта на СОП-К-1



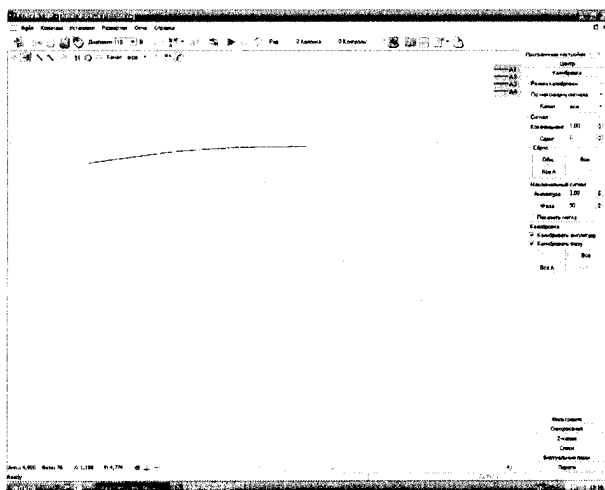
Многочастотные сигналы на Комплексной плоскости



а) от дефекта в коллекторе

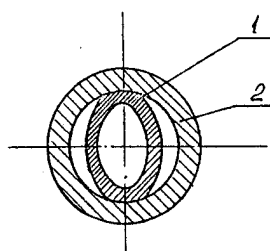


б) от магнитных аномалий в т/о трубе

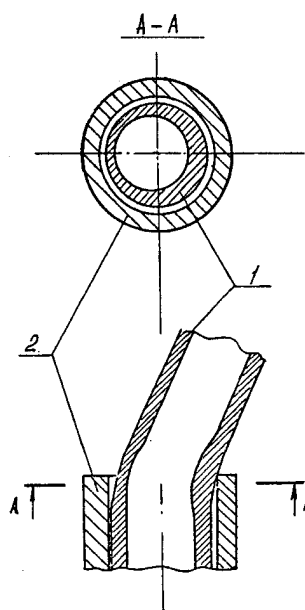


в) от дефекта в т/о трубе

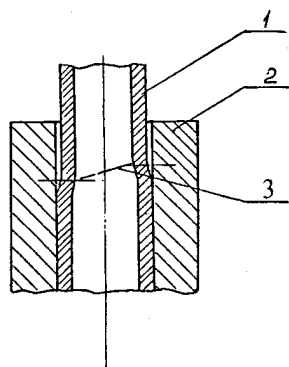
Конструктивные факторы, влияющие на результаты ВТК



а) Эллипсность т/о трубы



б) Близостьгиба т/о трубы



в) Наклонная граница опрессовки т/о трубы

- 1 – т/о труба;
- 2 - металл коллектора;
- 3 – граница опрессовки.

Протокол контроля

Протокол результатов ВТ-контроля перемычек коллектора ПГ № 1 от 17.01.2012

АЭС:	<u>АЭС</u>	Оборудование:	<u>КОМВИС ЛМ</u>
Блок:	<u>1</u>	Заводской номер:	<u>0801</u>
Тип ПГ:	<u>ПГВ-1000М</u>	ВТ-преобразователь:	<u>ПНВ-3</u>
Номер ПГ:	<u>2</u>	Заводской номер:	<u>001</u>
Коллектор:	<u>"горячий"</u>	Образец:	<u>СОП-К-1</u>
Методика:	<u>27.28.05.050-2011</u>	Заводской номер:	<u>01/11</u>
Скорость:	<u>200 мм/с</u>	Обозначение файла:	<u>R010C0010Z29.cms</u>
Примечание:		Ряд:	<u>10</u>
Оператор:	<u>Иванов А.П.</u>	Колонка:	<u>15</u>
ПО:	<u>Комвис ЛМП</u>	Версия:	<u>1.1.0.5 от 30.11.11</u>
Дата контроля:	<u>14.12.2011</u>	Время контроля:	<u>12:28:11</u>

Результаты контроля

Обнаруженные индикации:

N	Коорд., мм	Угол, град.	A2Y, В	Фаза, град.	Глубина, мм	Длина, мм	Дефект
1	203	90	2,5	98	-	9	Да
2	65	89	3,4	88	Менее 3	16	Да

Заключение: Итого дефектов: 2

Составил: Иванов А.П. №27.80/0007, 17.01.2014
 Ф.И.О. № и срок действия удостоверения Подпись

Протокол результатов вихретокового контроля Комвис ЛМП Отпечаток: 17.01.2012 09:16:29



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ
И АТОМНОМУ НАДЗОРУ
(РОСТЕХНАДЗОР)

ул. А. Лукьянова, д. 4, стр. 1, Москва, 105066
Телефон: (495) 411-60-45, Факс: (495) 411-60-52
E-mail: rostekhnadzor@gosnadzor.ru
<http://www.gosnadzor.ru>
ОКПО 00083701, ОГРН 1047796607650
ИНН/КПП 7709561778/770901001

Заместителю директора по
производству и эксплуатации АЭС –
директору Департаменту
инженерной поддержки
ОАО «Концерн Росэнергоатом»
Н.Н. Давиденко

18.01.2012 № 05-03-08/82
На
№ 9/04-03/143 от 29.12.2011

Об одобрении методики ВТК
перемычек коллекторов ПГВ-1000
АЭС с ВВЭР

Уважаемый Николай Никифорович!

Управлением по регулированию безопасности атомных станций и исследовательских ядерных установок рассмотрена «Методика контроля перемычек коллекторов теплоносителя ПГВ-1000 АЭС с ВВЭР с использованием дефектоскопов КОМВИС ЛМ» 27.28.05.050-2011 (далее Методика) с комплектом обосновывающих документов:

- Техническое задание на разработку Методики (27.28.05.050-2011 ТЗ);
 - Технические требования для разработки и изготовления испытательных образцов (27.28.05050-2011 ТТ);
 - Программа и методика приемочных испытаний Методики (27.28.05.050-2011 ПИ);
 - Акт приемочных испытаний проекта Методики от 14-15 декабря 2011 г.;
- и другие документы в количестве 10 шт.

По результатам рассмотрения одобряем «Методику контроля перемычек коллекторов теплоносителя ПГВ-1000 АЭС с ВВЭР с использованием дефектоскопов КОМВИС ЛМ» 27.28.05.050-2011.

Зам
Начальник Управления по
регулированию безопасности атомных
станций и исследовательских ядерных
установок

М.И. Мирошниченко