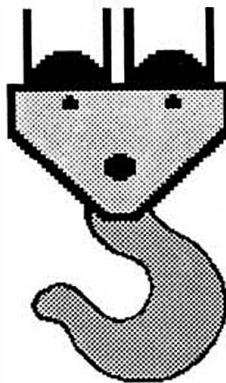




# МЕТОДИКА

ультразвукового контроля цапф ковшей,  
транспортирующих расплавленный металл.

**МТ-РТС-ГП-01-95**



Красноярск

1996 г.

ГОСГОРТЕХНАДЗОР РОССИИ.

"СОГЛАСОВАНО"

Управление по котлонадзору  
и надзору за грузоподъемными  
сооружениями

"13" 06 1995г.

"УТВЕРЖДАЮ"



Заместитель председателя  
Госгортехнадзора России  
Н.Н.Карнаух  
1995г.

"СОГЛАСОВАНО"

Управление по надзору в  
металлургической промышленности

"13" 06 1995г.

МЕТОДИКА

ультразвукового контроля цапф ковшей,  
транспортирующих расплавленный металл.

МТ-РТС-ГП-01-95

РАЗРАБОТЧИК: Независимый Инженерный Центр Технической  
Диагностики, Экспертизы и Сертификации  
(НИЦТДЭС)  
"РЕГИОНТЕХСЕРВИС"

Главный инженер НИЦТДЭС  
"Регионтехсервис"

В.Л.Ионайтис

Начальник службы диагностики  
металлов и контроля качества

А.А.Смирнов

Ведущий специалист по контролю  
качества

А.А.Сельский

г.Красноярск

1995 г.

## **ПАМЯТКА**

### **Последовательность листов и частей при сборке методик формата А4**

1. Обложечный лист с заголовком и символикой (на тыльной стороне - "разработчик").
2. Титульный лист с согласованиями и утверждением.
3. Рекомендательное письмо Госгортехнадзора России.
4. Текст (оглавление, основная часть, приложения, список литературы) в порядке нумерации листов, начиная с 2.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел:

Лист:

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Общие положения.....	4
2. КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТОСКОПОМ ДУК66-ПМ.....	"
2.1. НАСТРОЙКА АППАРАТУРЫ.....	"
2.1.1. Предварительные операции.....	"
2.1.2. Настройка на продольное прозвучивание цапф.....	5
2.1.3. Настройка на наклонное прозвучивание галтелей цапф.....	6
2.2. ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕРЯЕМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФЕКТОВ.....	8
2.2.1. Предварительные операции.....	"
2.2.2. Контроль цапф продольным прозвучиванием.....	8
2.2.3. Контроль цапф наклонным прозвучиванием.....	9
2.2.3.4. Контроль приводной цапфы.....	"
2.2.3.5. Контроль малой цапфы.....	10
3. КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТОСКОПОМ УД2-12.....	10
3.1. НАСТРОЙКА АППАРАТУРЫ.....	10
3.1.1. Предварительные операции.....	10
3.1.2. Настройка на продольное прозвучивание цапф.....	11
3.1.3. Настройка на наклонное прозвучивание галтелей цапф.....	14
3.2. ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕРЯЕМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФЕКТОВ.....	17
3.2.1. Предварительные операции.....	"
3.2.2. Контроль цапф продольным прозвучиванием.....	"
3.2.3. Контроль цапф наклонным прозвучиванием.....	18
3.2.3.4. Контроль приводной цапфы.....	"
3.2.3.5. Контроль малой цапфы.....	19
4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ОФОРМЛЕНИЕ ИТОГОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	21
ПРИЛОЖЕНИЯ:	
1. Испытательный образец для настройки на контроль цапф (эскиз).....	22
2. Установка ПЭП при настройке на продольное прозвучивание цапф.....	23
3. Наклонное озвучивание модели дефекта в галтели цапфы.....	24
4. Настройка на прямое прозвучивание дефектоскопом УД2-12.....	25
5. Образец для настройки ВРЧ.....	26
6. Схема настройки ВРЧ.....	27
7. БЛАНК ЗАКЛЮЧЕНИЯ ПО УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ.....	28
8. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БРАКОВОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕФЕКТОВ В ЦАПФАХ.....	29
9. ПРИНЦИП ПЕРЕСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ЦАПФАМ ДРУГИХ РАЗМЕРОВ.....	33
Список литературы.....	35

**ВВЕДЕНИЕ**

Задачей настоящей методики является установление правил применения ультразвуковой дефектоскопии приборами ДУК66-ПМ и УД2-12 при исследовании качества эксплуатируемых цапф ковшей для транспортировки расплавленного металла.

Методика разработана на основе "Правил безопасности в сталеплавильном производстве" [1], ГОСТ 20415-82 [2], ГОСТ 23829-85 [3], ГОСТ 14782-86 [4] (в части применения стандартных образцов и шифровки результатов), ГОСТ 15467-79 [5], с учетом специфики подконтрольных изделий и особенностей эксплуатации применяемой аппаратуры.

Методика разработана для специалистов I и II уровня квалификации по ультразвуковому методу неразрушающего контроля, осуществляющих дефектоскопию объектов, подконтрольных Госгортехнадзору России.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!**

Копирование текста методики и приложений разрешается только в целях внутреннего пользования организации-потребителя.

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1.1. Целью ультразвукового контроля цапф металловозных ковшей является обнаружение, распознавание и оценка несплошностей типа усталостных эксплуатационных трещин в галтелях, сварных и клепаных соединениях крепления цапф с последующей выбраковкой обнаруженных дефектов, квалифицируемых по ГОСТ 15467-79 [5].

1.2. Контроль включает в себя следующие работы:

- настройка аппаратуры;
- проведение контроля и определение измеряемых характеристик несплошностей;
- оценка качества изделия и оформление итоговой документации.

## 2. КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТОСКОПОМ ДУК66-ПМ.

### 2.1. НАСТРОЙКА АППАРАТУРЫ.

#### 2.1.1. Предварительные операции.

Настройка аппаратуры состоит из следующих разделов:

- подбор и подключение пьезопреобразователей (ПЭП) и индуктивностей;
- включение и проверка работоспособности;
- проверка параметров ПЭП (при наклонном способе);
- предварительная настройка длительности развертки;
- настройка глубиномера;
- настройка строба автоматической сигнализации дефекта (АСД) и длительности развертки (окончательная);
- настройка чувствительности.

2.1.1.1. Подбор ПЭП и индуктивностей следует осуществлять по таблице 1 в зависимости от способа прозвучивания контролируемого объекта.


Таблица 1.

Способ прозвучивания	Угол призмы преобразователя $\beta$ , град	Рабочая частота преобразователя $f$ , МГц	Индуктивность №	Значение индуктивности $E$ , мкГн
1	2	3	4	5
Продольное с торца	0	2,5	3	3,0
Наклонное	40	1,25	11	9,4


Во всех способах прозвучивания реализуется эхо-метод с одним ПЭП, подключаемым в совмещенном режиме посредством коаксиального кабеля к гнезду "П" на передней панели; переключатель режимов установить в положение "П"; выбранную индуктивность вставить в гнездо на левой боковой стенке.

2.1.1.2. Перед включением дефектоскопа необходимо выполнить следующие операции:

- заземлить прибор через клемму "Г" на задней панели;
- проверить положение переключателя "напряжение сети" на панели блока сетевого питания, оно должно соответствовать номиналу напряжения в сети.
- проверить положение переключателя "заряд-работа" на панели блока сетевого питания, должен быть включен режим "работа";
- проверить положение органов блока синхронизации (под крышкой на левой боковой стенке): переключатель режимов должен находиться в положении "автоматический" (или "Z"); ручка "период" - в крайнем левом положении.
- установить ручку "Г" на передней панели в крайнее левое положение.

2.1.1.3. Подсоединить дефектоскоп к источнику переменного напряжения и включить питание поворотом ручки  вправо без дальнейшего ее вращения после включения; при этом должен засветиться индикатор питания.









2.1.1.4. Органами управления электронно-лучевой трубки на правой боковой стенке отрегулировать качество и положение линии развертки.

2.1.1.5. При помощи отвертки шлицевым регулятором  на правой боковой стенке обеспечить отсечку шумов, но на пороге выравнивания линии развертки.

2.1.2. Настройка на продольное прозвучивание цапф.


Исходное положение органов управления передней панели показано в таблице 2.

Таблица 2.

Орган управления	Положение
1	2
Ручка глубиномера	Произвольное
Переключатель 	Вверх
Переключатель 	Вниз
Переключатель "x1 - x2"	Вниз
Ручка 	Крайнее правое
Ручка 	Крайнее левое
Переключатель 	
Переключатели аттенюатора	Крайнее левое
Ручка 	Крайнее левое
Ручка 	Влево до порога выключения питания

2.1.2.1. Предварительная настройка длительности развертки.

2.1.2.1.1. Установить ПЭП на осевую точку торца испытательного образца 1 (прил.1) со стороны малой ступени (прил.2а).

2.1.2.1.2. Повернуть ручку  влево до полного появления на правом краю экрана донного сигнала.

2.1.2.2. Настройка глубиномера.

2.1.2.2.1. Установить ПЭП на осевую точку торца испытательного образца со стороны малой ступени (прил.2а).

2.1.2.2.2. Вращением ручки глубиномера совместить левый фронт строга с левым фронтом донного сигнала.

2.1.2.2.3. Разместить шкалу для прямых преобразователей в панели так, чтобы метка "400 мм" максимально точно совпала со стрелкой глубиномера, после чего закрепить шкалу прижимным винтом.

2.1.2.3. Настройка строга АСД и длительности развертки (окончательная).

2.1.2.3.1. Установить ПЭП на осевую точку торца испытательного образца со стороны малой ступени (прил.2а).

2.1.2.3.2. Вращением ручки глубиномера поместить стрелку на отметке шкалы "170 мм" (на 10 мм ближе уровня первой галтели).

2.1.2.3.3. Установить переключатель "А-А" в верхнее положение (режим контроля "по слоям" с запуском развертки левым фронтом строба).

2.1.2.3.4. Поворотом ручки "Г" вправо включить систему АСД и развернуть строб до полного захвата донного сигнала; при этом должна включиться звуковая сигнализация.

2.1.2.3.5. Поворотом ручки "А" вправо разместить донный сигнал у правого края экрана.

При такой настройке будет охвачена зона от первой галтели до противоположного торца изделия в наиболее подробном масштабе.

#### 2.1.2.4. Настройка чувствительности.

2.1.2.4.1. Установить ПЭП на осевую точку торца испытательного образца со стороны малой ступени (прил.2а).

2.1.2.4.2. Ручками аттенюатора установить амплитуду донного сигнала на уровень 2/3 высоты экрана.

2.1.2.4.3. При помощи отвертки шлицевым регулятором "П" на правой боковой стенке установить звуковую сигнализацию в положение порога срабатывания.

При такой настройке падение амплитуды или полное исчезновение донного сигнала в результате непрозвучивания цапфы будет сопровождаться выключением звуковой сигнализации. В случае поперечной ориентации несплошности, расположенной в промежутке от первой галтели и далее, будет наблюдаться эхо-сигнал на глубине, равной расстоянию от ПЭП до сечения с несплошностью. Настройка звуковой индикации - жесткая (т.е. не меняется при смене ПЭП, изменении частоты и выключении прибора).

2.1.2.4.4. Установить ПЭП на торец испытательного образца со стороны малой ступени в зоне поперечного пропила (прил.2в).

2.1.2.4.5. Измерить амплитуду эхо-сигнала от пропила, для чего уменьшить ослабление на аттенюаторе до достижения амплитуды эхо-сигнала 2/3 высоты экрана и вычесть полученное ослабление из исходной величины. Результат записать, восстановить исходное положение аттенюатора.

#### 2.1.3. Настройка дефектоскопа на наклонное прозвучивание галтелей цапф.

Исходное положение органов управления передней панели показано в таблице 3.

Таблица 3.

Орган управления 1	Положение 2
Ручка глубиномера	Произвольное
Переключатель "А-А"	Вниз
Переключатель "А-А"	Вниз
Переключатель "x1 - x2"	Вниз
Ручка "А"	Крайнее левое
Ручка "Г"	Крайнее левое
Переключатель "П" - "У"	"У"
Переключатели аттенюатора	Крайнее левое
Ручка "Л"	Крайнее левое
Ручка "К"	Влево до порога выключения питания

#### 2.1.3.1. Проверка параметров ПЭП.

2.1.3.1.1. Проверить точку ввода и стрелу ПЭП на стандартном образце СО-3, для чего отыскать положение максимума эхо-сигнала от вогнутой поверхности (пользуясь при необходимости ручкой "А" и



аттенуатором) и проверить совпадение точки ввода с центральной риской СО-3. При несовпадении чертилкой отметить истинное положение точки ввода на боковой грани призмы ПЭП.

2.1.3.1.2. Проверить угол призмы ПЭП на стандартном образце СО-1, для чего отыскать положение максимума эхо-сигнала от специального отверстия диаметром 2 мм и проверить совпадение точки ввода с отметкой шкалы СО-1 "40°". При несовпадении определить и записать угол ввода по соответствующей шкале стандартного образца СО-2 в положении максимума эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм.

#### 2.1.3.2. Предварительная настройка скорости развертки.

2.1.3.2.1. Установить ПЭП на поверхность малой ступени испытательного образца вне шпоночного паза в положение максимума эхо-сигнала от поперечного пропила в галтели, сопрягающей среднюю и большую ступени (прил.3а).

2.1.3.2.2. Вращением ручки "А" добиться полного размещения эхо-сигнала от пропила у правого края экрана (прил.3б).

#### 2.1.3.3. Настройка глубиномера.

2.1.3.3.1. Установить ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2 в положение максимума эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм (прил.4а).

2.1.3.3.2. Вращением ручки глубиномера совместить левый фронт строба с левым фронтом эхо-импульса (прил.4б).

2.1.3.3.3. Разместить шкалу, соответствующую подсоединенному преобразователю, в панели так, чтобы отметка "43 мм" максимально точно совпала со стрелкой глубиномера, после чего закрепить шкалу прижимным винтом.

#### 2.1.3.4. Настройка строба АСД и длительности развертки (окончательная).

2.1.3.4.1. Установить ПЭП на поверхность малой ступени испытательного образца вне шпоночного паза в положение максимума эхо-сигнала от поперечного пропила в галтели, сопрягающей среднюю и большую ступени (прил.3а).

2.1.3.4.2. Вращением ручки глубиномера поместить стрелку на отметке шкалы, соответствующей значению 70 мм.

2.1.3.4.3. Установить переключатель "А-А" в верхнее положение (режим контроля "по слоям" с запуском развертки левым фронтом строба).

2.1.3.4.4. Поворотом ручки "Г" вправо включить систему АСД и развернуть строб до полного захвата эхо-сигнала от пропила; при этом должна включиться звуковая сигнализация.

2.1.3.4.5. Поворотом ручки "А" вправо разместить эхо-сигнал от пропила вблизи правого края экрана.

При такой настройке ближняя граница охватываемой зоны будет находиться на 20 мм ближе первой галтели, а дальняя - за второй галтелью; при этом интересующая зона займет по ширине весь экран в наиболее подробном масштабе.

#### 2.1.3.5. Настройка чувствительности.

2.1.3.5.1. Установить ПЭП на поверхность малой ступени испытательного образца вне шпоночного паза в положение максимума эхо-сигнала от поперечного пропила в галтели, сопрягающей среднюю и большую ступени (прил.3а).

2.1.3.5.2. Ручками аттенуатора установить амплитуду эхо-сигнала от пропила на уровень 2/3 высоты экрана (браковочный уровень).

2.1.3.5.3. При помощи отвертки шлицевым регулятором "Н" на правой боковой стенке установить звуковую сигнализацию в положение порога срабатывания.

При такой настройке достижение амплитуды эхо-сигналом от несплошности уровня 2/3 экрана будет сопровождаться включением звуковой сигнализации. Настройка звуковой индикации - жесткая (т.е. не меняется при смене ПЭП, изменении частоты и выключении прибора).

2.1.3.5.4. Установить ПЭП на донную поверхность шпоночного паза на малой ступени испытательного образца в положение максимума эхо-сигнала от поперечного пропила в галтели, сопрягающей малую и среднюю ступени (прил.4а).

2.1.3.5.5. Измерить разность амплитуд эхо-сигналов, для чего увеличить ослабление на аттенуаторе до достижения амплитуды эхо-сигнала 2/3 высоты экрана и вычесть из полученного ослабления исходную величину. Результат записать, восстановить исходное положение аттенуатора.

2.1.3.5.6. Уменьшить ослабление на 4 dB.

2.1.4. Проверка параметров настройки аппаратуры производится в следующих случаях:

- при каждом обнаружении несплошности;
- при значительном (более чем на 10°) изменении температуры окружающей среды;
- в случае перерыва в работе аппаратуры - при новом включении;
- независимо от предыдущих факторов - через каждые 30 минут непрерывной работы аппаратуры.

## 2.2. ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕРЯЕМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НЕСПЛОШНОСТЕЙ

### 2.2.1. Предварительные операции.

2.2.1.1. Проверить наличие на месте проведения контроля необходимых технологических условий для проведения ультразвуковой дефектоскопии:

- температура окружающей среды и объекта в диапазоне от -5 до +50°C;
- напряжение в питающей сети 220 V +/- 10%;
- чистота обработки контактной поверхности объектов не грубее Rz40.

Если колебания напряжения в питающей сети превышают указанный допуск, то следует подключать прибор через стабилизатор.

Если температура окружающей среды или объекта в пределах указанного диапазона значительно отличается от той, при которой была произведена предварительная настройка, то результаты измерения глубины залегания выявленных наклонным способом несплошностей следует умножать на коэффициент по таблице 4.

Таблица 4.

Темп. гр.С	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
К	1,05	1,04	1,03	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,94	0,93

2.2.1.2. Произвести визуальный осмотр детали на предмет недопустимых видимых дефектов (трещин, деформаций, забоин и т.п.). При наличии таковых деталь бракуется по результатам визуального осмотра, инструментальный контроль в этом случае не производится.

### 2.2.2. Контроль цапф продольным прозвучиванием.

2.2.2.1. Выполнить операции пп. 2.1.2.

2.2.2.2. Покрыть торцевую поверхность цапфы контактной смазкой.

Вситу вертикального расположения и грубой обработки торцевой поверхности в качестве контактной смазки рекомендуется применять консистентный смазочный материал (технический вазелин, ЦИАТИМ и т.п.).

2.2.2.3. Произвести продольное прозвучивание детали.

Траектория сканирования - произвольная, но по всей торцевой поверхности. Допускается не подвергать сканированию зоны проекций шпоночных пазов на торцевую поверхность приводной цапфы.

Выборка цапфы без дальнейшего контроля производится в следующих случаях:

- полное пропадание донного сигнала;

- появление устойчивого промежуточного сигнала, сохраняющегося при сканировании ПЭП по торцевой поверхности (независимо от амплитуды).

Если промежуточный сигнал наблюдается только в одной точке, то следует снять координату отражателя, совместив ручкой глубиномера левый фронт строба с левым фронтом эхо-импульса, линейкой отмерить от торца полученное расстояние и подвергнуть данное сечение другим способам и методам контроля (ультразвуковой наклонный, магнитопорошковый, капиллярный). Для продолжения контроля восстановить исходное положение органов глубиномера.

Если имеет место падение амплитуды донного сигнала, то этот фактор не следует однозначно относить к признакам наличия несплошности в теле цапфы, так как он может быть вызван низкими отражающими качествами противоположной торцевой поверхности, не относящимися к дефектам.

Следует иметь в виду, что на данном этапе контроля остаются неисследованными зоны, отъемные шпоночными пазами (в большой галтели), а также 5-миллиметровая приповерхностная зона у галтели, сопрягающей среднюю и большую ступени.

### 2.2.3. Контроль наклонным прозвучиванием.

2.2.3.1. Контроль наклонным способом рекомендуется производить после проведения контроля продольным прозвучиванием с учетом его результатов, если деталь не подлежит однозначной выбраковке.

2.2.3.2. При контроле приводной цапфы в силу ширины ее средней ступени, недостаточной для эффективного зондирования "большой" галтели наклонными ПЭП, входящими в комплект прибора, контроль наклонным способом обеих галтелей производится с цилиндрической поверхности малой ступени и с донных поверхностей шпоночных пазов.

При контроле малой цапфы в силу ширины ее малой ступени, недостаточной для эффективного зондирования "малой" галтели наклонными ПЭП, входящими в комплект прибора, наклонным способом контролируется только "большая" галтель с запуском ультразвука с цилиндрической поверхности малой ступени.

#### 2.2.3.3. Выполнить операции п. 2.1.2.

#### 2.2.3.4. Контроль приводной цапфы.

2.2.3.4.1. Покрывать цилиндрическую поверхность малой ступени и донные поверхности шпоночных пазов контактной смазкой (глицерин, смазочные масла).

2.2.3.4.2. Расположить ПЭП на донной поверхности шпоночного паза стрелой в сторону утолщения цапфы и произвести сканирование вдоль шпоночного паза. Зона сканирования: от предельного приближения к средней ступени до расстояния не менее 120 мм от нее.

При обнаружении эхо-сигнала:

- а) установить ПЭП в положение максимума эхо-сигнала;
- б) ручкой глубиномера совместить левый фронт строба с левым фронтом эхо-сигнала;
- в) снять по шкале глубиномера координаты отражателя;
- г) ввести дополнительное ослабление на аттенуаторе 4 дБ и проверить сигнал на превышение браковочного уровня (2/3 высоты экрана, звуковая индикация);
- д) записать полученные сведения;
- е) восстановить исходное положение органов управления.

Если значение глубины залегания  $H$  близко к 95 мм, а расстояния  $L$  - к 115 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на расстоянии 30-40 мм от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "большой" галтели диаметрально противоположно данному шпоночному пазу.

Если значение глубины залегания  $H$  близко к 90 мм, а расстояния  $L$  - к 110 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на этом расстоянии от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "малой" галтели диаметрально противоположно данному шпоночному пазу.

2.2.3.4.3. Расположить ПЭП на донной поверхности противоположного шпоночного паза и повторить операции п. 2.2.3.4.2.

2.2.3.4.4. Расположить ПЭП на цилиндрической поверхности малой ступени вне шпоночных пазов стрелой в сторону утолщения цапфы и произвести поперечно-продольное сканирование относительно

галтели. Зона сканирования: от предельного приближения к средней ступени до расстояния не менее 130 мм от нее; шаг по дуге вдоль галтели - не более половины ширины ПЭП.

При обнаружении эхо-сигнала:

- а) установить ПЭП в положение максимума эхо-сигнала;
- б) ручкой глубиномера совместить левый фронт строка с левым фронтом эхо-сигнала;
- в) снять по шкале глубиномера координаты отражателя;
- г) ввести дополнительное ослабление на аттенуаторе 4 дБ и проверить сигнал на превышение браковочного уровня (2/3 высоты экрана, звуковая индикация);
- д) уменьшить ослабление на аттенуаторе на 6 дБ;
- е) на уровне точки максимума просканировать ПЭП по дуге вдоль галтели и отметить точки, в которых эхо-сигнал начинает и прекращает превышать уровень 2/3 высоты экрана; если превышение не наблюдается, то несплошность классифицируется как точечная.
- ж) измерить условную протяженность несплошности как расстояние между полученными точками;
- з) записать все полученные сведения;
- и) восстановить исходное положение органов управления.

Если значение глубины залегания  $H$  близко к 105 мм, а расстояния  $L$  - к 130 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на расстоянии 40-60 мм от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "большой" галтели диаметрально противоположно ПЭП.

Если значение глубины залегания  $H$  близко к 100 мм, а расстояния  $L$  - к 120 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на этом расстоянии от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "малой" галтели диаметрально противоположно ПЭП.

2.2.3.4.5. Расположить ПЭП на противоположном промежутке цилиндрической поверхности между пазами и повторить операции п. 2.2.3.4.4.

#### 2.2.3.5. Контроль малой цапфы.

2.2.3.5.1. Покрыть цилиндрическую поверхность малой ступени контактной смазкой (глицерин, смазочные масла).

2.2.3.5.2. Расположить ПЭП на цилиндрической поверхности малой ступени стрелой в сторону утолщения цапфы и произвести поперечно-продольное сканирование относительно галтели. Зона сканирования - вся цилиндрическая поверхность малой ступени; шаг по дуге вдоль галтели - не более половины ширины ПЭП.

При обнаружении эхо-сигнала:

- а) установить ПЭП в положение максимума эхо-сигнала;
- б) ручкой глубиномера совместить левый фронт строка с левым фронтом эхо-сигнала;
- в) снять по шкале глубиномера координаты отражателя;
- г) ввести дополнительное ослабление на аттенуаторе 4 дБ и проверить сигнал на превышение браковочного уровня (2/3 высоты экрана, звуковая индикация);
- д) уменьшить ослабление на аттенуаторе на 6 дБ;
- е) на уровне точки максимума просканировать ПЭП по дуге вдоль галтели и отметить точки, в которых эхо-сигнал начинает и прекращает превышать уровень 2/3 высоты экрана; если превышение не наблюдается, то несплошность классифицируется как точечная.
- ж) измерить условную протяженность несплошности как расстояние между полученными точками;
- з) записать все полученные сведения;
- и) восстановить исходное положение органов управления.

Если значение глубины залегания  $H$  близко к 105 мм, а расстояния  $L$  - к 130 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на расстоянии 40-50 мм от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "большой" галтели диаметрально противоположно ПЭП.

### 3. КОНТРОЛЬ ДЕФЕКТОСКОПОМ УД2-12.

#### 3.1. НАСТРОЙКА АППАРАТУРЫ.

##### 3.1.1. Предварительные операции.

Настройка аппаратуры состоит из следующих разделов:

- подбор и подключение пьезопреобразователей (ПЭП);



- включение и проверка работоспособности;
- проверка параметров ПЭП (при наклонном способе);
- предварительная настройка длительности развертки и строба автоматической сигнализации дефекта (АСД);
- настройка глубиномера;
- настройка индикаторов блока АСД;
- окончательная настройка длительности развертки и строба АСД;
- настройка системы временной регулировки чувствительности (ВРЧ; при наклонном способе).

3.1.1.1. Подбор ПЭП следует осуществлять по таблице 5 в зависимости от способа прозвучивания контролируемого объекта.

Таблица 5.

Способ прозвучивания	Угол ввода в сталь 20, $\alpha$ , град	Рабочая частота преобразователя $f$ , MHz
1	2	3
Продольное с торца	0	2,5
Наклонное	50	1,25

Во всех способах прозвучивания реализуется эхо-метод с одним ПЭП, подключаемым в совмещенном режиме посредством трехразъемного коаксиального кабеля к гнездам  $\leftarrow$  и  $\rightarrow$  на передней панели.

3.1.1.2. Перед включением дефектоскопа необходимо выполнить следующие операции:

- заземлить прибор через клемму  $\downarrow$  на задней панели;
- проверить положение переключателя "напряжение сети" на блоке сетевого питания, оно должно соответствовать номиналу напряжения в сети.
- проверить положение органов блока синхронизации на задней панели: две крайних кнопки должны быть нажаты ("500 Hz" и "ВНУТР."), средняя ("x2") - отжата.
- установить ручку "ГЧ" на передней панели в крайнее левое положение.

3.1.1.3. Подсоединить дефектоскоп к источнику переменного напряжения и нажать кнопку "НАКАЛ" на передней панели; при этом должен засветиться индикатор накала слева от кнопки.

3.1.1.4. Через 20-30 секунд после включения накала нажать кнопку "РАБОТА" на передней панели; при этом должны включиться экран и табло блока цифрового отсчета (БЦО), а индикатор накала должен погаснуть.

3.1.1.5. Органами управления электронно-лучевой трубки на блоке А5 (под верхней крышкой) отрегулировать качество и положение линии развертки.

3.1.2. Настройка на продольное прозвучивание цапф.

Исходное положение органов управления показано в таблице 6.

Таблица 6.

Панель	Блок	Орган управления	Положение
1	2	3	4
Задняя	Питания	Переключ. напряжения пит.	Номинал. напряжение сети.
"-"	Синхронизации	Кнопка "125Hz/500Hz"	Нажата
"-"	"-"	Кнопка "x2"	Отжата
"-"	"-"	Кнопка "ВНЕШН/ВНУТР"	Нажата
Передняя	-	Ручка "ГЧ"	Крайнее левое
"-"	-	Кнопка "РАБОТА"	Нажата
"-"	-	Кнопка " НАКАЛ "	Нажата
"-"	-	Аттенюатор	12 dB
Верхняя (под крышкой)	А5	Потенциометры "Y", "X"	Безразлично
"-"	"-"	Потенциометр "H"	Среднее

-"	-"	Ручки "X", "O", "M", "T", "L"	Качественная развертка
-"	A6	Кнопки "V", "x10", "M"	Отжаты
-"	-"	Ручки ">O<", "A", "A"	Безразлично
-"	A7	Кнопки "1,25", "1,8", "5,0", "10,0"	Отжаты
-"	-"	Кнопка "2,5"	Нажата
-"	-"	Ручка "АМПЛ"	Среднее
-"	A8	Кнопка "mm2/dB"	Отжата
-"	-"	Ручки "J", "J", "F", "T"	Крайнее левое
-"	-"	Ручка "D"	Среднее
-"	A9	Кнопки "1,25", "1,8", "5,0", "10,0"	Отжаты
-"	-"	Кнопка "2,5"	Нажата
-"	-"	Ручка, шлиц "L"	Порог отсечки шумов
-"	A10	Кнопка "АСД/ВРЧ"	Отжата
-"	-"	Кнопка "Q"	Нажата
-"	-"	Ручки "F", "T"	Крайнее левое
-"	-"	Шлицы "I", "II", "III"	Безразлично

### 3.1.2.1. Предварительная настройка длительности развертки и строба АСД.

3.1.2.1.1. Ручкой "A" блока A6 разместить зондирующий импульс на левом краю экрана.

3.1.2.1.2. Ручкой "F" блока A10 разместить левый фронт строба немного правее правого фронта зондирующего импульса.

3.1.2.1.3. Установить ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2 вне зоны отверстий.

3.1.2.1.4. Ручкой "A" блока A6 разместить первый донный сигнал посередине развертки.

3.1.2.1.5. Ручкой "T" блока A10 развернуть строб до полного захвата первого донного сигнала.

### 3.1.2.2. Настройка глубиномера.

3.1.2.2.1. Установить ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2 вне зоны отверстий.

3.1.2.2.2. Установить режим БЦО "mS 00.00" (трехкратное касание влажным пальцем сенсора "mS" под табло БЦО; при этом на индикаторе режима табло должен включиться символ "H").

3.1.2.2.3. Вращением ручки ">O<" блока A6 установить на табло значение "20.00".

3.1.2.2.4. Установить режим БЦО "H" (однократное касание влажным пальцем сенсора "H" под табло БЦО; при этом на индикаторе режима табло должен включиться символ "H").

3.1.2.2.5. Потенциометром "H" блока A5 установить на табло значение "59.0".

**ВНИМАНИЕ! В ПРОЦЕССЕ ДАЛЬНЕЙШЕЙ НАСТРОЙКИ ДЕФЕКТОСКОПА И ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ ПРЯМЫМ ПРОЗВУЧИВАНИЕМ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ ">O<" БЛОКА A6 И ПОТЕНЦИОМЕТРА "H" БЛОКА A5!**

### 3.1.2.3. Настройка индикаторов блока АСД.

3.1.2.3.1. Установить ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2 вне зоны отверстий и провести стробирование первого донного сигнала.

3.1.2.3.2. Аттенюатором ввести ослабление, необходимое для размещения вершины первого донного сигнала в пределах высоты экрана.

3.1.2.3.3. Вращением ручки "АМПЛ" блока А7 подвести вершину импульса на уровень верхней горизонтальной линии экрана.

3.1.2.3.4. Отверткой установить шлицевой регулятор "I" блока А10 в положение порога срабатывания световых индикаторов "желтый - красный".

3.1.2.3.5. Увеличить ослабление на аттенуаторе на 6 dB (при этом вершина сигнала должна сместиться на среднюю горизонтальную линию экрана).

3.1.2.3.6. Отверткой установить шлицевой регулятор "II" блока А10 в положение порога срабатывания световых индикаторов "зеленый - желтый".

3.1.2.3.7. Увеличить ослабление на аттенуаторе на 6 dB (при этом вершина сигнала должна сместиться на вторую снизу горизонтальную линию экрана).

3.1.2.3.8. Отверткой установить шлицевой регулятор "III" блока А10 в положение порога срабатывания зеленого светового индикатора (при этом должна включиться звуковая индикация).

3.1.2.3.9. Восстановить на аттенуаторе исходное ослабление.

Настройка индикаторов АСД - жесткая (т.е. не меняется при смене ПЭП, изменении частоты и выключении прибора).

3.1.2.4. Окончательная настройка длительности развертки и строба АСД.

3.1.2.4.1. Нажать кнопку "x10" на блоке А6.

3.1.2.4.2. Установить ПЭП на осевую точку торца испытательного образца со стороны малой ступени (прил.2а).

3.1.2.4.3. Вращением ручки "А" блока А6 разместить импульс от донного эхо-сигнала немного левее правого края экрана.

3.1.2.4.4. Установить ПЭП на боковую поверхность стандартного образца СО-2 вне зоны отверстий.

3.1.2.4.5. Вращением ручки "F" блока А10 совместить левый фронт строба с левым фронтом донного сигнала.

3.1.2.4.6. Вращением ручки "А" блока А10 развернуть строб до правого края экрана.

3.1.2.4.7. Вращением ручки "Г" блока А6 разместить левый фронт строба немного правее левого края экрана.

3.1.2.4.8. Вращением ручки "А" блока А6 разместить правый фронт строба немного левее правого края экрана.

При такой настройке будет охвачена зона от 30 мм до противоположного торца изделия в наиболее подробном масштабе.

3.1.2.5. Настройка чувствительности.

3.1.2.5.1. Установить на аттенуаторе ослабление 20 dB.

3.1.2.5.2. Установить режим БЦО "dB" (однократное касание влажным пальцем сенсора "dB" под табло БЦО; при этом на индикаторе режима табло должен включиться символ  $\overline{\Pi}$ ).

3.1.2.5.3. Установить ПЭП на осевую точку торца испытательного образца со стороны малой ступени (прил.2а).

3.1.2.5.4. Вращением ручки "АМПЛ" блока А7 подвести вершину донного сигнала на уровень верхней горизонтальной линии экрана (при этом показания табло БЦО должны приблизиться к 0).

**ВНИМАНИЕ! В ПРОЦЕССЕ ДАЛЬНЕЙШЕЙ НАСТРОЙКИ ДЕФЕКТОСКОПА И ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ ПРЯМЫМ ПРОЗВУЧИВАНИЕМ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ "АМПЛ" БЛОКА А7!**

При такой настройке уменьшение амплитуды донного сигнала на величину менее 6 дВ вызовет смену "красной" индикации на "желтую", а на величину более 6 дВ - на "зеленую" с одно-временной звуковой индикацией и возникновением на табло БЦО показаний, равных этому уменьшению. В случае поперечной ориентации несплошности, расположенной в промежутке от 30 мм и далее, будет наблюдаться эхо-сигнал на глубине, равной расстоянию от ПЭП до сечения с несплошностью; об определении принадлежности показаний БЦО в случае стробирования двух и более сигналов будет сказано в разделе 3.2.

3.1.2.5.5. Установить ПЭП на торец испытательного образца со стороны малой ступени в зоне поперечного пропила (прил.3а).

3.1.2.5.6. Измерить амплитуду эхо-сигнала от пропила, для чего:

а) вывести ручку "F" передней панели из крайнего левого положения и установить ее так, чтобы начало развертки разместилось левее эхо-сигнала от пропила (при этом стробироваться будет только этот сигнал).

б) вычесть показания табло БЦО из ослабления, введенного на аттенюаторе; результат записать.

в) вернуть ручку "Г" передней панели в исходное положение.

Поисковый режим ослабления на аттенюаторе (20 дБ) может оставаться неизменным в процессе всего контроля, включая этап оценки выявленной несплошности.

### 3.1.3. Настройка на наклонное прозвучивание галтелей цапф.

Исходное положение органов управления показано в таблице 7.

Таблица 7.			
Панель	Блок	Орган управления	Положение
1	2	3	4
Задняя	Питания	Перекл. напряжения пит.	Номин. напряжение сети.
"-	Синхронизации	Кнопки "125Hz/500Hz", "x2", "ВНЕШН/ВНУТР"	Нажаты
Передняя	-	Ручка "Г"	Крайнее левое
"-	-	Кнопка "РАБОТА"	Нажата
"-	-	Кнопка " НАКАЛ "	Нажата
"-	-	Аттенюатор	12 дБ
Верхняя (под крышкой)	A5	Потенциометры "Y", "X"	Среднее
"-	"-	Потенциометр "H"	Безразлично
"-	"-	Ручки "X", "Y", "Z", "T", "U"	Качественная развертка
"-	A6	Кнопки "V", "x10", "M"	Отжаты
"-	"-	Ручки ">0<", "A", "A"	Безразлично
"-	A7	Кнопки "1,25", "2,5", "5,0", "10,0"	Отжаты
"-	"-	Кнопка "1,8"	Нажата
"-	"-	Ручка "АМПЛ"	Среднее
"-	A8	Кнопка "mm2/dB"	Отжата
"-	"-	Ручки "J", "J", "F", "Г"	Крайнее левое
"-	"-	Ручка "D"	Среднее
"-	A9	Кнопки "1,25", "2,5", "5,0", "10,0"	Отжаты
"-	"-	Кнопка "1,8"	Нажата
"-	"-	Ручка, шлиц "A"	Порог отсеки шумов
"-	A10	Кнопка "АСД/ВРЧ"	Отжата
"-	"-	Кнопка "Q"	Нажата
"-	"-	Ручки "F", "Г"	Крайнее левое
"-	"-	Шлицы "I", "II", "III"	Безразлично



### 3.1.3.1. Проверка параметров ПЭП.

3.1.3.1.1. Проверить точку ввода и стрелу ПЭП на стандартном образце СО-3, для чего отыскать положение максимума эхо-сигнала от вогнутой поверхности (пользуясь при необходимости ручкой "АМПЛ" блока А7 и аттенуатором) и проверить совпадение точки ввода с центральной риской СО-3. При несовпадении чертилкой отметить истинное положение точки ввода на боковой грани корпуса ПЭП.

3.1.3.1.2. Проверить угол ввода по соответствующей шкале стандартного образца СО-2 в положении максимума эхо-сигнала от отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм.

### 3.1.3.2. Предварительная настройка длительности развертки и строба АСД.

3.1.3.2.1. Ручкой "А" блока А6 разместить зондирующий импульс на левом краю экрана.

3.1.3.2.2. Ручкой "Б" блока А10 разместить левый фронт строба немного правее правого фронта зондирующего импульса.

3.1.3.2.3. Установить ПЭП на поверхность стандартного образца СО-3 в положение максимума эхо-сигнала от вогнутой поверхности.

3.1.3.2.4. Ручкой "А" блока А6 разместить эхо-сигнал от вогнутой поверхности посередине развертки.

3.1.3.2.5. Ручкой "Г" блока А10 развернуть строб до полного захвата эхо-сигнала от вогнутой поверхности.

### 3.1.3.3. Настройка глубиномера.

3.1.3.3.1. Установить ПЭП на поверхность стандартного образца СО-3 в положение максимума эхо-сигнала от вогнутой поверхности.

3.1.3.3.2. Установить режим БЦО "mS 00.00" (трехкратное касание влажным пальцем сенсора "mS" под табло БЦО; при этом на индикаторе режима табло должен включиться символ "E").

3.1.3.3.3. Вращением ручки ">O<" блока А6 установить на табло значение "33.67".

3.1.3.3.4. Установить режим БЦО "Y" (двукратное касание влажным пальцем сенсора "X,Y" под табло БЦО; при этом на индикаторе режима табло должен включиться символ "E").

3.1.3.3.5. Потенциометром "Y" блока А5 установить на табло значение "35.5".

3.1.3.3.6. Установить режим БЦО "X" (однократное касание влажным пальцем сенсора "X,Y" под табло БЦО; при этом на индикаторе режима табло должен включиться символ "E").

3.1.3.3.7. Потенциометром "X" блока А5 установить на табло значение "42.0".  
**ВНИМАНИЕ! ПРИ ДАЛЬНЕЙШЕЙ НАСТРОЙКЕ ДЕФЕКТОСКОПА И ПРОВЕДЕНИИ КОНТРОЛЯ НАКЛОННЫМ ПРОЗВУЧИВАНИЕМ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ ">O<" БЛОКА А6 И ПОТЕНЦИОМЕТРОВ "X" И "Y" БЛОКА А5!**

### 3.1.3.4. Настройка индикаторов блока АСД.

3.1.3.4.1. Установить ПЭП на поверхность стандартного образца СО-3 в положение максимума эхо-сигнала от вогнутой поверхности и проверить его стробирование.

3.1.3.4.2. Аттенуатором ввести ослабление, необходимое для размещения вершины эхо-сигнала от вогнутой поверхности в пределах высоты экрана.

3.1.3.4.3. Вращением ручки "АМПЛ" блока А7 подвести вершину сигнала на уровень верхней горизонтальной линии экрана.

3.1.3.4.4. Отверткой установить шлицевой регулятор "I" блока А10 в положение порога срабатывания световых индикаторов "желтый - красный".

3.1.3.4.5. Увеличить ослабление на аттенюаторе на 6 дВ (при этом вершина сигнала должна сместиться на среднюю горизонтальную линию экрана).

3.1.3.4.6. Отверткой установить шлицевой регулятор "II" блока А10 в положение порога срабатывания световых индикаторов "зеленый - желтый".

3.1.3.4.7. Увеличить ослабление на аттенюаторе на 6 дВ (при этом вершина сигнала должна сместиться на вторую снизу горизонтальную линию экрана).

3.1.3.4.8. Отверткой установить шлицевой регулятор "III" блока А10 в положение порога срабатывания зеленого светового индикатора (при этом должна включиться звуковая индикация).

3.1.3.4.9. Восстановить на аттенюаторе исходное ослабление.

Настройка индикаторов АСД - жесткая (т.е. не меняется при смене ПЭП, изменении частоты и выключении прибора).

### 3.1.3.5. Окончательная настройка длительности развертки и строба АСД.

3.1.3.5.1. Установить ПЭП на поверхность малой ступени испытательного образца вне шпо-ночного паза в положение максимума эхо-сигнала от поперечного пропила в галтели, сопрягающей среднюю и большую ступени (прил.3а).

3.1.3.5.2. Вращением ручки "А" блока А6 разместить эхо-сигнал немного левее правого края экрана.

3.1.3.5.3. Установить ПЭП на поверхность стандартного образца СО-2 в положение максимума эхо-сигнала от телесного угла между донной и торцевой поверхностями.

3.1.3.5.4. Вращением ручки "А" блока А10 совместить левый фронт строба с левым фронтом эхо-сигнала от телесного угла.

3.1.3.5.5. Вращением ручки "А" блока А10 развернуть строб до правого края экрана.

3.1.3.5.6. Вращением ручки "А" блока А6 разместить левый фронт строба немного правее левого края экрана.

3.1.3.5.7. Вращением ручки "А" блока А6 разместить правый фронт строба немного левее правого края экрана.

При такой настройке будет охвачена зона от 60 мм до 110 мм (прозвучивание обеих галтелей большой цапфы в наиболее подробном масштабе).

### 3.1.3.6. Настройка системы ВРЧ.

НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ПРОИЗВОДИТЬ НАСТРОЙКУ ВРЧ ПОСЛЕ НАСТРОЙКИ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ, т.к. в этой операции используются органы плавной регулировки, изменяющие амплитуду эхо-сигнала на экране.

3.1.3.6.1. Нажать кнопку "М" на блоке А6 (при этом должна включиться вторая развертка на экране ЭЛТ).

3.1.3.6.2. Вращением ручки "А" блока А8 разместить левый фронт верхнего строба на уровне левого фронта основного строба.

3.1.3.6.3. Вращением ручки "А" блока А8 разместить правый фронт верхнего строба на уровне правого фронта основного строба.

3.1.3.6.4. Установить ПЭП на поверхность образца для настройки ВРЧ (прил.5) в положение максимума эхо-сигнала от отверстия N 1 (прил.6, позиция Г).

3.1.3.6.5. Вращением ручки "АМПЛ" блока А7 подвести вершину эхо-сигнала на уровень верхней горизонтальной линии экрана.

3.1.3.6.6. Установить ПЭП в положение максимума эхо-сигнала от отверстия N 3 (прил.6, позиция II).

3.1.3.6.7. Вращением ручки "X" блока А8 подвести вершину эхо-сигнала на уровень верхней горизонтальной линии экрана; если при этом линия ВРЧ вошла в ограничение (т.е. появился ее излом в горизонталь), то следует уменьшить усиление ручкой "D" блока А8, а чувствительность поднять кнопочным аттенуатором, после чего повторить предыдущие операции.

3.1.3.6.8. Установить ПЭП в положение максимума эхо-сигнала от отверстия N 2 (прил.6, позиция III).

3.1.3.6.9. Вращением ручки "Y" блока А8 подвести вершину эхо-сигнала на уровень верхней горизонтальной линии экрана.

**ВНИМАНИЕ! ПОСЛЕ НАСТРОЙКИ ВРЧ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РУЧЕК "X", "Y", "D" БЛОКА А8. Кнопки "M" блока А6 и "АСД/ВРЧ" блока А10 могут быть отжаты.**

#### 3.1.3.7. Настройка чувствительности.

3.1.3.7.1. Установить ПЭП на поверхность малой ступени испытательного образца вне шпоночного паза в положение максимума эхо-сигнала от поперечного пропила в галтели, сопрягающей среднюю и большую ступени (прил.3а).

3.1.3.7.2. Установить на аттенуаторе ослабление 20 дВ.

3.1.3.7.3. Вращением ручки "АМПЛ" блока А7 подвести вершину эхо-сигнала на уровень верхней горизонтальной линии экрана (браковочный уровень). **ВНИМАНИЕ! В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ КОНТРОЛЯ НАКЛОННЫМ СПОСОБОМ НЕ ДОПУСКАЕТСЯ ИЗМЕНЕНИЕ ДОСТИГНУТОГО ПОЛОЖЕНИЯ РУЧКИ "АМПЛ" БЛОКА А7!**

При такой настройке достижение амплитуды эхо-импульсом от несплошности уровня верхней горизонтали экрана будет сопровождаться включением красного индикатора. При достаточно плавном сканировании начальная стадия локализации дефекта будет сопровождаться включением зеленого индикатора и звуковой сигнализации. Компенсация затухания эхо-сигналов обеспечена настройкой ВРЧ.

3.1.4. Проверка параметров настройки аппаратуры - аналогично п.2.1.4.

### 3.2. ПРОВЕДЕНИЕ КОНТРОЛЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕРЯЕМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕФЕКТОВ

3.2.1. Предварительные операции - см. п. 2.2.1.

3.2.2. Контроль цапф продольным прозвучиванием.

3.2.2.1. Выполнить операции пп. 3.1.2.1.- 3.1.2.5.

3.2.2.2. Покрыть торцевую поверхность цапфы контактной смазкой.

Всилу вертикального расположения и грубой обработки торцевой поверхности в качестве контактной смазки рекомендуется применять консистентный смазочный материал (технический вазелин, ЦИАТИМ и т.п.).

3.2.2.3. Произвести продольное прозвучивание детали. Траектория сканирования - произвольная, но по всей торцевой поверхности. Допускается не подвергать сканированию зоны проекций шпоночных пазов на торцевую поверхность приводной цапфы.

Выборка цапфы без дальнейшего контроля производится в следующих случаях:

- полное пропадание донного сигнала;
- появление устойчивого промежуточного сигнала, сохраняющегося при сканировании ПЭП по торцевой поверхности (независимо от амплитуды).

Если промежуточный сигнал наблюдается только в одной точке, то следует снять координату отражателя, для чего:

- а) вывести ручку "Г" передней панели из крайнего левого положения и с ее помощью застроить только интересующий промежуточный сигнал;
- б) ввести режим БЦО "Н";
- в) снять показания в мм;
- г) вернуть ручку "Г" передней панели в крайнее левое положение.

Затем линейкой отмерить от торца полученное расстояние и подвергнуть данное сечение другим способам и методам контроля (ультразвуковой наклонный, капиллярный).

Если имеет место падение амплитуды донного сигнала, то этот фактор не следует однозначно относить к признакам наличия несплошности в теле цапфы, так как он может быть вызван низкими отражающими качествами противоположной торцевой поверхности, не относящимися к дефектам.

Следует иметь ввиду, что на данном этапе контроля остаются неисследованными зоны, отгнемые шпоночными пазами (в большой галтели), а также 5-миллиметровая приповерхностная зона у галтели, сопрягающей среднюю и большую ступени.

### 3.2.3. Контроль цапф наклонным прозвучиванием.

3.2.3.1. Контроль наклонным способом рекомендуется производить после проведения контроля продольным прозвучиванием с учетом его результатов, если деталь не подлежит однозначной выбраковке.

3.2.3.2. При контроле приводной цапфы всилу ширины ее средней ступени, недостаточной для эффективного зондирования "большой" галтели наклонными ПЭП, входящими в комплект прибора, контроль наклонным способом обеих галтелей производится с цилиндрической поверхности малой ступени и с донных поверхностей шпоночных пазов.

При контроле малой цапфы всилу ширины ее малой ступени, недостаточной для эффективного зондирования "малой" галтели наклонными ПЭП, входящими в комплект прибора, наклонным способом контролируется только "большая" галтель с запуском ультразвука с цилиндрической поверхности малой ступени.

3.2.3.3. Выполнить операции п. 3.1.3.

3.2.3.4. Контроль приводной цапфы.

3.2.3.4.1. Покрывать цилиндрическую поверхность малой ступени и донные поверхности шпоночных пазов контактной смазкой (глицерин, смазочные масла).

3.2.3.4.2. Расположить ПЭП на донной поверхности шпоночного паза стрелой в сторону утолщения цапфы и произвести сканирование вдоль шпоночного паза. Зона сканирования: от предельного приближения к средней ступени до расстояния не менее 120 мм от нее.

При обнаружении эхо-сигнала:

- а) установить ПЭП в положение максимума эхо-сигнала;
- б) ручкой глубиномера совместить левый фронт строга с левым фронтом эхо-сигнала;
- в) снять по шкале глубиномера координаты отражателя;
- г) ввести дополнительное ослабление на аттенюаторе 4 дБ и проверить сигнал на превышение браковочного уровня (2/3 высоты экрана, звуковая индикация);
- д) записать полученные сведения;
- е) восстановить исходное положение органов управления.

Если значение глубины залегания Н близко к 95 мм, а расстояния L - к 115 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на расстоянии 30-40 мм от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "большой" галтели диаметрально противоположно данному шпоночному пазу.



Если значение глубины залегания  $H$  близко к 90 мм, а расстояния  $L$  - к 110 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на этом расстоянии от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "малой" галтели диаметрально противоположно данному шпоночно-му пазу.

3.2.3.4.3. Расположить ПЭП на донной поверхности противоположного шпоночного паза и повторить операции п. 3.2.3.4.2.

3.2.3.4.4. Расположить ПЭП на цилиндрической поверхности малой ступени вне шпоночных пазов стрелой в сторону утолщения цапфы и произвести поперечно-продольное сканирование относительно галтели. Зона сканирования: от предельного приближения к средней ступени до расстояния не менее 130 мм от нее; шаг по дуге вдоль галтели - не более половины ширины ПЭП.

При обнаружении одного эхо-сигнала:

- а) установить ПЭП в положение максимума эхо-сигнала;
- б) ввести режим БЦО "Y" (двукратное касание влажным пальцем сенсора "X,Y" под табло БЦО);
- в) снять по табло БЦО значение глубины залегания отражателя;
- г) ввести режим БЦО "X" (однократное касание влажным пальцем сенсора "X,Y" под табло БЦО);
- д) снять по табло БЦО значение расстояния до проекции отражателя;
- е) если амплитуда эхо-сигнала не достигает браковочного уровня, ввести режим БЦО "dB" (однократное касание влажным пальцем сенсора "dB" под табло БЦО) и вычислить ее значение вычитанием показаний БЦО из ослабления на аттенюаторе (20 dB);
- ж) записать полученные сведения.

При возникновении в пределах строки нескольких эхо-сигналов, превышающих по амплитуде уровень двух клеток экрана, однозначно относить показания БЦО к какому-либо из них не рекомендуется

[8]. Для определения характеристик выбранного сигнала необходимо вывести ручку "Г" передней панели из крайнего левого положения и установить ее так, чтобы начало развертки разместилось немного левее интересующего импульса. Тогда стробироваться будет только этот сигнал, и БЦО покажет его характеристики в выбранном режиме. После снятия этих характеристик по каждому сигналу необходимо вернуть ручку "Г" передней панели в исходное положение.

Если значение глубины залегания  $Y$  близко к 105 мм, а расстояния  $X$  - к 130 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на расстоянии 40-60 мм от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "большой" галтели диаметрально противоположно ПЭП.

Если значение глубины залегания  $Y$  близко к 100 мм, а расстояния  $X$  - к 120 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на этом расстоянии от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "малой" галтели диаметрально противоположно ПЭП.

3.2.3.4.7. Расположить ПЭП на противоположном промежутке цилиндрической поверхности между пазами и повторить операции п.3.2.3.4.6.

### 3.2.3.5. Контроль малой цапфы.

3.2.3.5.1. Покрывать цилиндрическую поверхность малой ступени контактной смазкой (глицерин, смазочные масла).

3.2.2.5.2. Расположить ПЭП на цилиндрической поверхности малой ступени стрелой в сторону утолщения цапфы и произвести поперечно-продольное сканирование относительно галтели. Зона сканирования - вся поверхность ступени; шаг по дуге вдоль галтели - не более половины ширины ПЭП.

При обнаружении одного эхо-сигнала:

- а) установить ПЭП в положение максимума эхо-сигнала;
- б) ввести режим БЦО "Y" (двукратное касание влажным пальцем сенсора "X,Y" под табло БЦО);
- в) снять по табло БЦО значение глубины залегания отражателя;
- г) ввести режим БЦО "X" (однократное касание влажным пальцем сенсора "X,Y" под табло БЦО);
- д) снять по табло БЦО значение расстояния до проекции отражателя;
- е) если амплитуда эхо-сигнала не достигает браковочного уровня, ввести режим БЦО "dB" (однократное касание влажным пальцем сенсора "dB" под табло БЦО) и вычислить ее значение вычитанием показаний БЦО из ослабления на аттенюаторе (20 dB);
- ж) записать полученные сведения.

При возникновении в пределах строки нескольких эхо-сигналов, превышающих по амплитуде уровень двух клеток экрана, однозначно относить показания БЦО к какому-либо из них не рекомендуется

[8]. Для определения характеристик выбранного сигнала необходимо вывести ручку "Г" передней панели из крайнего левого положения и установить ее так, чтобы начало развертки разместилось немного левее интересующего импульса. Тогда стробироваться будет только этот сигнал, и БЦО покажет его характеристики в выбранном режиме. После снятия этих характеристик по каждому сигналу необходимо вернуть ручку "Г" передней панели в исходное положение.

Если значение глубины залегания  $Y$  близко к 105 мм, а расстояния  $X$  - к 130 мм, и максимум эхо-сигнала достигается в положении ПЭП на расстоянии 40-50 мм от средней ступени, то несплошность располагается в зоне "большой" галтели диаметрально противоположно данному шпоночному пазу.

#### 4. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ОФОРМЛЕНИЕ ИТОГОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.

4.1. Для "привязки" расположения несплошностей, обнаруженных в галтелях, следует условно разбивать каждую галтель на 12 дуговых участков при взгляде на торец цапфы (аналогично часовому циферблату) с отсчетом нумерации от верхней точки по часовой стрелке (при вертикальном расположении ковша).

4.2. Оценка качества всех контролируемых элементов производится по двухбалльному принципу. Цапфа подлежит выбраковке, если по результатам ультразвукового контроля элементов имеет место хотя бы один из следующих признаков дефекта:

- а) при продольном прозвучивании:
  - полное пропадание донного сигнала;
  - появление устойчивого промежуточного сигнала, сохраняющегося при сканировании ПЭП по торцевой поверхности (независимо от амплитуды);
- б) при наклонном прозвучивании:
  - достижение или превышение эхо-сигналом браковочного уровня по амплитуде;
  - превышение суммарной условной протяженности несплошностей 20 мм для всех галтелей независимо от фактора амплитуды;

4.3. Регистрации в итоговых документах подлежат все несплошности, выявляемые при данной настройке аппаратуры, независимо от их величины.

4.4. Шифровка результатов контроля цапф и сварных соединений производится с учетом п.4.1. и указаний п.5 ГОСТ 14782-86. Принцип шифровки:

** - ** : * - - - ** - **	
—	цифры: "часы" по п.4.1;
—	цифры: "минуты" по п.4.1;
—	буква: качественный признак допустимости по амплитуде: "А" допустимая, «Д» - недопустимая
—	буква: качественный признак допустимости по условной протяженности: "Г" - допустимая; "Б" - недопустимая; "Е" - точечная
—	цифры: амплитуда эхо-сигнала в dB;
—	цифры: наибольшая глубина залегания, мм;
—	цифры: условная протяженность, мм.

4.6. Результаты контроля оформляются в виде заключения по форме, представленной в приложении 7. Если заключение размещается на нескольких листах, то дефектоскопист, проводивший контроль, подписывает каждый лист.

4.7. Каждое заключение сопровождается эскизом цапфы (независимо от результатов), на котором отмечаются участки, подвергавшиеся ультразвуковому контролю.

4.8. В отношении участков и элементов, в которых не установлены признаки наличия несплошностей, в графе "Шифр результатов" делается запись: "Дефектов не обнаружено".

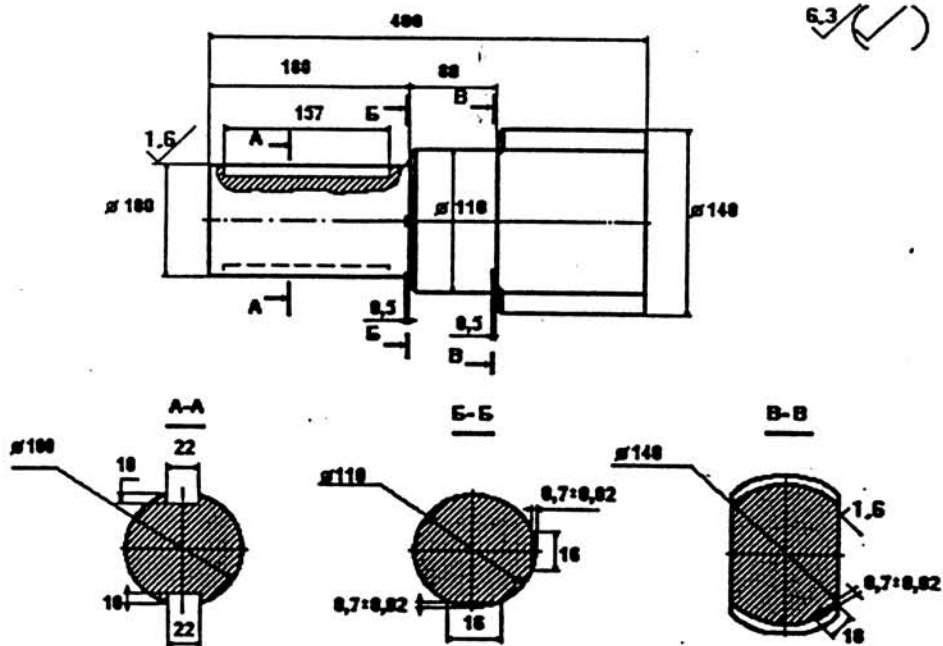
4.9. В графе "Оценка" делается запись "Годен" или "Брак" в соответствии с результатами ультразвукового контроля данного элемента.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Настоящая методика разработана для ультразвукового контроля цапф металловозных ковшей, имеющих минимальный диаметр ступени 100 мм и максимальную длину 400 мм, выполненных из стали 35. Расчеты параметров браковочных моделей дефектов приведены в приложении 8. Для применения методики в целях контроля аналогичных деталей других размеров, а также из стали 20 рекомендуется произвести пересчет некоторых параметров по принципу, представленному в приложении 9.

Методика рекомендуется для применения в качестве нормативно-технического документа по дефектоскопии элементов литейного грузоподъемного оборудования, подконтрольного Госгортехнадзору России.

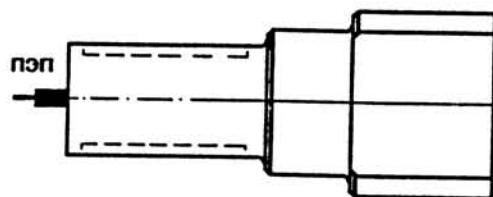
## Приложение 1



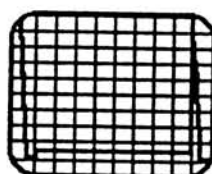
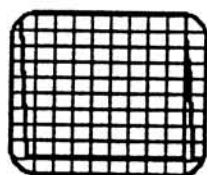
Испытательный образец для настройки на контроль цапф (эскиз).



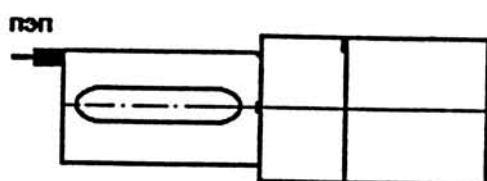
## Приложение 2



а)

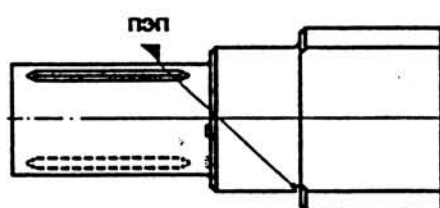


б)

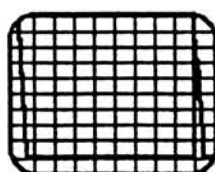


в)

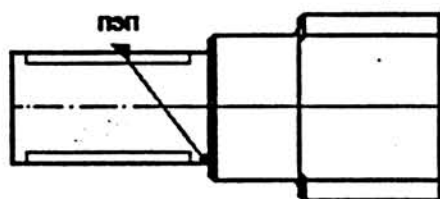
Установка ПЭП при настройке на продольное прозвучивание цапф.



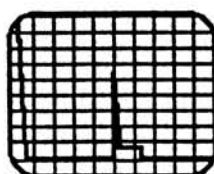
а)



б)

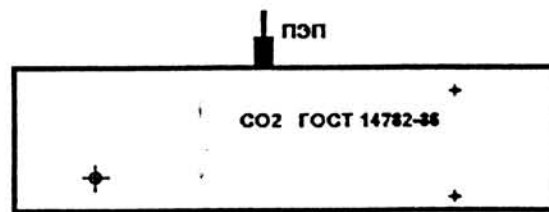


в)

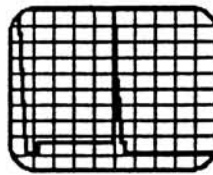


г)

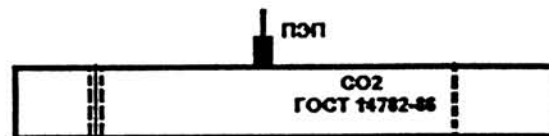
Наклонное озвучивание модели дефекта в галтели цапфы.



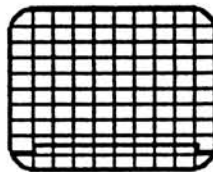
а)



б)

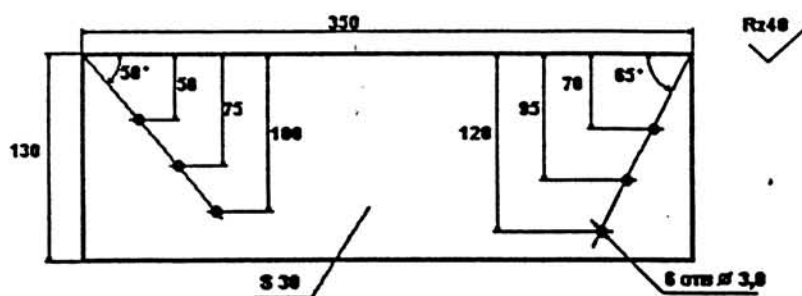


в)



г)

Настройка на прямое прозвучивание дефектоскопом УД2-12.



Образец для настройки ВРЧ (эскиз).

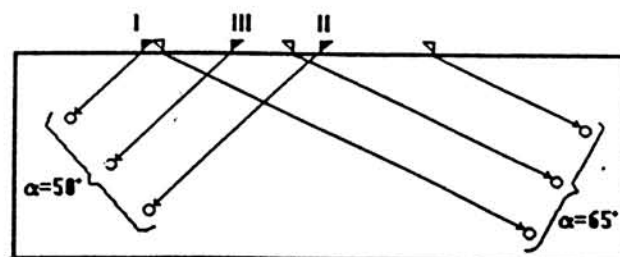


Схема настройки ВРЧ.

## БЛАНК ЗАКЛЮЧЕНИЯ ПО УЛЬТРАЗВУКОВОМУ КОНТРОЛЮ

\*\*\*\*\*

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ N \_\_\_\_\_

по ультразвуковому контролю качества оборудования

" \_\_\_\_ " \_\_\_\_ г.

г. \_\_\_\_\_

Лист 1. Всего листов \_\_\_\_\_

## 1. ОБЪЕКТ КОНТРОЛЯ

Наименование: *Приводная цапфа коша для транспортировки расплавленного металла*

Цех: \_\_\_\_\_

Ковш: зав.N: \_\_\_\_\_ рег.N: \_\_\_\_\_

Материал контролируемого изделия: \_\_\_\_\_

2. ОБЪЕМ КОНТРОЛЯ: *Материал цапфы в зонах галтельных переходов.*

## 3. АППАРАТУРА

Дефектоскоп: марка: \_\_\_\_\_ зав N \_\_\_\_\_ Поверен до " \_\_\_\_ " \_\_\_\_ г.

## 4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Рабочая частота \_\_\_\_ МГц Угол ввода \_\_\_\_

Контрольный отражатель: тип: *пропил в галтели испытательного образца*

глубина: \_\_\_\_ мм; ширина: \_\_\_\_ мм

Уровень чувствительности, дБ: контрольный: \_\_\_\_ браковочный: \_\_\_\_

5. КОНТРОЛЬ ПРОВОДИЛСЯ СОГЛАСНО (НТД): \_\_\_\_\_

## 6. КОНТРОЛЬ ПРОВОДИЛ:

Ф.И.О.: \_\_\_\_\_ Должность: \_\_\_\_\_

Квалификационный уровень: \_\_\_\_ Аттестован до " \_\_\_\_ " \_\_\_\_ г. Удостоверение N \_\_\_\_\_

## 7. ОТВЕТСТВЕННЫЙ ЗА КОНТРОЛЬ:

Ф.И.О.: \_\_\_\_\_ Должность: \_\_\_\_\_

Квалификационный уровень: \_\_\_\_ Аттестован до " \_\_\_\_ " \_\_\_\_ г. Удостоверение N \_\_\_\_\_

## РЕЗУЛЬТАТЫ КОНТРОЛЯ

N эскиза	N участка или галтели	Шифр результатов по ГОСТ 14782-86	Оценка
1	2	3	4

ЗАКЛЮЧЕНИЕ О ПРИГОДНОСТИ ОБЪЕКТА: \_\_\_\_\_

Подпись ответственного за контроль: \_\_\_\_\_

Подпись проводившего контроль: \_\_\_\_\_

## РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ БРАКОВОЧНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЕФЕКТОВ В ЦАПФАХ

Критериями выбраковки дефекта являются его тип и размеры. В данном расчете рассматриваются дефекты типа трещин в галтелях цапф. Расчет ведется на основании следующих данных и условий:

- а) цапфа должна иметь не менее восьмикратного запаса прочности (см. п. 18.2 [1]);
- б) износ цапфы во всех измерениях не должен превышать 10 % (см. п. 18.3 [1]);
- в) цапфа испытывает одновременное действие циклических изгибных и скручивающих нагрузок в условиях высоких перепадов температур;
- г) из условий степени затухания ультразвуковых колебаний в стали 35, а также размеров и конфигурации изделия при дефектоскопии галтелей применяется наклонный преобразователь с параметрами: рабочая частота  $f = 1,8$  МГц; угол ввода в сталь 35  $\alpha = 50^\circ$ ; полуразмер пьезопластины в плане  $b = 10$  мм;
- д) скорость распространения поперечных ультразвуковых колебаний в стали 35  $C = 3260$  м/с [9].

Сопоставление условий "а" и "б" указывает на то, что износ ступени цапфы в диаметральной направлении в виде сегментного среза высотой в 10 % от диаметра еще сохраняет восьмикратный запас прочности. Однако это справедливо только в случае достаточно равномерного распределения износа вдоль оси цапфы и относительно малой концентрации напряжений. Для моделирования ортогональной трещины в галтели вариант простого приравнивания ее максимальной площади к площади вышеуказанного сегмента неприемлем, так как венiec трещины является наиболее эффективным концентратором напряжений. Поэтому при расчете глубины модели плоского ортогонального дефекта (поперечный пропил) следует вводить соответствующий коэффициент концентрации напряжений.

#### 1. Расчет площади сегмента высотой в 10 % от диаметра малой ступени цапфы (см. рис. 1).

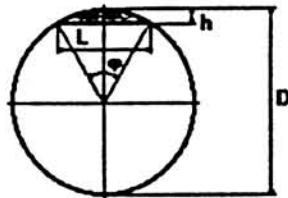


Рис. 1.

Площадь сечения сегмента:

$$S_{\text{сег}} = S_{\text{сек}} - S_{\text{тр}}, \quad (1)$$

где  $S_{\text{сек}}$  - площадь сектора, соответствующего рассматриваемому сегменту;  
 $S_{\text{тр}}$  - площадь треугольника, образованного сторонами сегмента и хордой.

$$S_{\text{сек}} = S_{\text{ст}} \times \phi / 360 \quad (2)$$

где  $S_{\text{ст}}$  - площадь сечения ступени (вне шпоночных пазов);  $\phi$  - угол раскрытия сектора, град.

$$S_{\text{ст}} = 0,2\pi D^2, \quad (3)$$

где  $D$  - диаметр малой ступени цапфы, мм.

$$\phi = 2\arccos[(R - h)/R], \quad (4)$$

где  $R = 0,5D$  - радиус малой ступени цапфы, мм;  $h = 0,1D$  - максимальная высота сегмента, мм.

С учетом этих выражений:

$$\phi = 2\arccos 0,8 = 74. \quad (5)$$

С учетом (3) и (5):

$$S_{\text{сек}} = 0,25 \pi D (74 / 360) = 0,0514 \pi D. \quad (6)$$

$$S_{\text{тр}} = 0,5L(R - h), \quad (7)$$

где  $L$  - длина хорды, мм:

$$L = 2[R - (R - h)] = 0,6D. \quad (8)$$

С учетом (8):

$$S_{\text{тр}} = 0,5 \cdot 0,6D(R - h) = 0,12D \quad (9)$$

С учетом (6) и (9):

$$S_{\text{сег}} = 0,0514 \pi D - 0,12D = 0,0414D. \quad (10)$$

Для  $D = 100$  мм  $S_{\text{сег}} = 414$  мм.

2. Расчет критической площади модели плоского ортогонального сегментообразного дефекта в галтели (см.рис.2).

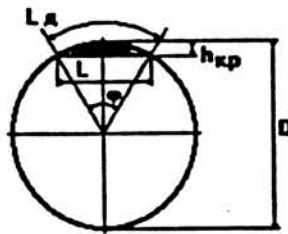


Рис 2

Исходя из того, что точная величина концентрации напряжений на венце мало предсказуема [10,11,12], целесообразно учесть ее фактор введением коэффициента  $K_b$  концентрации напряжений, значительно превышающего его расчетный аналог для полукруглой проточки минимального радиуса  $K_b = 2,5$ . С учетом многолетнего методологического опыта, накопленного в ультразвуковой дефектоскопии объектов энергетики [13,14,15] введем значение  $K_b = 50$ . Тогда критическая площадь модели дефекта составит:

$$S_{\text{кр}} = S_{\text{сег}} / K_b = 414 / 50 = 8,23 \text{ мм}. \quad (11)$$

Методом подбора по пути, изложенному в первой части расчета, определим максимальную высоту  $h_{\text{кр}}$  сегмента площадью  $S_{\text{кр}}$ . С учетом удобства моделирования сегментной несплошности принимаем  $h_{\text{кр}} = 0,7$  мм, чему соответствует  $S_{\text{кр}} = 7,65$  мм.

2. Расчет длины дуги сегмента высотой в 0,7 мм.

Длина дуги сегмента:

$$L_d = L_{\text{ст}} \times \phi / 360 \quad (12)$$

где  $L_{\text{ст}}$  - длина окружности сечения ступени (вне шпоночных пазов);  
 $\phi$  - угол раскрытия сектора, соответствующего сегменту, град.



$$L_{ст} = \pi D. \quad (13)$$

$$\phi = 2 \arccos[(R - h_{кр})/R]. \quad (14)$$

С учетом значений  $R$  и  $h_{кр}$ :

$$\phi = 2 \arccos 0,986 = 19^\circ 12'. \quad (15)$$

С учетом (13), (15) и значения  $D$ :

$$L_d = \pi D (19^\circ 12' / 360) = 16,7 \text{ мм}. \quad (16)$$

3. Расчет критической протяженности плоского ортогонального дефекта в галтели (см. рис.3).

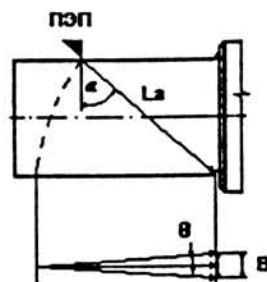


Рис.3.

Так как условная протяженность дефекта является самостоятельным браковочным критерием, то следует исходить из условия, что площадь облучаемого ультразвуковым пучком участка дефекта немного меньше  $S_{кр}$  (для исключения заведомой браковки по амплитуде). Тогда за максимальный показатель условной непротяженности можно принять протяженность дефекта, равную ширине расхождения ультразвукового пучка в плане на уровне его падения на исследуемый участок галтели между малой и средней ступенями, так как в этом случае всякое смещение преобразователя вдоль галтели вызовет резкое дальнейшее уменьшение амплитуды эхо-сигнала.

Ширина расхождения активного ультразвукового пучка в плане на указанном уровне:

$$B = 2L_a \operatorname{tg} \theta, \quad (17)$$

где  $L_a$  - длина оси падающего ультразвукового пучка, мм;

$\theta$  - угол раскрытия ультразвукового пучка, град.

$$L_a = D / \cos \alpha, \quad (18)$$

где  $\alpha = 50^\circ$  - угол ввода УЗК.

$$\theta = \arcsin[0,38C/(bf)] \quad [16] \quad (19)$$

С учетом (13), (14) и исходных данных по  $C$ ,  $b$  и  $f$ :

$$B = 2D \operatorname{tg}\{\arcsin[0,38C/(bf)]\} / \cos \alpha = 2 \times 100 \operatorname{tg}\{\arcsin[0,38 \times 3,26 / (10 \times 1,8)]\} / \cos 50 = 20 \text{ мм}. \quad (20)$$

Этот результат несколько больше протяженности по дуге модели дефекта с площадью  $S_{кр} = 7,65 \text{ мм}^2$  (16), что подтверждает самостоятельность этого критерия.

На диаграмме рис.4 показана зависимость браковочных критериев  $h_{кр}$  и  $B$  от диаметра малой ступени цапфы.

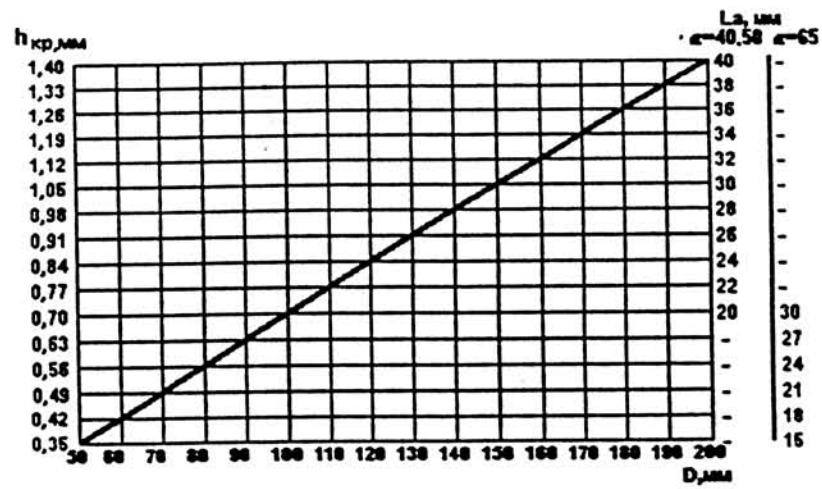


Рис.4. Зависимость браковочных критериев от диаметра малой ступени папфы.

# ПРИНЦИП ПЕРЕСЧЕТА ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ЦАПФАМ ДРУГИХ РАЗМЕРОВ.

1. По пп. 2.1.1 и 3.1.1.

Если типоразмер приводной цапфы меньше рассматриваемого в основной части методики, то при наклонном способе следует применять ПЭП с углом призмы 50 (угол ввода 65). При этом в п. 2.1.3.1.2 соответственно выбрать нужную отметку шкалы образца СО-1. Если выполняется соотношение

$$D/b > \operatorname{tg} \alpha,$$

где  $D$  - диаметр средней ступени (мм),  $b$  - ее длина (мм),  $\alpha$  - угол ввода (град), то возможен наклонный способ контроля "большой" галтели с поверхности средней ступени.

2. По п. 2.1.2.3.2.

Размер "170 мм" изменяется на размер  $P$ , вычисляемый по формуле:

$$P = c - 10 \text{ мм},$$

где  $c$  - длина малой ступени, мм.

3. По п. 2.1.3.4.2.

Размер "70 мм" изменяется на размер  $M$ , удовлетворяющий условию:

$$M < d - 2h,$$

где  $d$  - диаметр малой ступени, мм;  $h$  - глубина шпоночного паза, мм. Это необходимо для полного прозвучивания напряженной зоны между шпоночным пазом и "малой" галтелью.

4. По п. 2.2.3.4.2 и 3.2.3.4.2. Дальняя граница зоны сканирования в шпоночном пазу определяется по формуле:

$$S = (d-h) \operatorname{tg} \alpha,$$

Показания глубиномера, дающие основание предполагать наличие несплошности в зоне "большой" галтели при прозвучивании из шпоночного паза:

$$H = 0,5(D+d)-h; L = H \operatorname{tg} \alpha;$$

расстояние от средней ступени до точки ввода:

$$l = L - b.$$

То же, по "малой" галтели:

$$H = d-h; L = l = H \operatorname{tg} \alpha.$$

Дальняя граница зоны сканирования вне шпоночного паза определяется по формуле:

$$S = d \operatorname{tg} \alpha,$$

Показания глубиномера, дающие основание предполагать наличие несплошности в зоне "большой" галтели при прозвучивании вне шпоночного паза:

$$H = 0,5(D+d); L = H \operatorname{tg} \alpha;$$

расстояние от средней ступени до точки ввода:

$$l = L - b.$$

То же, по "малой" галтели:

$$H = d; L = l = H \operatorname{tg} \alpha.$$

5. По пп.3.1.3.3.5 и 3.1.3.3.7.

Юстировочные значения координат для других углов ввода.

Угол ввода, град	Y, мм	X, мм
40	42,2	35,3
65	23,1	49,9

6. По п.3.1.3.5.7.

Ближняя граница исследуемого слоя по глубине при сканировании в шпоночном пазу определяется по максимуму эхо-сигнала от телесного угла любого стального плоского образца высотой  $M$ , удовлетворяющей условию:

$$M < d - 2h.$$

Это необходимо для полного прозвучивания напряженной зоны между шпоночным пазом и "малой" галтелью.

Дальняя граница исследуемого слоя по глубине при сканировании вне шпоночного паза определяется по формуле:

$$H = 0,5(D+d) + 5 \text{ мм.}$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. "Правила безопасности в сталеплавильном производстве". М. "Металлургия". 1984.
2. ГОСТ 20415-82. Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения.
3. ГОСТ 23829-85. Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения.
4. ГОСТ 14782-86. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
5. ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения.
6. Дефектоскоп ультразвуковой ДУК66-ПМ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. ЦОУ.048.068 ТО. НПО "Волна". г. Кишинев. 1982 г.
7. Дефектоскоп ультразвуковой УД2-12(2.1). Руководство по эксплуатации. ЦОУ.068.136 РЭ1. НПО "Волна". г. Кишинев. 1990 г.
8. С. Л. Молотков. "Ультразвуковой дефектоскоп УД2-12 в вопросах и ответах". НВП "Ультразвук-сервис". С.-П. 1993. 112 с.
9. Й. Крауткремер, Г. Крауткремер. "Ультразвуковой контроль материалов". Справочник. М. "Металлургия". 1991. 752 с.
10. Справочник металлиста. Т. 1. Под ред. С. А. Чернавского и В. Ф. Решикова. М. "Машиностроение". 1976. 768 с.
11. Л. Энгель, Г. Клингеле. "Растровая электронная микроскопия. Разрушение". Справочник. М. "Металлургия". 1986. 232 с.
12. П. А. Степин. "Сопротивление материалов". М. "Высшая школа". 1983. 304 с.
13. Основные положения по ультразвуковой дефектоскопии сварных соединений котлоагрегатов и трубопроводов тепловых электростанций (ОП N501 ЦД-75). М. Служба передового опыта и информации Союзтехэнерго. 1978.
14. РД 2730.940.103-92. Котлы паровые и водогрейные, трубопроводы пара и горячей воды. Сварные соединения. Контроль качества. НПО ЦНИИТМАШ.
15. Методика ультразвукового контроля сварных соединений котлоагрегатов, трубопроводов и сосудов высокого давления дефектоскопом УД2-12. МТ-РТС-К-01-94. НИЦТДЭС "Регионтехсервис". Красноярск, 1994.
16. Ультразвуковые преобразователи для неразрушающего контроля. Под общ. ред. И. Н. Ермолова. М. Машиностроение, 1986, 278 с.

Гост применим к оборудованию ультразвукового контроля.