

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по производству
ФГУП «ВНИИОФИ»



[Signature]
Р. А. Родин

» 09 2018 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дефектоскопы ультразвуковые FOCUS PX

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 046.Д4-18

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

[Signature]
С.Н. Негода
« 28 » 09 2018 г.

Москва 2018

СОДЕРЖАНИЕ

| | | |
|-----|---|----|
| 1 | ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ..... | 3 |
| 2 | ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ..... | 3 |
| 3 | СРЕДСТВА ПОВЕРКИ..... | 4 |
| 4 | ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ | 5 |
| 5 | ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ | 5 |
| 6 | УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ..... | 5 |
| 7 | ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ | 5 |
| 8 | ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ | 5 |
| 8.1 | Внешний осмотр..... | 5 |
| 8.2 | Идентификация ПО | 6 |
| 8.3 | Опробование | 7 |
| 8.4 | Определение метрологических характеристик | 7 |
| 9 | ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ..... | 18 |
| | Приложение А..... | 19 |
| | Форма протокола поверки..... | 19 |
| | (Рекомендуемое) | 19 |

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на дефектоскопы ультразвуковые FOCUS PX (далее по тексту - дефектоскопы или приборы), выпускаемые по технической документация компании «Olympus Scientific Solutions Americas Inc.», Канада и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок.

1.2 Дефектоскопы предназначены для измерений координат залегания дефектов и амплитуд сигналов, отраженных от них, оценки относительных размеров дефектов в сварных соединениях, основном материале оборудования, деталей, трубопроводов и прочих изделий из металлов, их сплавов и других материалов.

1.3 Интервал между поверками 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) и периодической поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции первичной и периодической поверок

| № п/п | Наименование операции | Номер пункта методики поверки |
|-------|---|-------------------------------|
| 1 | Внешний осмотр | 8.1 |
| 2 | Идентификация программного обеспечения (ПО) | 8.2 |
| 3 | Опробование | 8.3 |
| 4 | Определение метрологических характеристик | 8.4 |
| 5 | Определение параметров импульсов генератора возбуждения | 8.4.1 |
| 6 | Определение диапазона и расчет допускаемого отклонения установки усиления | 8.4.2 |
| 7 | Проверка диапазона показаний глубины залегания дефектов или толщины изделий по стали | 8.4.3 |
| 8 | Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов по стали с прямыми преобразователями и преобразователями с ФР | 8.4.4 |
| 9 | Определение угла и точки ввода наклонного преобразователя | 8.4.5 |
| 10 | Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений координат залегания дефектов по стали (глубины и расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования) с наклонными преобразователями и преобразователями с ФР | 8.4.6 |
| 11 | Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером. | 8.4.7 |

2.2 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

2.3 В зависимости от комплекта поставки дефектоскопа поверку по пунктам 8.4.5 и 8.4.7 допускается не проводить.

2.4 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а дефектоскоп признают не прошедшим поверку. При получении отрицательного результата по пунктам 8.3, 8.4.4, 8.4.5, 8.4.6 методики поверки признается непригодным к применению пьезоэлектрический преобразователь (ПЭП) и (или) преобразователь с ФР, если хотя бы с одним прямым и наклонным ПЭП и (или) преобразователем с ФР, из комплекта поставки дефектоскоп полностью прошел поверку.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 2.

3.2 Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

3.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналог, обеспечивающие определение метрологических характеристик дефектоскопов с требуемой точностью.

Таблица 2 – Рекомендуемые средства поверки

| Номер пункта (раздела) методики поверки | Наименование средства измерения или вспомогательного оборудования, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики |
|---|---|
| 8.3 | Мера №3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (далее мера №3Р). Толщина 29 _{-0,2} мм, высота 59 _{-0,1} мм, цилиндрические отверстия диаметром 6 ^{+0,3} и 2 ^{+0,1} мм. Госреестр 63388-16. |
| 8.4.5 | Мера №2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (далее мера №2). Толщина меры 30 _{-0,2} мм, высота 59 _{-0,1} мм, боковые цилиндрические отверстия диаметром 6 ^{+0,3} и 2 ^{+0,25} мм. Госреестр 63388-16. |
| 8.4.5 | Мера №3 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (далее мера №3). Толщина меры 30 _{-0,2} мм, высота 55 ± 0,1 мм. Госреестр 63388-16. |
| 8.4.1 | Осциллограф цифровой TDS2012В (далее осциллограф). Диапазон измеряемых размахов напряжений импульсных радиосигналов от 10 мВ до 400 В (с делителем 1:10). Пределы допускаемой относительной погрешности измерения амплитуд сигналов для коэффициентов отклонения от 10 мВ/дел до 5 В/дел ± 3 %. Госреестр № 32618-06. |
| 8.4.2 – 8.4.3 | Генератор сигналов сложной формы AFG3022 (далее генератор). Синусоидальный сигнал от 1 МГц до 25 МГц, пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты ± 1 ppm. Диапазон устанавливаемых амплитуд от 10 мВ до 10 В, Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки амплитуды ± (1 % от величины + 1 мВ) Госреестр № 32620-06. |
| 8.4.2 | Тестер ультразвуковой УЗТ-РДМ (далее тестер). Диапазон регулировки ослабления аттенюатора от 0 до 96 дБ. Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления аттенюатора на частоте 10 МГц ± (0,1 + 0,0075 Ах) дБ, где Ах – значение установленного ослабления в дБ. Госреестр 44488-10. |
| 8.4.4 | Комплект образцовых ультразвуковых мер толщины КМТ176М-1 (далее меры КМТ). Диапазон толщин мер от 1 до 300 мм. Погрешность аттестации по эквивалентной ультразвуковой толщине от 0,3 до 0,7 %. Госреестр 6578-78. |
| 8.4.5, 8.4.7 | Штангенциркуль ШЦЦ-1 (далее штангенциркуль). Диапазон измерений от 0 до 250 мм. Шаг дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм. Пределы допускаемой погрешности измерений ± 0,04 мм. Госреестр 52058-12. |
| 8.4.6 | Микроскоп большой инструментальный БМИ-1. (далее микроскоп). |

| | |
|-----------------------------------|--|
| | Пределы измерения длин микровинтами от 0 до 25 мм. Цена деления шкал микровинтов 0,005 мм. Суммарная погрешность показаний прибора при измерении микрометрическими парами продольных и поперечных салазок, считая от нуля до любого деления (исключая мертвый ход) $\pm 0,003$ мм. Госреестр 1363-60. |
| Вспомогательные устройства | |
| 8.4.1 | Нагрузка 50 Ом |
| 8.4.1 | Пробник осциллографа P2200 с делителем 1:10 |
| 8.4.1 – 8.4.3 | Согласующее устройство для синхронизации. Принципиальная схема приведена в приложении Б |
| 8.4.6 | Мера МД2-0-1 из комплекта мер дефектов КМД2-0 (далее мера МД2-0-1) |

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

Лица, допускаемые к проведению поверки, должны изучить устройство и принцип работы поверяемого прибора и средств поверки по эксплуатационной документации, пройти обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При подготовке и проведении поверки должно быть обеспечено соблюдение требований безопасности работы и эксплуатации для оборудования и персонала, проводящего поверку, в соответствии с приведенными требованиями безопасности в нормативно-технической и эксплуатационной документации на дефектоскопы и на средства поверки.

5.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019-80. «Испытания и измерения электрические. Общие требования безопасности».

5.3 Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям Санитарных правил и норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие условия:

- температура окружающей среды (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха от 30 до 70 %;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа [(750 ± 30) мм рт.ст.].

6.2. Внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать, либо находиться в пределах, не влияющих на работу дефектоскопа.

6.3 Измерения на применяемой аппаратуре должны осуществляться в соответствии с руководством по эксплуатации и начинаться только после установления рабочего режима поверяемого прибора и средств поверки.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 6.1 методики поверки, то дефектоскоп нужно выдержать при этих условиях один час и средства поверки выдержать не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

7.2 Перед проведением поверки, средства поверки и дефектоскоп подготовить к работе в соответствии с руководством по эксплуатации средств поверки и руководством по эксплуатации дефектоскопов.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- комплектность поверяемого прибора в соответствии с технической документацией;

- отсутствие механических повреждений электронного блока дефектоскопа и преобразователей, влияющих на работоспособность;
- целостность кабелей, соединяющих электронный блок дефектоскопа с преобразователями и с компьютером.

- четкая маркировка для всех преобразователей по системе компании-изготовителя;

8.1.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если дефектоскоп соответствует требованиям, приведенным в пункте 8.1.1 методики поверки.

8.2 Идентификация ПО

8.2.1 Подключить электронный блок дефектоскопа к компьютеру кабелем Ethernet, согласно РЭ.

8.2.2 Включить электронный блок дефектоскопа. Включить компьютер.

8.2.3 Подключить аппаратный ключ HASP к USB-порту компьютера.

8.2.4 Запустить ПО Focus PC, согласно РЭ. При запуске ПО, необходимо выбрать версию Focus PC (Рисунок 1).

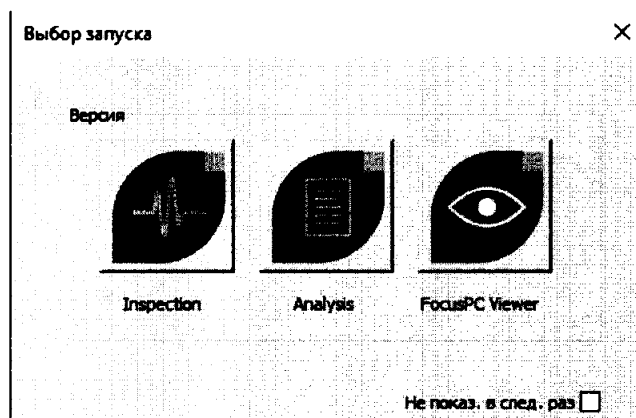


Рисунок 1. – Диалоговое окно «Варианты запуска».

8.2.5 Выберите версию «Inspection» (Контроль).

8.2.6 В открывшемся диалоговом окне (рисунок 2) выберите устройства сбора данных, которые включены в данную конфигурацию, и нажмите «ОК».

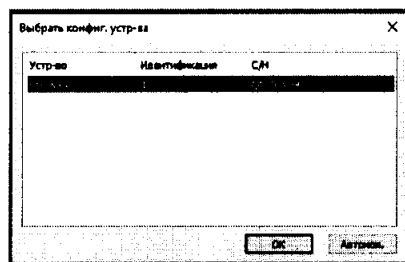


Рисунок 2 – Окно выбора конфигурации устройства.

8.2.7 В появившемся диалоговом окне «Выбор конфиг.» (рисунок 3) выберите опцию для создания новой конфигурации.

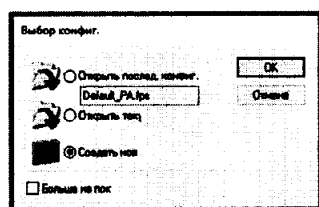


Рисунок 3 – Окно «Выбор конфиг.»

8.2.8 Выбрать диалоговое окно «Инфо» из меню «Справка». В открывшемся информационном окне прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

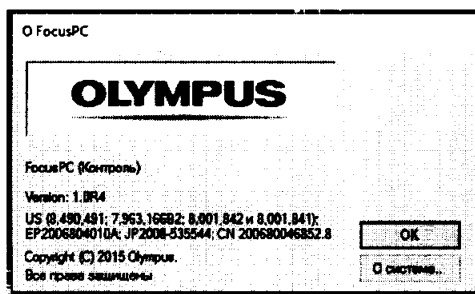


Рисунок 4 – Диалоговое окно «Инфо» с указанием текущей версии ПО.

8.2.9 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО дефектоскопа соответствуют значениям, приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО дефектоскопа

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|--------------|
| Идентификационное наименование ПО | Focus PC |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.0R4 и выше |
| Цифровой идентификатор ПО | - |

8.3 Опробование

8.3.1 Проверить корректность работы органов регулировки, настройки и коррекции, диапазоны установки параметров дефектоскопа на стандартных ультразвуковых (УЗ) каналах и на канале подключения ФР.

8.3.2 Подключить к дефектоскопу любой преобразователь из комплекта поставки.

8.3.3 Выполнить настройку дефектоскопа в соответствии с выбранным преобразователем согласно РЭ.

8.3.4 Установить преобразователь на рабочую поверхность №1 меры №3Р в бездефектное место, предварительно нанести на неё контактную жидкость.

8.3.5 Получить первый донный сигнал на временной развертке. Убедиться, что все органы управления исправны.

8.3.6 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если органы регулировки, настройки и коррекции дефектоскопа функционируют согласно РЭ, на экране дефектоскопа наблюдается донный сигнал на мере №3Р.

8.4 Определение метрологических характеристик

8.4.1 Определение параметров импульсов генератора возбуждения

8.4.1.1 Определение диапазона и отклонения установки амплитуды и длительности импульсов генератора возбуждения осуществлять с нагрузкой 50 Ом по схеме, представленной на рисунке 5 (генератор дефектоскопа – разъем PR1).

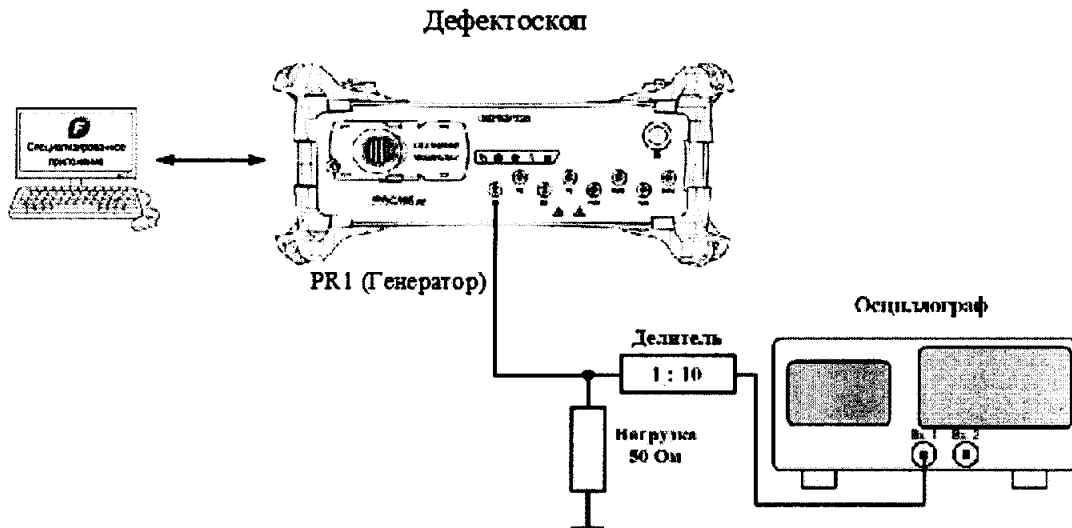


Рисунок 5 – Схема для определения параметров импульсов генератора возбуждения

8.4.1.2 Включить осциллограф.

8.4.1.3 Создать новую или загрузить имеющуюся настройку дефектоскопа – в меню «Файл» выбрав вкладку «Открыть» (рисунок 6).

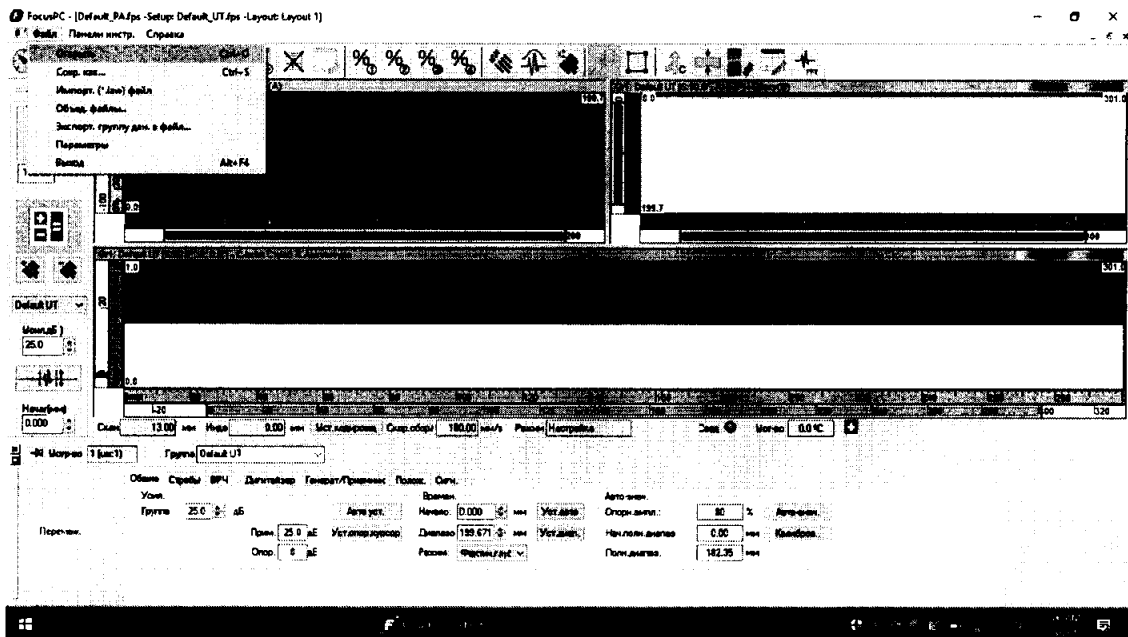


Рисунок 6 – Создание настройки дефектоскопа.

8.4.1.4 Загрузить файл настроек «Default_UT.fps» (Рисунок 7).

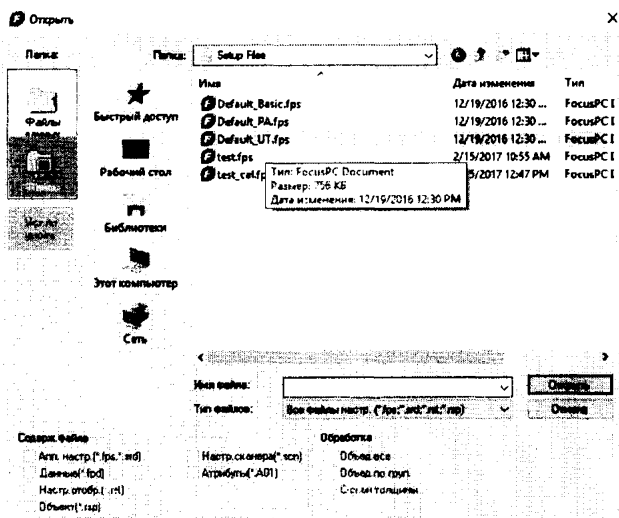


Рисунок 7 – Загрузка файла настроек.

8.4.1.5 На панели настроек:

- на вкладке «Генератор/Приемник» установить номера каналов, к которым подключен осциллограф. В области «Генератор», в строке «Разъем» из раскрывающегося списка выбрать первый канал «PR1», в строке «Напряж.» установить минимальное значение амплитуды импульса генератора возбуждения 50 В, в строке «Шир. импульса» установить длительность импульсов генератора возбуждения 200 нс.

8.4.1.6 Измерить на осциллографе амплитуду и длительность (на уровне 0,5 амплитуды) импульса генератора возбуждения. Измерения повторить 5 раз, рассчитать среднее арифметическое значение амплитуды и длительности импульса генератора возбуждения.

8.4.1.7 Повторить измерения амплитуды импульса генератора возбуждения при установленных на дефектоскопе значениях «Напряж.» (Напряжение) 100 и 190 В.

8.4.1.8 Выполнить измерения длительности импульса генератора возбуждения при установленных на дефектоскопе значениях «Шир. импульса» (Ширина импульса генератора) 30 и 500 нс.

8.4.1.9 Для измеренных значений вычислить отклонения амплитуды импульса генератора возбуждения δ_A , %, от установленных значений по формуле:

$$\delta_A = \frac{A_{изм} - A_{уст}}{A_{уст}} \cdot 100, \quad (1)$$

где $A_{изм}$ – значение амплитуды импульса генератора возбуждения, измеренное на осциллографе, В

$A_{уст}$ – значение амплитуды импульса генератора возбуждения, установленное на дефектоскопе, В.

8.4.1.10 Для измеренных значений вычислить отклонения длительности импульса генератора возбуждения $\delta\tau$, %, от установленных значений по формуле:

$$\delta\tau = \frac{\tau_{изм} - \tau_{уст}}{\tau_{уст}} \cdot 100, \quad (2)$$

где $\tau_{изм}$ – значение длительности импульса генератора возбуждения, измеренное на осциллографе, нс;

$\tau_{уст}$ – значение длительности импульса генератора возбуждения, установленное на дефектоскопе, нс.

8.4.1.11 Выполнить измерения амплитуды и длительности импульса генератора возбуждения по п.8.4.1.5 – 8.4.1.10 на остальных каналах дефектоскопа, подключив осциллограф к соответствующим разъемам.

8.4.1.12 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 4:

Таблица 4 – Значение результатов измерений

| Наименование характеристики | Значение |
|---|--------------|
| Диапазон установки амплитуды генератора импульсов возбуждения (ГИВ) стандартных каналов, В: | От 50 до 190 |
| Допускаемое отклонение установки амплитуды ГИВ, % | ± 20 |
| Диапазон установки длительности ГИВ стандартных каналов (по уровню 0,5 амплитуды), нс | От 30 до 500 |
| Допускаемое отклонение установки длительности ГИВ (по уровню 0,5 амплитуды), % | ± 10 |

8.4.2 Определение диапазона и расчет допускаемого отклонения установки усиления

8.4.2.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 8. Выходной разъем генератора соединить с разъемом «→» тестера на верхней части корпуса. Выходной разъем аттенюатора тестера «←1» подсоединить к разьему приемник «P1/R1» дефектоскопа. При выполнении синхронизации генератора и дефектоскопа для защиты входа синхронизации генератора от высокого напряжения применить согласующее устройство, схема которого представлена в приложении Б.

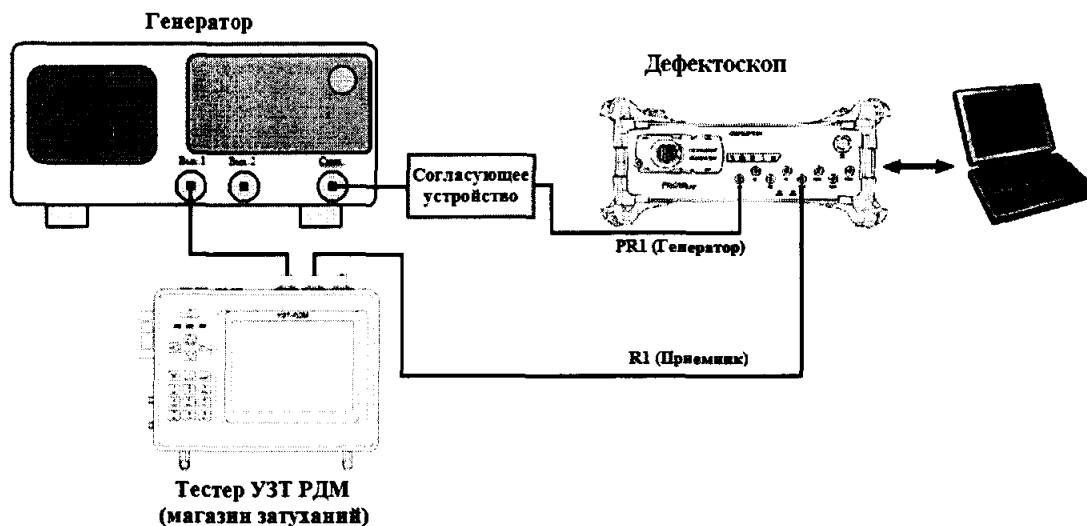


Рисунок 8 – Схема определения амплитудных характеристик приемного тракта дефектоскопа

8.4.2.2 Создать новую или загрузить имеющуюся настройку дефектоскопа – в меню «Файл» выбрав вкладку «Открыть» (рисунок 6).

8.4.2.3 Загрузить файл настроек «Default_UT.fps» (Рисунок 7).

8.4.2.4 На панели настроек во вкладке «Генератор/Приемник» установить номера каналов, к которым подключен генератор и тестер. В области «Генератор», в строке «Разъем» из раскрывающегося списка выбрать первый канал P1, в строке «Напряж.» установить значение амплитуды импульса генератора возбуждения 100 В, в строке «Шир. импульса» установить длительность импульсов генератора возбуждения 200 нс. В области «Приемник»

в строке «Разъем» из раскрывающегося списка выбрать первый канал «P1/R1», в строке «Тип шкалы» установить «Лин».

8.4.2.5 Установить в настройках дефектоскопа усиление 0 дБ. Отключить функцию временной регулировки чувствительности.

8.4.2.6 Установить начальные параметры генератора и тестера:

- тип сигнала – синус;
- характер сигнала – пачка;
- количество циклов – один;
- частота – в соответствии с частотным фильтром дефектоскопа;
- временной сдвиг установить таким образом, чтобы сигнал, отображаемый на дефектоскопе находился на середине развертки экрана;

- амплитуду сигнала установить таким образом, чтобы сигнал на дефектоскопе был на высоте 20 % от полной высоты экрана;

- совместное ослабление на генераторе и тестере 0 дБ.

- на тестере: источник – внешний.

8.4.2.7 Установить усиление дефектоскопа ($N_{уст}$) 1 дБ.

8.4.2.8 Увеличивая ослабление на тестере $N_{изм}$, дБ, привести уровень сигнала на экране дефектоскопа к уровню 20 % высоты экрана.

8.4.2.9 Повторить измерения отклонений установки усиления дефектоскопа по пунктам 8.4.2.6 – 8.4.2.8 для установленных значений усиления на дефектоскопе 5, 10, 30, 50, 80 дБ.

8.4.2.10 Измерения по пунктам 8.4.2.7 – 8.4.2.9 повторить 5 раз.

8.4.2.11 Рассчитать среднее арифметическое значение ослабления на тестере по формуле

$$\overline{N_{изм}} = \frac{\sum_{i=1}^n N_{изм}}{n}, \quad (3)$$

где $N_{изм}$ – измеренное значение ослабления на тестере, дБ;

n – количество измерений.

8.4.2.12 Рассчитать отклонение установки усиления ΔN , дБ, от номинального значения по формуле:

$$\Delta N = \overline{N_{изм}} - N_{уст}, \quad (4)$$

где $N_{уст}$ – значение усиления, установленное на дефектоскопе, дБ;

$\overline{N_{изм}}$ – среднее арифметическое измеренное значение ослабления на тестере, дБ.

8.4.2.13 Повторить измерения диапазона и отклонения установки усиления дефектоскопа по пунктам 8.4.2.1 – 8.4.2.12 для всех каналов дефектоскопа.

8.4.2.14 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 5:

Таблица 5 – Значение результатов измерений

| | |
|--|------------|
| Диапазон установки усиления, дБ | от 0 до 80 |
| Допустимое отклонение установки усиления, дБ | ± 2 |

8.4.3 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов по стали с прямыми преобразователями и преобразователями с ФР

8.4.3.1 Подключить к электронному блоку дефектоскопа стандартный прямой преобразователь из комплекта поставки или преобразователь с ФР с прямой призмой к соответствующим разъемам электронного блока дефектоскопа.

8.4.3.2 Установить на дефектоскопе единицы измерений – миллиметры, настройки подключенного преобразователя: тип, рабочую частоту, задержку в призме преобразователя. Установить скорость ультразвуковых колебаний в соответствии со значением, указанным в свидетельстве о поверке на меры из комплекта образцовых ультразвуковых мер КМТ176М-1.

8.4.3.3 Установить преобразователь на меру толщиной 20 мм из комплекта образцовых ультразвуковых мер КМТ176М-1, предварительно нанести на неё контактную жидкость.

8.4.3.4 Произвести процедуру калибровки скорости ультразвуковых колебаний и задержку в призме преобразователя согласно РЭ дефектоскопа.

8.4.3.5 Установить преобразователь на смоченную контактной жидкостью поверхность меры, соответствующую по своему действительному значению началу рабочего диапазона измерения толщин по стали.

8.4.3.6 Изменить временную развертку и усиление дефектоскопа, так, чтобы сигнал от донной поверхности меры находился на экране, амплитуда сигнала была на уровне от 50 до 90 % экрана. Переместить строб на сигнал от донной поверхности меры. Прочитать измеренное значение толщины меры.

8.4.3.7 Измерения по пункту 8.4.3.6 выполнить пять раз и вычислить среднее арифметическое значение толщины меры по пяти измерениям $H_{изм}$, мм.

8.4.3.8 Для ФР измерения по п. 8.4.3.6, 8.4.3.7 выполнить для первого, среднего и последнего элементов апертуры ФР.

8.4.3.9 Вычислить абсолютную погрешность измерения толщины меры ΔH , мм, по формуле:

$$\Delta H = H_{изм} - H_{д}, \quad (5)$$

где $H_{изм}$ – среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта или толщины изделия, измеренное дефектоскопом, мм;

$H_{д}$ – действительное значение глубины залегания дефекта или толщины изделия, указанное в свидетельстве о поверке на меру, мм

8.4.3.10 Повторить измерения по п. 8.4.3.6 – 8.4.3.9 на мерах 100 и 300 мм из комплекта КМТ176М-1.

8.4.3.11 На мере 100 мм из комплекта КМТ176М-1 произвести измерения по пунктам 8.7.6 – 8.7.9 пятого переотражения от донной поверхности меры.

8.4.3.12 Провести измерения по пунктам 8.4.3.1 – 8.4.3.11 со всеми преобразователями и ФР из комплекта поставки дефектоскопа.

8.4.3.13 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 6:

Таблица 6 – Значение результатов измерений

| | |
|--|---|
| Диапазон измерения толщины или глубины залегания дефектов по стали, мм | от 2 до 500 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения толщины или глубины залегания дефектов по стали, мм | $\pm (0,3+0,03 \cdot Y)$, где Y - измеренное значение толщины или глубины залегания дефекта, мм |

8.4.4 Определение угла и точки ввода наклонного преобразователя

8.4.4.1 Угол ввода УЗ волны ПЭП, стрелу и время задержки в призме взять из сертификата о калибровке ПЭП. Если на преобразователь отсутствует сертификат о

калибровке, то необходимо определить точку ввода (стрелу), угол ввода ПЭП и время задержки в призме ПЭП на мерах №3 и №2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3.

8.4.4.2 Подключить к электронному блоку дефектоскопа стандартный наклонный преобразователь из комплекта к одному из каналов R1 – R4 или подключить преобразователь с ФР с наклонной призмой к соответствующему разъему электронного блока дефектоскопа.

8.4.4.3 Установить на дефектоскопе настройки подключенного преобразователя: (выбирается из списка в «калькуляторе») тип, рабочую частоту, угол ввода ультразвуковых колебаний, задержку в призме преобразователя, единицы измерений – миллиметры.

8.4.4.4 Установить преобразователь на меру №3 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, обработанную контактной жидкостью.

8.4.4.5 Перемещая ПЭП вперед-назад и поворачивая его вокруг оси на от 5 до 10 угловых градусов, добиться максимального уровня эхо-сигнала от цилиндрической поверхности меры.

8.4.4.6 Метка «0» на мере №3, перенесенная на боковую поверхность ПЭП, указывает на точку ввода преобразователя. Стрела преобразователя - расстояние от точки ввода до торца преобразователя (рисунок 10)

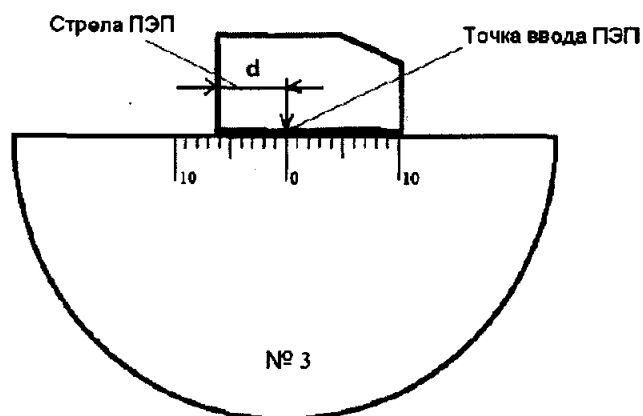
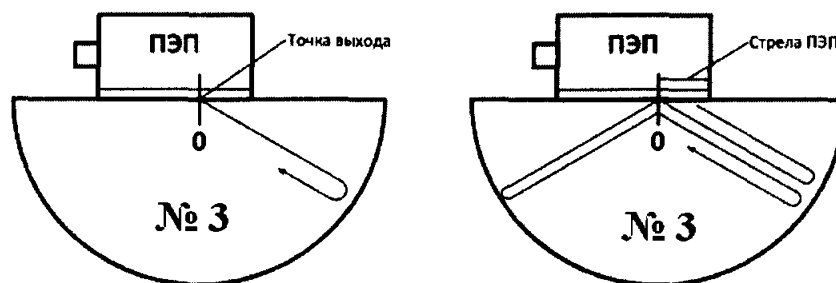


Рисунок 10 – Определение точки ввода (стрелы) ПЭП

8.4.4.7 Штангенциркулем измерить стрелу преобразователя $d_{изм}$, мм.

8.4.4.8 На А-скане выбрать область отображения эхо-сигналов от двух отражателей. Первый эхо-сигнал формируется при отражении от донной поверхности меры №3 (рисунок 11а), второй эхо-сигнал формируется при трехкратном отражении от донных поверхностей меры №3 (рисунок 11б).



а) Формирование первого эхо-сигнала б) Формирование второго эхо-сигнала

Рисунок 11 – Определение скорости распространения УЗК в контрольном образце и времени задержки в призме ПЭП.

8.4.4.9 Установить стробы на первый и второй эхо-сигнал.

- 8.4.4.10 В зоне «Времен.» установите режим «Получить».
- 8.4.4.11 В зоне «Авто-знач.» щелкните «Калибровать»
- 8.4.4.12 В открывшемся диалоговом окне «Время/Полупуть» в зоне «Что вы хотите рассчитать?» выберите скорость звука и задержку.
- 8.4.4.13 Установите «Полож. опорного курсора» на известное положение первого отражателя. Установите «Полож. измерит. курсора» на известное положение второго отражателя и нажмите «ОК»
- 8.4.4.14 Дефектоскоп рассчитывает скорость звука и задержку в призме, и устанавливает соответствующие значения в диалоговом окне «Настройки УЗ» во вкладке «Положение».
- 8.4.4.15 Определение угла ввода ПЭП:

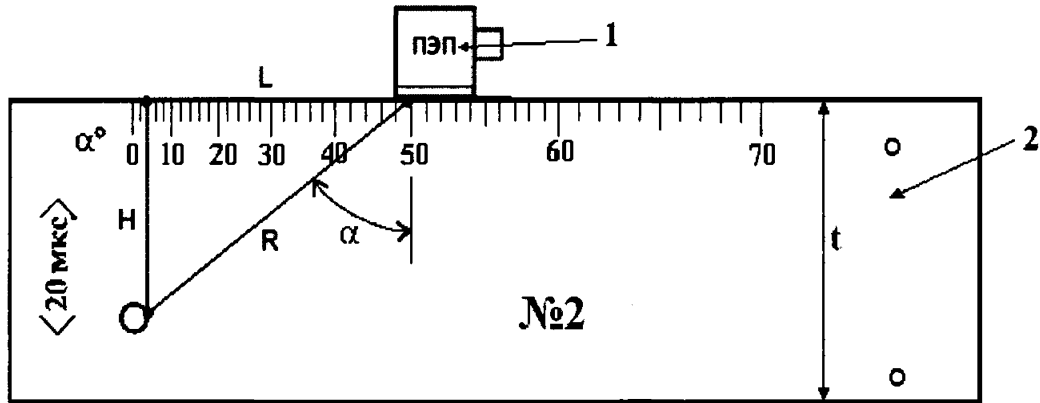


Рисунок 12 – Определение координат дефекта при наклонном прозвучивании.

1 - наклонный ПЭП, 2 – мера №2; α - угол ввода;

L - расстояние от точки ввода до проекции дефекта на поверхность; H - глубина залегания дефекта; R - расстояние по лучу; t - толщина образца.

8.4.4.16 Установить преобразователь на поверхность меры №2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, обработанную контактной жидкостью (Рисунок 12).

8.4.4.17 Перемещая ПЭП вперед-назад по мере и поворачивая его вокруг оси в небольшом диапазоне (от 5 до 10 угловых градусов), получить на экране дефектоскопа эхосигнал максимальной амплитуды от цилиндрического бокового отражателя диаметром 6 мм: для ПЭП с углами ввода в диапазоне до 60° , включительно, угол ввода определять по боковому цилиндрическому отражателю диаметром 6 мм, залегающему на глубине 44 мм; для ПЭП с углами ввода в диапазоне от 60° , угол ввода определять по боковому цилиндрическому отражателю диаметром 6 мм, залегающему на глубине 15 мм. Отсчет угла ввода ПЭП осуществлять по точке ввода ПЭП, определенной в п. 8.4.4.6.

8.4.4.18 Измерение угла ввода ПЭП следует повторить не менее трех раз, результат усреднить.

8.4.4.19 Рассчитать отклонение угла ввода и точки ввода (стрелы) вычитая номинальные значения, указанные в паспорте ПЭП, из измеренных.

8.4.4.20 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 7:

Таблица 7 – Значение результатов измерений

| Угол ввода преобразователя, $^\circ$ | от 1 до 80 |
|---|------------|
| Пределы допустимого отклонения угла ввода наклонного преобразователя от номинального значения, $^\circ$ | ± 2 |
| Пределы допустимого отклонения точки ввода (стрелы) преобразователя, мм: | |
| с номинальным значением угла ввода до 60° | $\pm 0,5$ |
| с номинальным значением угла ввода свыше 60° | $\pm 1,0$ |

8.4.5 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений координат залегания дефектов по стали (глубины и расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования) с наклонными преобразователями и преобразователями с ФР

8.4.5.1 Определение абсолютной погрешности измерения координат залегания дефектов по стали (глубины и расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования) с наклонными преобразователями и преобразователями с ФР выполнить на мере МД2-0-1 из комплекта мер дефектов КМД2-0 (рисунок 13).

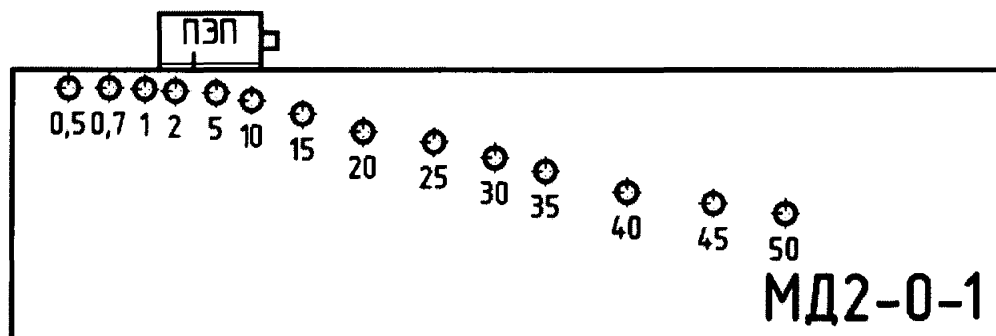


Рисунок 13 – Схема меры МД2-0-1

8.4.5.2 Измерить на микроскопе диаметр и глубину залегания сквозных отверстий в мере, высоту меры, согласно его РЭ. Измерение каждого параметра выполнить пять раз и вычислить средние арифметические значения по формуле:

$$X_{cp} = \frac{\sum x_i}{i}, \quad (6)$$

где x_i – измеренные значения;
 i – количество измерений.

8.4.5.3 Подключить к электронному блоку дефектоскопа стандартный наклонный преобразователь из комплекта к одному из каналов или подключить преобразователь с ФР с наклонной призмой к соответствующему разьему электронного блока дефектоскопа.

8.4.5.4 Установить на дефектоскопе настройки подключенного преобразователя: (выбирается из списка в «калькуляторе») тип, рабочую частоту, угол ввода ультразвуковых колебаний, задержку в призме преобразователя, единицы измерений – миллиметры. Точку ввода и угол ввода ультразвуковой волны преобразователя, время задержки в призме преобразователя (в том числе и для преобразователей с ФР) взять из сертификата о калибровке преобразователя, ФР. Если на стандартный преобразователь и преобразователь с ФР отсутствует сертификат о калибровке, то определить точку ввода, угол ввода и задержку в призме преобразователя (в том числе и для ФР) на мерах №3 и №2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, согласно п 8.4.4.

8.4.5.5 При проведении настройки следите чтобы опорный красный и измерительный синий курсоры были в луче.

8.4.5.6 Установить ПЭП или преобразователь с ФР на рабочую поверхность меры МД2-0-1, обработанную контактной жидкостью (рисунок 13). Перемещая ПЭП или преобразователь с ФР вдоль поверхности меры, найти максимум амплитуды эхо-сигнала от отражателя с глубиной залегания 2 мм. При необходимости изменить временную развертку и усиление дефектоскопа.

8.4.5.7 Навести строб на сигнал от отражателя и измерить координаты дефектов: расстояние от передней грани преобразователя до проекции дефекта на поверхность

сканирования $S_{изм}$, мм, глубину залегания дефекта $D_{изм}$, мм. Для ФР измерения координат залегания дефектов по стали выполнить на углах качания ультразвукового луча в начале, середине и конце установленного диапазона качания луча.

8.4.5.8 Измерения по пунктам 8.4.5.6 - 8.4.5.7 методики поверки выполнить пять раз и вычислить средние арифметические значения координаты дефектов по пяти измерениям.

8.4.5.9 Повторить пункты 8.4.5.6 – 8.4.5.8 методики поверки для 3 отражателей на разной глубине равномерно распределенных во всем диапазоне преобразователя.

8.4.5.10 По данным, измеренным на микроскопе в п. 8.4.5.2, используя измеренное значения угла ввода ПЭП, выбранного угла для ФР, вычислить действительные значения глубины залегания дефекта D_{δ} , мм, и расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования S_{δ} , мм.

$$D_{\delta} = X_{д} - R_{д} \cdot \cos(\alpha), \quad (7)$$

$$S_{\delta} = X_{д} \cdot \operatorname{tg}(\alpha) - R_{д} \cdot \sin(\alpha) - d, \quad (8)$$

где $X_{д}$ - действительное значение расстояния от рабочей поверхности, на которой установлен ПЭП, до центра искусственного дефекта, измеренное в пункте 8.4.5.2, мм;

$R_{д}$ - действительное значение радиуса искусственного дефекта, измеренного в пункте 8.4.5.2, мм;

α - угол ввода преобразователя, указанный в сертификате о калибровке преобразователя или измеренный в 8.4.4, °;

d - точка ввода (стрела) преобразователя, указанная в сертификате о калибровке преобразователя или измеренная в 8.4.4, мм.

8.4.5.11 Вычислить абсолютную погрешность измерения координат залегания дефектов по стали по формулам:

$$\Delta D = D_{изм} - D_{\delta}, \quad (9)$$

$$\Delta S = S_{изм} - S_{\delta}, \quad (10)$$

где $D_{изм}$, $S_{изм}$ - измеренные средние арифметические значения координат залегания дефекта - глубины залегания дефекта, расстояния от передней грани преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм;

D_{δ} , S_{δ} - действительные значения координат залегания дефекта - глубины залегания дефекта, расстояния от передней грани преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм

8.4.5.12 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 8:

Таблица 8 – Значение результатов измерений

| | |
|--|---|
| Диапазон измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм | от 1 до 120 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояний от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм | $\pm (0,3+0,03 \cdot X)$, где X - измеренное значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения толщины или глубины залегания дефектов по стали, мм | $\pm(0,3+0,03 \cdot Y)$, где Y - измеренное значение толщины или глубины залегания дефекта, мм |

8.4.6 Определение диапазона и расчет абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером

8.4.6.1 Измерить штангенциркулем диаметр колеса энкодера дефектоскопа D_i , мм.

8.4.6.2 Провести не менее пяти измерений диаметра колеса энкодера дефектоскопа и рассчитать среднее арифметическое значение \bar{D} , мм, по формуле:

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}, \quad (11)$$

где: n – количество измерений.

8.4.6.3 Рассчитать длину окружности колеса энкодера $L_{рас}$, мм, по формуле:

$$L_{рас} = \pi \cdot \bar{D}, \quad (12)$$

где: \bar{D} – среднее арифметическое значение измеренного диаметра колеса энкодера, мм;
 $\pi = 3,14$.

8.4.6.4 Нанести риски на колесе и держателе колеса энкодера.

8.4.6.5 Сделать 1 полный оборот колеса энкодера до совпадения риски, нанесенной на колесе с риской, нанесенной на держателе колеса и считать с компьютера показания измеренного расстояния L_i , мм.

8.4.6.6 Провести измерения по пункту 8.4.6.5, сделав 10 и 118 оборотов колеса энкодера дефектоскопа.

8.4.6.7 Измерения по пунктам 8.4.6.4 – 8.4.6.6 повторить не менее трех раз и рассчитать среднее арифметическое значение пройденного энкодером расстояния \bar{L} , мм, по формуле:

$$\bar{L} = \frac{\sum_{i=1}^3 L_i}{3}, \quad (13)$$

8.4.7 Вычислить абсолютную погрешность измерений расстояния энкодера (ΔL), мм, по формуле:

$$\Delta L = \bar{L} - n \cdot L_{рас}, \quad (14)$$

где: \bar{L} – среднее арифметическое значение расстояния, измеренное энкодером, мм;

n – количество оборотов колеса энкодера;

$L_{рас}$ – рассчитанная длина окружности колеса энкодера, мм.

8.4.8 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если результаты измерений соответствуют таблице 8:

Таблица 8 – Значение результатов измерений

| | |
|--|---|
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния энкодером в диапазоне от 0,01 до 10,00 м, мм | $\pm (2 + 0,005 \cdot L)$, где L – измеренное энкодером значение расстояния, мм |
|--|---|

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки заносятся в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки приложение А. Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке и наносится знак поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. №1815.

9.3 При отрицательных результатах поверки, дефектоскоп признается непригодным к применению и на него выдается извещение о непригодности в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. №1815 с указанием причин непригодности.

Исполнители:

Начальник отдела Д-4
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Иванов

Начальник отдела Д-2
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.В. Стрельцов

Инженер 1-ой категории отдела Д-4
ФГУП «ВНИИОФИ»



А.С. Неумолотов

Протокол первичной/периодической поверки № _____
От «___» _____ 20__ года.

Средство измерений: _____

Заводской номер: _____

Дата выпуска: _____

Заводской номер преобразователя, ФР: _____

Серия и номер клейма предыдущей поверки: _____

Принадлежащее: _____

Поверено в соответствии с методикой поверки: _____

С применением эталонов: _____

Условия проведения поверки:

Температура окружающей среды _____ °С;

относительная влажность _____ %;

атмосферное давление _____ кПа.

1 Внешний осмотр

2 Идентификация программного обеспечения (ПО)

3 Опробование

4 Результаты определения метрологических характеристик:

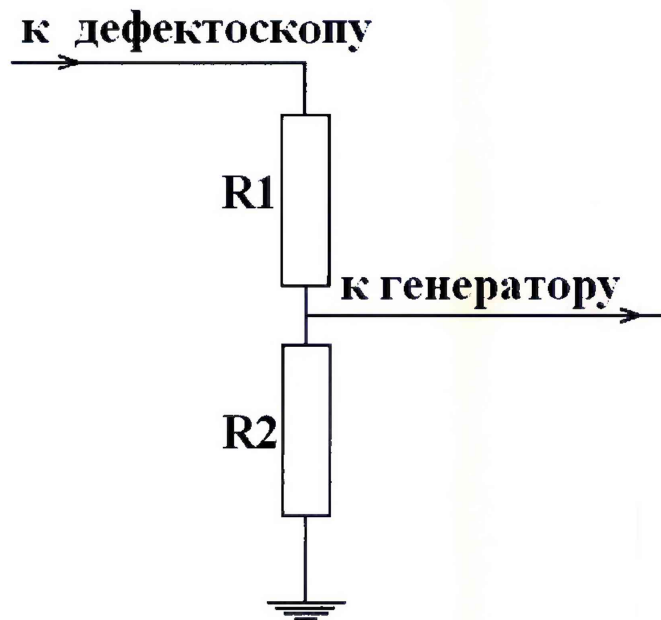
| Метрологические характеристики | Номинальная величина / погрешность | Измеренное значение | Заключение |
|--------------------------------|------------------------------------|---------------------|------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Заключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____
Подпись

/ _____ /
ФИО



Резисторы R1, R2 подбираются таким образом, чтобы выходное напряжение соответствовало срабатыванию синхровхода генератора. Сумма сопротивлений $R1+R2$ должно быть не меньше 20 кОм для предохранения выхода генератора дефектоскопа.