

Филиал ФГУП «ИСК «Росатомстрой» «НИКИМТ»

СОГЛАСОВАНО


УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель  
генерального директора  
филиала ФГУП «ИСК «Росатом-  
строй» «НИКИМТ»

 А.В. Павлов

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007г.

Заместитель генерального директора –  
технический директор  
концерна «Росэнергоатом»

 Н.М.Сорокин

« \_\_\_\_\_ » 12.04. 2007г.


УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ШПИЛЕК

Методика вихретокового контроля

СК33.01.00.00.00.00 Д10

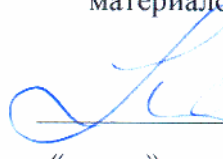
СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель  
Технического директора  
концерна «Росэнергоатом»

 Ю.В.Копьев  
« \_\_\_\_\_ » 12.04. 2007г.

СОГЛАСОВАНО

Руководитель дирекции  
материаловедения концерна  
«Росэнергоатом»

 В.Н. Ловчев  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007г.

Продолжение на следующем листе

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ШПИЛЕК

Методика вихретокового контроля шпилек

СК33.01.00.00.00.00 Д10



### СОГЛАСОВАНО

Руководитель отдела 45000  
филиала ФГУП «ИСК «Росатом-  
строй» «НИКИМТ»

 А.В. Полковников

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2007г.

Согласовано:

Наименование организации	Должность	Фамилия, Имя, Отчество	Подпись	Дата
концерн "Росэнергоатом"	Зам. рук-ля ДМ	Гуцев Д. Ф.		
концерн "Росэнергоатом"	Главный специалист	Тригорьев В. М.		

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Подп. и дата	Взам. инв. №	Подп. и дата

## **1. НАЗНАЧЕНИЕ МЕТОДИКИ**

1.1. Настоящая методика устанавливает технологию вихретокового контроля резьбовых участков шпилек, выполняемого с помощью Устройства для контроля шпилек СК33, которое предназначено для комплексного (вихретокового и ультразвукового) контроля шпилек.

1.2. Параметры резьбы контролируемых шпилек: М36х4; М48х5; М64х6; М80х4; М100х6; М110х6; М140х6; М170х6.

Материал шпилек: сталь перлитного класса.

1.3. Методика предназначена для выявления дефектов, выходящих на поверхность резьбы и определения координат их расположения.

Контроль, выполняемый по данной методике, должен обеспечить выявление несплошностей, сигнал от которых не меньше сигнала от продольной (вдоль резьбы) риски, нанесенной на СОП и расположенной в основании профиля резьбы, с размерами:

- глубина: 1 мм;
- длина: 10 мм;
- ширина: 0,1 мм.

Вследствие эксплуатации шпильки могут возникнуть резкие изменения её электромагнитных свойств, которые приведут к высокому уровню шума при проведении вихретокового контроля. В этом случае контроль шпильки необходимо выполнить другими методами.

1.4. Настоящий документ разработан с учетом действующих в России требований нормативно-технической документации и стандартов. В частности, при разработке методики были использованы следующие документы:

- ГОСТ 23048-83 Контроль неразрушающий. Преобразователи вихретоковые. Общие технические требования.
- ГОСТ 24289-80 Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения.
- РД ЭО 0487-03 Типовые требования к порядку разработки технического задания, проведению испытаний и условиями применения систем и средств эксплуатационного неразрушающего контроля на объектах использования атомной энергии.
- ПН АЭ Г-7-010-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля.

1.5. Приняты следующие сокращения и обозначения:

- ВТП – вихретоковый преобразователь;
- ОК – объект контроля;
- СОП – стандартный образец предприятия.

## **2. ОПИСАНИЕ МЕТОДА КОНТРОЛЯ**

2.1. При вихретоковом контроле 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.

2.2. Контроль шпильки осуществляется при перемещении ВТП вдоль резьбы. Данный режим сканирования обеспечивается вращением шпильки на специальном станке и возникающего за счет этого продольного перемещения ВТП.

Максимальная скорость взаимного перемещения поверхности шпильки и ВТП составляет 120 мм/с.

### **3. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ КОНТРОЛЯ**

3.1. Вихретоковый контроль в Устройстве СК33 осуществляется с помощью Аппаратуры ВТК при использовании механического устройства (станка) и аппаратуры управления.

3.2. Механическое устройство предназначено для вращения шпильки во время контроля. Аппаратура управления передает в Аппаратуру ВТК по интерфейсу RS-232 данные о координате ВТП относительно шпильки, что позволяет определить координаты обнаруженных дефектов. Описание этих устройств представлено в их эксплуатационной документации.

3.3. Аппаратура ВТК состоит из дефектоскопа, вихретокового преобразователя (ВТП) и кабеля преобразователя.

3.3.1. Дефектоскоп выполнен на базе стационарного персонального компьютера. Параметры компьютера должны быть не хуже следующих: Pentium 4, 2,8 ГГц, ОЗУ 512 Мб. В разъемы шины PCI компьютера установлены две дополнительные платы: плата вихретоковая и плата АЦП, соединенные плоским кабелем.

Дефектоскоп работает на одной фиксированной частоте 62,5 кГц. Выходные аналоговые сигналы каналов X и Y (проекция сигнала ВТП на ортогональные направления на комплексной плоскости) передаются на АЦП, работающий на шине PCI компьютера. Программно можно управлять лишь двумя параметрами работы аппаратной части: частотой оцифровки АЦП (от 1 до 400 кГц) и коэффициентом усиления сигнала (1, 4, 16, 64).

3.3.2. Тип ВТП: трансформаторный, дифференциальный, накладной, профильный.

3.4. В компьютер дефектоскопа установлен программный пакет КОМВИС ЛР, позволяющий оператору проводить сбор и анализ вихретоковых данных, а также распечатывать протокол результатов контроля. Описание программы КОМВИС ЛР представлено в Руководстве по эксплуатации Аппаратуры ВТК.

3.5. Настройка Аппаратуры ВТК производится с помощью СОП. Каждому типу-размеру резьбы шпильки соответствует отдельный СОП.

СОП представляют собой фрагменты резьбовой части реальных шпилек с нанесенными на них искусственными дефектами в виде пазов, расположенными в основании резьбы, глубиной 0,5; 1,0; 2,0 мм. Длина пазов -10 мм, ширина- 0,1 мм.

### **4. ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЮ**

#### *4.1. Общая подготовка*

4.1.1. Очистить резьбу шпилек от смазки и грязи.

4.1.2. Подготовить к работе станок и аппаратуру управления в соответствии с их эксплуатационной документацией.

4.1.3. Установить компьютер дефектоскопа на расстоянии не более 6 м от станка.

4.1.4. Корпус системного блока компьютера заземлить. Для этого соединить его с корпусом станка гибким медным проводом сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

4.1.5. Платы и программное обеспечение для вихретокового контроля установлены в компьютер Разработчиком, поэтому дополнительных манипуляций не требуется.

4.1.6. Подключить к задней панели системного блока компьютера:

- кабель преобразователя,
- монитор,
- клавиатуру,
- манипулятор мышь,
- кабель интерфейса RS-232 от аппаратуры управления.

4.1.7. Системный блок и монитор подключить к сети 220В через сетевой фильтр.

4.1.8. Установить ВТП в специальный механизм крепления на станке, который соответствует типоразмеру контролируемой шпильки и соединить его с кабелем преобразователя.

4.1.9. Выбрать скорость вращения в соответствии с табл. 1. и установить её на пульте управления станком.

Таблица 1

Типоразмер резьбы	Скорость вращения, об/с
M36x4	1,0
M48x5	0,7
M64x6	0,5
M80x4	0,5
M100x6	0,3
M110x6	0,3
M140x6	0,2
M170x6	0,2

4.1.10. Включить питание компьютера. После загрузки операционной системы запустить программу **КОМВИС ЛР**, ярлык которой находится на Рабочем столе.

#### 4.2. Первоначальная настройка программы

4.2.1. Включить вариант размещения окон **ВР+Ф+КП**. При этом откроются окна:

- **Временная развертка;**
- **Фрагмент;**
- **Комплексная плоскость.**

4.2.2. На развертках включить каналы **X** и **Y**.

4.2.3. Открыть окно **Информация о контроле** и ввести исходные данные по следующим пунктам:

- Общие:
  - предприятие,
  - участок (блок).
- Объект:
  - диаметр резьбы;
  - шаг резьбы.
- Оборудование:
  - обозначение;
  - зав. номер.
- ВТ преобразователь:
  - обозначение;
  - зав. номер.
- Скорость вращения.
- Образец:
  - обозначение;
  - зав. номер.
- Оператор.
- Методика контроля.

4.2.4. Открыть окно **Аппаратные настройки** и установить следующие значения параметров:

**Усиление:** 16;

**Частота оцифровки:** 20 кГц.

4.2.5. Установить на **Главной панели инструментов:**

**Диапазон:** 4 В.

4.2.6. Открыть окно **Программные настройки** и установить:

**Сжатие:** 5.

**Калибровка:**

**Коэффициент:** 1;

**Сдвиг:** 0.

**Пороги:**

**Амплитуднофазовые:** выкл.;

**Проекционные:** вкл.;

**Y1:** 0,4 В;

**Y2:** 0,8 В.

**Сигнализация:** выкл.

**Цвета:**

**Сигнал:** зелёный;

**Фон:** чёрный.

4.2.7. На **Временной развертке** установить:

**Сжатие:** 30;

**Витки:** выкл.

4.2.8. Включить сбор данных, выполнить **Центрирование** сигналов, а затем остановить сбор данных.

### 4.3. Калибровка

4.3.1. Установить на станок СОП соответствующего типоразмера.

4.3.2. Опустить механизм крепления ВТП на среднюю часть резьбы СОП.

Зазор между ВТП и СОП подобрать таким, чтобы он был минимальным (0,2...0,3 мм) при гарантированном отсутствии касания рабочей поверхности ВТП и металла. Для этого опустить ВТП до касания с поверхностью резьбы, а затем повернуть ручку регулятора зазора на два деления против часовой стрелки, что соответствует увеличению зазора на 0,2 мм.

4.3.3. Открыть окно **Информация о контроле** и ввести исходные данные по следующим пунктам применительно к СОП:

- количество витков: 12;
- номер записи;
- примечание: СОП

4.3.4. Установить ВТП на первый виток резьбы СОП, при этом отсчет следует вести от патрона станка.

4.3.5. Обнулить показания на индикаторе угловой координаты системы управления станком.

4.3.6. Включить на **Главной панели инструментов** кнопку **Автоматический старт/стоп**.

4.3.7. Включить кнопку **Пуск** на пульте управления станком.

После этого начнется вращение СОП, продольное движение ВТП, а также сбор и отображение вихретоковых данных.

4.3.8. В результате сканирования СОП на **Временной развертке** должны быть получены три сигнала (от трёх искусственных дефектов глубиной 0,5; 1,0; 2,0 мм).

4.3.9. После сканирования заданного в окне **Информация о контроле** количества витков произойдет автоматическая остановка сбора данных и программа перейдет в режим **Анализ**.

4.3.10. Выключить вращение СОП, нажав на кнопку **Стоп** на пульте управления станком.

4.3.11. Используя курсоры на **Временной развертке** и **Фрагменте**, добиться того, чтобы сигнал от паза глубиной 1 мм (второй из трёх) был полностью отображен на **Комплексной плоскости**.

4.3.12. На **Комплексной плоскости** включить режим изменения сдвига по фазе и, регулируя с помощью мыши этот сдвиг, добиться по каналу **Y** на **Временной развертке** максимального отношения сигнал/шум.

На **Временной развертке** и **Фрагменте** оставить только канал **Y**, отключив канал **X**.

4.3.13. На **Комплексной плоскости** включить режим изменения амплитуда сигнала и добиться, чтобы составляющая сигнала по каналу **Y** от паза глубиной 1 мм была равна 0,8 В, т.е. достигала порога **Y2**.

4.3.14. Измерить амплитуду **A** и фазу **Φ** этого сигнала ("от пика до пика").

4.3.15. Сохранить полученные данные в файле.

4.3.16. Снять СОП со станка.

После этого всё готово для проведения контроля.

## 5. ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ

5.1. Установить шпильку на станок, при этом в патрон станка следует зажать тот конец шпильки, который подлежит контролю.

5.2. Установить ВТП на первый виток (отсчет следует вести от конца шпильки).

5.3. Вблизи места установки ВТП краской нанести отметку, которая будет началом отсчета угловой координаты.

5.4. Включить сигнализацию и установить:

**Длительность:** мал.

5.5. Ввести в исходные данные (окно **Информация о контроле**)

- № шпильки;
- участок шпильки: 1 или 2, учитывая, что 1 - участок вблизи маркировки шпильки; 2 - противоположенный участок.
- количество витков (на данном участке);
- номер записи.

Остальные параметра контроля оставить теми, которые были установлены при калибровке на СОП.

5.6. Обнулить показания на индикаторе угловой координаты системы управления станком.

5.7. Включить на **Главной панели инструментов** кнопку **Автоматический старт/стоп**.

5.8. Включить кнопку **Пуск** на пульте управления станком.

После этого начнется вращение СОП, продольное движение ВТП, а также сбор и отображение вихретоковых данных.

5.10. Если во время сканирования составляющая **Y** сигнала превысит установленный порог, то сработает визуальная и звуковая сигнализация наличия дефекта. Это позволяет сразу же после остановки движения и визуального осмотра резьбы получить предварительную информацию о наличии дефектов.

5.11. После сканирования заданного в окне **Информация о контроле** количества витков произойдет автоматическая остановка сбора данных и программа перейдет в режим **Анализ**.

5.12. Выключить вращение шпильки, нажав на кнопку **Стоп** на пульте управления станком.

5.13. Сохранить данные в файле.

5.14. Провести предварительную оценку полученной записи.

При наличии индикаций, удовлетворяющих **условиям регистрации**, т.е. превышающих (по модулю) порог  $Y1=0,4$  В (50% составляющей  $Y$  сигнала от настроечного паза) необходимо сделать повторную запись с этой резьбы.

5.15. Если типоразмеры резьбы на концах шпильки отличаются, то необходимо снять со станка проконтролированную шпильку, установить следующую и провести контроль соответствующего резьбового участка.

5.16. Проверять правильность настройки аппаратуры по сигналу от паза глубиной 1 мм на СОП (см. п. 4.3) после контроля каждых 10 резьбовых участков. В случае, если значения параметров этого сигнала будут отличаются от требуемых значений (см. 4.3.14):

**Амплитуда:**  $A \pm 0,1$  В,

**Фаза:**  $\Phi \pm 3^\circ$ ,

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 и при замене ВТП.

5.17. После контроля первого резьбового участка шпилек провести обследование второго участка, повторив при этом действия по п.п. 4.3, 5.1 – 5.16.

## 6. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОНТРОЛЯ

6.1. Для оценки полученных данных и выдачи заключения о наличии дефектов в шпильке открыть файл данных, записанный при сканировании шпильки.

6.2. Провести анализ записи и выделить индикации, удовлетворяющие **условиям регистрации**, т.е. превышающие (по модулю) порог  $Y1=0,4$  В (50% составляющей  $Y$  сигнала от настроечного паза).

6.3. Каждый из этих сигналов необходимо поместить в зоны курсоров на **Временной развертке** и **Фрагменте** и отметить флажком с номером.

После этого параметры (номер витка, координата, амплитуда и фаза) всех отмеченных индикаций будут записаны в реестр дефектов.

6.4. Открыть окно **Реестр дефектов** и среди отобранных индикаций отметить те, которые удовлетворяют **условиям браковки**:

**Амплитуда** не менее 70% амплитуды  $A$  сигнала от настроечного паза,

**Фаза:**  $\pm 10^\circ$  относительно фазы  $\Phi$  сигнала от настроечного паза.

( $A$  и  $\Phi$  - см.п.4.3.14)

В протоколе результатов контроля эти индикации будут отмечены как сигналы от дефектов.

6.5. Открыть окно **Подготовка протокола**.

В протокол (см. Приложение 1) автоматически будут внесены исходные данные, записанные ранее в окне **Информация о контроле** (см. п.4.2.3).

Кроме того, в протокол автоматически будут внесены:

- время и дата проведения контроля;
- дефектограмма;
- реестр дефектов.

6.7. Провести редактирование (при необходимости) пунктов протокола, сформулировать заключение по результатам контроля и ввести в протокол его номер, дату составления, ф.и.о. оператора, выполнивший анализ данных, а также номер и срок действия его квалификационного удостоверения.

После этого распечатать протокол.



## **7. ТРЕБОВАНИЯ К ПЕРСОНАЛУ, ВЫПОЛНЯЮЩЕМУ КОНТРОЛЬ**

7.1. К проведению контроля допускаются специалисты, прошедшие специальное обучение по проведению вихретокового контроля и аттестованные в соответствии с действующими в России правилами и нормами. Кроме того, эти специалисты должны изучить правила работы с установкой СК33 и, в частности, с Аппаратурой ВТК и его программным обеспечением.

7.2. Контроль должна выполнять бригада, состоящая как минимум из 2-х человек. Первый из них должен работать с механической частью Устройства, т.е. осуществлять установку шпильки на станок, ВТП – на шпильку, включать и выключать вращение шпильки и т.д. Второй должен управлять процессом контроля, работая непосредственно с компьютером, осуществлять сбор и анализ вихретоковых данных, составлять протокол результатов контроля. Последний из них должен быть аттестован в качестве контролера с правом выдачи заключения.

## **8. ТРЕБОВАНИЯ К МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ**

8.1. Устройство для контроля шпилек является индикаторным средством контроля и подлежит калибровке в установленном порядке.

8.2. СОП должны быть метрологически аттестованы в установленном порядке.

## **9. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ**

9.1. При вихретоковом контроле шпилек соблюдать Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правала техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

9.2. Корпус компьютера должен быть заземлен. Для этого его необходимо соединить с корпусом станка гибким медным проводом сечением не менее 4 мм<sup>2</sup>.

9.3. Все манипуляции по соединению (разъединению) отдельных частей Аппаратуры ВТК должны производиться только при полном отключении компьютера от сети питания.

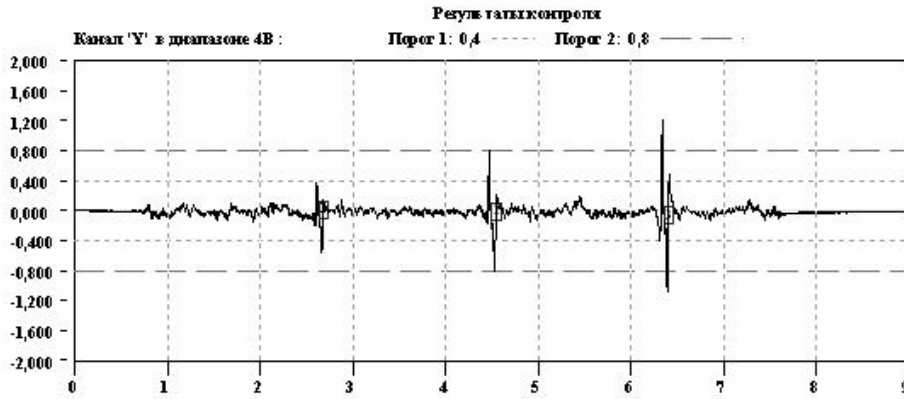
9.4. Соблюдать осторожность при установке шпильки, а также при работе со станком.

9.5. При выполнении работ на АЭС соблюдать требования радиационной безопасности.

Форма протокола результатов контроля

Протокол № 1 от 14.03.2006 результатов ВТ-контроля шпильки

Предприятие:	Калмыцкая АЭС	Оборудование:	СКЗЗ
Участок:	1	Заводской номер:	0501
Диаметр резьбы:	52	ВТ-преобразователь:	СКЗЗ.01.70.10.00.00
Шаг резьбы:	5	Заводской номер:	0501
№ шпильки:	0	Скорость вращения, об/с:	0,7
Участок шпильки:	1	Дата контроля:	06-03-2006
Количество витков:	12	Время контроля:	11:21:26
№ записи:	1	Образец:	СКЗЗ-ОБРАЗЕЦ II M52x5
Методика:	СКЗЗ.01.00.00.00.00 Д2	Заводской номер:	005
Примечание:	испытатель	Обозначение файла:	M52X0K1Z1_1.cmx
Оператор:	Петушков С.М.		



Обнаружены следующие дефекты:

Номер дефекта	Номер витка	Угловая координата	Амплитуда (дБ)	Фаза (град)	Дефект
№ 1	3	8,44	1,560	-33	
№ 2	5	7,32	2,996	-32	Да
№ 3	7	3,34	4,080	-35	Да

Заключение: Итого дефектов: 2

Составил: Петушков С.М.  
 Ф.И.О. И. номер допл. докум. удостоверения Подпись