

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора по инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»

И.С. Филимонов

«31» 05 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Дефектоскопы ультразвуковые УДС2М-35

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 008.Д4-21

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«31» 05 2021 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков

«31» 05 2021 г.

Москва
2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ..... | 3 |
| 2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ | 3 |
| 3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ..... | 4 |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ | 5 |
| 5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ.. | 5 |
| 6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ | 8 |
| 7 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ..... | 8 |
| 8 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ..... | 18 |
| 9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ..... | 22 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А..... | 23 |

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на дефектоскопы ультразвуковые УДС2М-35 (далее по тексту - дефектоскопы), предназначенные для измерений координат залегания дефектов, временных интервалов, оценки параметров по амплитуде отражённых сигналов и регистрации дефектов в рельсах железнодорожного пути (вторичный контроль), сварных стыках, выполненных электроконтактной и алюминотермитной (АЛТС) сваркой, а также для досварочного контроля концевых участков новых и старогодных рельсов перед их сваркой на рельсосварочных предприятиях или в пути, и устанавливает методы и средства их первичной и периодических поверок. По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 1-2018, ГЭТ 193-2011, ГЭТ 2-2010, ГЭТ 182-2010. Поверка выполняется методом прямых измерений.

1.2 Интервал между поверками - 1 год.

1.3 Метрологические характеристики дефектоскопов указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики дефектоскопов

| Наименование характеристики | Значение |
|---|--|
| Размах зондирующего импульса (на нагрузке 50 Ом), В | 125 |
| Допускаемое отклонение установки размаха зондирующего импульса, В, не более | $\pm 12,5$ |
| Номинальное значение частоты генератора импульсов возбуждения, МГц | 2,5 |
| Допускаемое отклонение установки частоты генератора импульсов возбуждения, МГц, не более | $\pm 0,25$ |
| Диапазон измерений временных интервалов, мкс | от 1 до 450 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов, мкс | $\pm (0,2 + 0,002 \cdot t)$, где t – значение временных интервалов, мкс |
| Диапазон установки усиления, дБ | от 0 до 80 |
| Допускаемое отклонение установки усиления в диапазоне от 1 до 60 дБ, дБ, не более | $\pm (2 + 0,05 G)$, где G – номинальное значение усиления, установленное на дефектоскопе, дБ. |
| Диапазон измерения координат залегания, мм | от 3 до 200 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения координат залегания дефектов, мм | $\pm (0,02 \cdot H + 2)^*$ $\pm (0,02 \cdot L + 2)^{**}$ |
| * где H – измеренное значение глубины залегания дефектов, мм. ** где L – измеренное значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, мм. | |

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции первичной и периодической поверок

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при | |
|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| Внешний осмотр средства измерений | 7.1 | Да | Да |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | 7.2 | Да | Да |
| Проверка программного обеспечения средства измерений | 7.3 | Да | Да |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | 7.4 | Да | Да |
| Определение частоты и отклонения установки частоты генератора импульсов возбуждения от номинального значения; определение размаха зондирующего импульса и отклонения установки размаха зондирующего импульса от номинального значения | 7.4.1 | Да | Да |
| Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов | 7.4.2 | Да | Да |
| Определение диапазона и отклонения установки усиления | 7.4.3 | Да | Да |
| Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат залегания дефектов | 7.4.4 | Да | Да |

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

2.3 Поверка дефектоскопа прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а дефектоскоп признают не прошедшим поверку.

2.4 При получении отрицательного результата по пункту 7.4.4 методики поверки признается непригодным к применению пьезоэлектрический преобразователь (далее по тексту – ПЭП), если хотя бы с одним ПЭП из комплекта поставки дефектоскоп полностью прошел операцию поверки.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

- температура окружающего воздуха, °С: (20 ± 5);
- относительная влажность воздуха, %, не более от 50 до 75;
- атмосферное давление, мм рт.ст. (750 ± 30);
- напряжение сети переменного тока, В от 187 до 242;
- частота сети переменного тока, Гц (50 ± 1).

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица:

- изучившие настоящую методику поверки и руководство по эксплуатации дефектоскопа;
- прошедшие обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяются средства, указанные в таблице 3.

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого дефектоскопа с требуемой точностью.

5.3 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

| Операция поверки | Средство поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки | Рекомендуемые типы средств поверки |
|---------------------------|--|---|--|
| п. 7.2 методики поверки | Эталонные образцы, меры для поверки ультразвуковой аппаратуры в ранге рабочего эталона 3 разряда согласно ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 г. | Скорость продольной ультразвуковой волны в мере (5900 ± 133) м/с; Номинальное значение расстояния до центра искусственного дефекта Д1 и его допустимое отклонение ($44,00 \pm 0,25$) мм; Номинальные значения диаметра искусственного дефекта и его допускаемое отклонение $6^{+0,3}$ мм. | Комплект мер ультразвуковых ККО-3, Мера № 3Р, рег. № 63388-16 |
| п. 7.4.1 методики поверки | Осциллографы в ранге рабочего эталона 2 разряда согласно ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 декабря 2019 г. № 3463 | Полоса пропускания от 0 до 100 МГц; Диапазон коэффициента развертки от 5 нс/дел до 50 с/дел; Количество делений по горизонтали 10; Диапазон коэффициента отклонения от 2 мВ/дел до 5 В/дел; Количество делений по вертикали 8; Пределы допускаемой относительной погрешности коэффициента отклонения в диапазоне от 2 мВ/дел до 5 мВ/дел $\pm 4\%$, в диапазоне от 10 мВ/дел до | Осциллограф цифровой TDS2012B (далее по тексту – осциллограф), рег. № 32618-06 |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | 5 В/дел ± 3 % | |
| пп. 7.4.2, 7.4.3 методики поверки | Генераторы сигналов (тестеры) в ранге рабочего эталона 2 разряда согласно ЛПС | <p>Диапазон регулировки задержки радиоимпульсов относительно синхроимпульсов от 0,3 до 1000 мкс;</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки задержки радиоимпульсов относительно синхроимпульсов $\pm (0,01 + 0,001 D_x)$ мкс, где D_x – значение установленной задержки, мкс;</p> <p>Диапазон регулировки ослабления аттенюатора от 0 до 96 дБ;</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки ослабления аттенюатора на частоте 10 МГц не более $\pm (0,1 + 0,0075 A_x)$ дБ, где A_x – значение установленного ослабления в дБ</p> | Тестер ультразвуковой УЗТ-РДМ (далее по тексту - тестер УЗТ-РДМ), рег. № 44488-10 |
| пп. 7.4.4 методики поверки | Эталонные образцы, меры для поверки ультразвуковой аппаратуры в ранге рабочего эталона 3 разряда согласно ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 г. | <p>Скорость продольной ультразвуковой волны в мере (5900 ± 133) м/с;</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения скорости продольной ультразвуковой волны в мере ± 30 м/с;</p> <p>Высота меры № 2 - $59^{0,1}$ мм;</p> <p>Диаметр искусственного дефекта D_1 $6^{+0,3}$ мм;</p> <p>Расстояние от рабочей поверхности 1 меры до центра искусственного дефекта D_1 $(44,00 \pm 0,25)$ мм;</p> <p>Высота меры № 3 $(55,0 \pm 0,1)$ мм;</p> <p>Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения высоты мер, диаметра</p> | Комплект мер ультразвуковых ККО-3, рег. № 63388-16 |

| | | | |
|--|--|--|---|
| | | искусственного дефекта Д1, расстояния от рабочей поверхности 1 меры до центра искусственного дефекта Д1 $\pm 0,05$ м/с. | |
| Вспомогательное оборудование | | | |
| Определение условий проведения поверки | Средство измерений температуры | Измерение температуры окружающего воздуха в диапазоне от - 10 до + 50 °С; $\Delta = \pm 0,2$ °С | Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег. № 32014-06 |
| | Средство измерений влажности | Измерение влажности окружающего воздуха в диапазоне от 30 до 98 %; $\Delta = \pm 3$ % | |
| | Средство измерений атмосферного давления | Измерение абсолютного атмосферного в диапазоне от 80 до 110 кПа; $\Delta = \pm 0,13$ кПа | |
| | Средство измерений напряжения переменного тока | Измерение напряжения переменного тока в диапазоне от 150 до 260 В; Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm (0,01 \cdot U_{\text{изм}} + 5 \text{ е.м.р.})$, где $U_{\text{изм}}$ – измеренное значение напряжения переменного тока | Мультиметр цифровой U1241В, рег. № 41432-10 |
| | Средство измерений частоты переменного тока | Измерение частоты переменного тока в диапазоне от 40 до 60 Гц; Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm (0,0003 \cdot f_{\text{изм}} + 3 \text{ е.м.р.})$, где $f_{\text{изм}}$ – измеренное значение частоты переменного тока | |
| п. 7.4.1 методики поверки | Пробник осциллографа P2200 с делителем 1:10 | | |
| п. 7.4.1 методики поверки | Терминатор BNC 50 Ом ± 1 % в качестве нагрузки | | |

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Работа с дефектоскопами и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в нормативно-технической и эксплуатационной документации на дефектоскопы и средства поверки.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 Внешним осмотром дефектоскопа должно быть установлено:

- наличие маркировки, подтверждающей тип и заводской номер;
- соответствие комплектности поверяемого дефектоскопа его паспорту;
- отсутствие на наружных поверхностях дефектоскопа и его комплектующих повреждений, влияющих на его работоспособность, и загрязнений, препятствующих проведению поверки;
- целостность пломбировки;
- наличие знака утверждения типа на титульном листе руководства по эксплуатации и на информационной табличке электронного блока дефектоскопа.

7.1.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если дефектоскоп соответствует требованиям, приведенным в пункте 7.1.1.

7.2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.2.1 Если дефектоскоп и средства поверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в п. 3.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации на поверяемый дефектоскоп и средства поверки.


7.2.2 Перед проведением поверки, средства поверки и дефектоскоп подготовить к работе в соответствии с технической документацией на них.

7.2.3 Зарядить встроенный источник питания дефектоскопа зарядным устройством, входящим в его комплект поставки.



7.2.4 Включить дефектоскоп, нажав клавишу  и удерживая ее не менее 3 с.



7.2.5 Нажатием клавиши  вывести экранную форму «Архив настроек».



7.2.6 Вращением и торцевым нажатием ручки энкодера на правой стороне электронного блока дефектоскопа выбрать и загрузить настройку «Проверка по ТУ».


7.2.7 Нажатием клавиши  открыть меню основных настроек и вращением ручки правого энкодера выбрать строку «ПЭП».

7.2.8 Двукратным нажатием клавиши F1 – «№ ПЭП» выполнить переход в экранную форму «БД ПЭП». Вращением ручки правого энкодера выбрать учетную запись ПЭП «П112-2.5» и нажатием клавиши F3 – «Загрузить» вывести на экран осциллограмму сигналов в развертке типа А.




7.2.9 По изображению пиктограммы  в строке состояния на экране дефектоскопа убедиться в том, что включен **раздельный режим работы 1-го канала**. В случае несоответствия, нажатием клавиши  открыть меню основных настроек, вращением ручки правого энкодера EN2 выбрать строку «Настр. канала» и нажатием клавиши F1 – «Сх. прозв.» выбрать необходимый режим «1-разд.».

7.2.10 При наличии пиктограммы  в строке состояния на экране дефектоскопа необходимо выключить ВРЧ. Для этого нажатием клавиши  открыть меню основных настроек, вращением ручки правого энкодера EN2 выбрать строку «ВРЧ». Нажатием клавиши F1 вначале активизировать окно «ВРЧ», а затем повторным нажатием установить значение «Выкл.».

7.2.11 Подключить соединительный кабель РС ПЭП из состава дефектоскопа к разъемам  и  на верхней панели дефектоскопа в соответствии с маркировкой на кабеле ПЭП.

7.2.12 Нажатием клавиши  открыть экранную форму «дБ» и вращением ручки правого энкодера установить усиление равным $U = 20$ дБ.


7.2.13 Установить ПЭП дефектоскопа на смоченную контактной жидкостью поверхность меры № 3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 для выявления опорного отражателя отверстия диаметром 6 мм на глубине 44 мм, совместив продольные оси симметрии контактных плоскостей ПЭП и меры. В качестве контактной жидкости рекомендуется использовать минеральное масло.

7.2.14 Подключить соединительный кабель РС ПЭП к разъемам  и  на верхней панели дефектоскопа в соответствии с маркировкой на кабеле ПЭП. По изображению пиктограммы  в строке состояния на экране дефектоскопа убедиться в том, что включен раздельный режим работы 2-го канала. Повторить пункты 7.2.10, 7.2.12 – 7.2.13 на втором канале дефектоскопа.

7.2.15 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если подтверждается общая работоспособность дефектоскопа, регулировка параметров настройки и отображаются сигналы от отверстия диаметром 6 мм и от донной поверхности меры № 3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3.

7.3 Проверка программного обеспечения средства измерений

7.3.1 Выполнить пункт 7.2.4.

7.3.2 Нажатием клавиши  открыть меню основных настроек и вращением ручки правого энкодера выбрать строку «Справка».

7.3.3 Нажатием клавиши «F3» выполнить переход в экранную форму «О программе».

7.3.4 В левом верхнем углу появившегося окна в строке «Основная программа» прочитать номер версии ПО.

7.3.5 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если идентификационные данные ПО соответствуют значениям, приведенным в таблице 4.

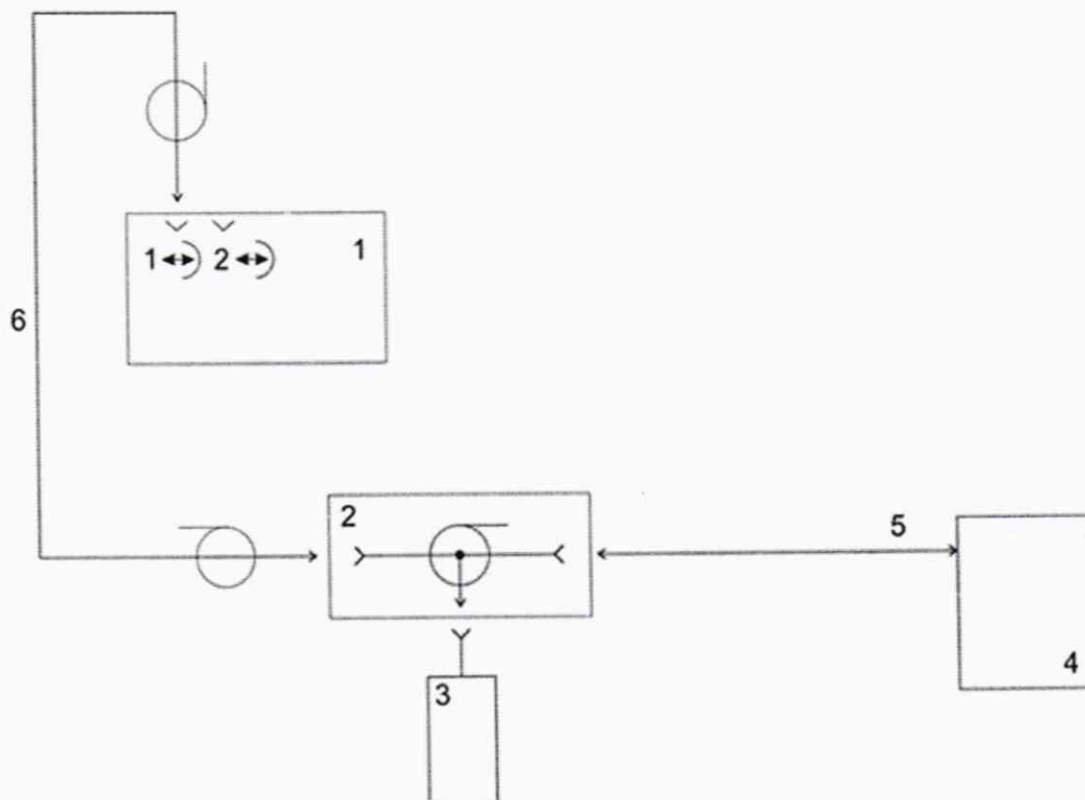
Таблица 4 – Идентификационные данные ПО дефектоскопа

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|-------------|
| Идентификационное наименование ПО | УДС2М-35 |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | не ниже 1.0 |
| Цифровой идентификатор ПО | - |

7.4 Определение метрологических характеристик средства измерений

7.4.1 Определение частоты и отклонения установки частоты генератора импульсов возбуждения от номинального значения; определение размаха зондирующего импульса и отклонения установки размаха зондирующего импульса от номинального значения


7.4.1.1 Собрать схему согласно рисунку 1.



- 1 - Электронный блок дефектоскопа
- 2 - Тройник BNC из комплекта тестера УЗТ-РДМ;
- 3 - Нагрузка 50 Ом
- 4 - Осциллограф
- 5 - Пробник осциллографа P2200 с делителем 1:10
- 6 - Кабель BNC-BNC из комплекта дефектоскопа

Рисунок 1 - Схема для измерений частоты и размаха зондирующего импульса

7.4.1.2 Выполнить пункты 7.2.5 – 7.2.6.

7.4.1.3 Нажатием клавиши  открыть меню основных настроек и вращением ручки правого энкодера выбрать строку «Настр. канала».

7.4.1.4 Несколькими нажатиями клавиши «F1» установить совмещённый режим работы первого канала «1-Совм».

7.4.1.5 Измерить с помощью осциллографа размах двухполярного прямоугольного зондирующего импульса.

7.4.1.6 Измерить длительность периода двухполярного зондирующего импульса на уровне 0,5 от амплитуды (положительной и отрицательной).

7.4.1.7 Выполнить пункты 7.4.1.5 – 7.4.1.6 еще два раза.

7.4.1.8 Подключить кабель BNC к разъёму «2 ↔» на верхней панели электронного блока.

7.4.1.9 Выполнить пункт 7.4.1.3.

7.4.1.10 При помощи клавиши «F1» установить совмещённый режим работы второго канала «2-Совм».

7.4.1.11 Выполнить пункты 7.4.1.5 – 7.4.1.7 для второго канала.

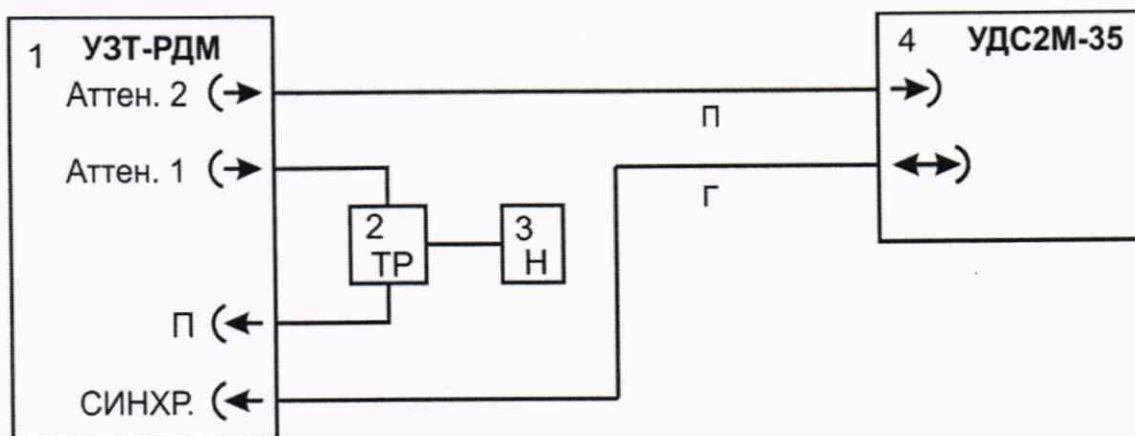
7.4.1.12 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.1.

7.4.2 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений временных интервалов

7.4.2.1 Выполнить пункты 7.2.4 – 7.2.6, 7.4.1.3.

7.4.2.2 При помощи клавиши «F1» установить отдельный режим работы первого канала «1-Разд».

7.4.2.3 Собрать стенд по рисунку 2 для измерения параметров при отдельной схеме генераторно-приёмного тракта дефектоскопа. Включить электронный блок тестера УЗТ-РДМ.



1 - Тестер УЗТ-РДМ

2 - Тройник BNC

3 - Нагрузка из комплекта тестера

4 - Электронный блок дефектоскопа

Рисунок 2 - Стенд для измерения параметров при отдельной схеме генераторно-приёмного тракта дефектоскопа


7.4.2.4 Нажатием клавиши открыть меню основных настроек и вращением ручки правого энкодера выбрать строку «Настройки».


7.4.2.5 С помощью нажатия клавиши «F4» активизировать окно «Доп. настр.» и установить значение «ВКЛ» снова нажав клавишу «F4». Вращением и нажатием ручки правого энкодера установить единицы измерения микросекунды « μ s».

7.4.2.6 Нажатием клавиши открыть меню основных настроек и вращением ручки правого энкодера выбрать строку «ПЭП». Нажатием клавиши «F4» активизировать окно «2Тп, мкс» и вращением ручки правого энкодера установить значение времени задержки в призме равным 0 мкс.

7.4.2.7 Нажатием клавиши вывести на экран экранную форму управления развёрткой. Нажатием клавиши «F2» активизировать окно «Задержка, μ s» и вращением ручки правого энкодера установить значение времени задержки развёртки равным 0 мкс.

Нажатием клавиши «F1» активизировать окно «Длит., μ s» и вращением ручки правого энкодера установить значение длительности развёртки равным 460 мкс.

7.4.2.8 Нажатием клавиши  вывести на экран дефектоскопа экранную форму управления стробами. Нажатием клавиши «F2» активизировать окно «2-Задер., μ s» и вращением ручек правого и, при необходимости, левого энкодера установить значение времени задержки строба № 2 равным 0 мкс.

7.4.2.9 Нажатием клавиши  активизировать окно «Усиление» и вращением ручки правого энкодера установить значение усиления равным 20 дБ.


7.4.2.10 Выполнить пункт 7.2.10.

7.4.2.11 Подготовить тестер УЗТ-РДМ к работе в качестве генератора радиоимпульса. В начальной экранной форме тестера УЗТ-РДМ выбрать и активизировать строку «Параметры ЭБ»:

- в строке меню «Синхр.» установить внешнюю синхронизацию генератора;
- в строке меню «ГРИ2» установить значение для параметра «Частота» 2500 кГц и «Источник» - внутренний;
- в строке меню «ГРИ1» установить значение для параметра «Задержка» 1,0 мкс, значение для параметра «N периодов» 1;
- в строке меню «Развертка» установить значение для параметра «Задержка» 0 мкс и значение для параметра «Длительность» 15 мкс;
- в строке меню «Маркер» установить значение для параметра «Задержка» 0,5 мкс и значение для параметра «Длительность» 13 мкс;
- в строке меню «Аттен.» установить значение для параметра «Затухание» 0 дБ и значение для параметра «Амплитуда» 300 мВ;
- в строке меню «Усилитель» установить значение «Усиление» сигнала на экране тестера такой величины, чтобы его амплитуда находилась на уровне нижней границы верхней клетки;
- удостовериться, что в строке меню «Аттен.» установлена амплитуда 300 мВ, в случае несоответствия установить необходимое значение.
- в строке меню «Аттен.» активизировать строку «Затухание, дБ» и, вращая ручку энкодера тестера, отрегулировать амплитуду, чтобы сигнал на экране дефектоскопа находился на уровне 50 % экрана. Убедиться в срабатывании звуковой сигнализации срабатывания системы второго строба (далее по тексту - АСД2).

7.4.2.12 Записать в протокол поверки (Приложение А) значение задержки радиоимпульса «t» с экрана дефектоскопа.

7.4.2.13 В строке меню тестера «ГРИ1» установить задержку радиоимпульса – 10 мкс.

7.4.2.14 Нажатием клавиши  вывести на экран дефектоскопа экранную форму управления стробами. Нажатием клавиши «F2» активизировать окно «2-Задер., μ s» и вращением ручки правого энкодера установить строб № 2 так, чтобы он пересекал полученный от тестера импульс. Убедиться в срабатывании АСД2 дефектоскопа.

7.4.2.15 Выполнить пункт 7.4.2.12.

7.4.2.16 Выполнить измерения по пунктам 7.4.2.13 – 7.4.2.14 для значений задержки радиоимпульса 100 и 450 мкс.

7.4.2.17 Выполнить измерения по пунктам 7.4.2.11 – 7.4.2.16 еще два раза. Полученный результат усреднить.

7.4.2.18 Переключить кабели BNC с первого канала на второй.

7.4.2.19 Выполнить пункты 7.2.5 – 7.2.6, 7.4.1.3.

7.4.2.20 При помощи клавиши «F1» установить отдельный режим работы второго канала «2-Разд».

7.4.2.21 Повторить пункты 7.4.2.4 – 7.4.2.17 для второго канала.

7.4.2.22 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.2.

7.4.3 Определение диапазона и отклонения установки усиления

7.4.3.1 Выполнить последовательно пункты 7.4.2.1 – 7.4.2.3, 7.2.10.

7.4.3.2 Нажатием клавиши **dB** активизировать окно «Усиление» и вращением ручки правого энкодера установить значение усиления равным 0 дБ.

7.4.3.3 Подготовить тестер УЗТ-РДМ к работе в качестве генератора радиоимпульса. В начальной экранной форме тестера УЗТ-РДМ выбрать и активизировать строку «Параметры ЭБ»:

- в строке меню «Синхр.» установить внешнюю синхронизацию генератора;
- в строке меню «ГРИ2» установить значение для параметра «Частота» 2500 кГц и «Источник» - внутренний;
- в строке меню «ГРИ1» установить значение для параметра «Задержка» 50 мкс, значение для параметра «N периодов» 10;
- в строке меню «Развертка» установить значение для параметра «Задержка» 45 мкс и значение для параметра «Длительность» 15 мкс;
- в строке меню «Маркер» установить значение для параметра «Задержка» 4 мкс и значение для параметра «Длительность» 8 мкс;
- в строке меню «Усилитель» установить значение для параметра «Усиление» 50 дБ;
- в строке меню «Аттен.» установить значение для параметра «Затухание» 0 дБ и значение для параметра «Амплитуда» 800 мВ,
- в строке меню «Усилитель» установить значение «Усиление» сигнала на экране тестера такой величины, чтобы его амплитуда находилась на уровне нижней границы верхней клетки.

7.4.3.4 В строке меню тестера «Аттен.» установить значение для параметра «Затухание», при котором плоская вершина сигнала на экране дефектоскопа установится на пороговый уровень. Записать в протокол поверки (Приложение А) показания отсчетных устройств аттенюатора тестера N_0 , дБ.

7.4.3.5 Изменить значение усиления приемника канала, индицируемое на экране дефектоскопа, на значение 10 дБ. В строке меню тестера «Аттен.» установить значение для параметра «Затухание», при котором плоская вершина сигнала на экране дефектоскопа установится на пороговый уровень. Записать в протокол поверки показания отсчетных устройств аттенюатора тестера $G_{изм1}$, дБ. При наличии шумов в сигнале, с пороговым уровнем следует совмещать условную «среднюю линию» плоской вершины сигнала.

7.4.3.6 Выполнить пункт 7.4.3.5 для значений $U_{ином}$ равных 20; 30, 40, 50 и 60 дБ.

7.4.3.7 Выполнить пункты 7.4.3.3 – 7.4.3.6 еще два раза.


7.4.3.8 Убедиться, что возможно установить значение усиления на дефектоскопе равным 80 дБ.


7.4.3.9 Выполнить пункты 7.4.3.1 – 7.4.3.6 для второго канала.

7.4.3.10 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.3.

7.4.4 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений координат залегания дефектов

7.4.4.1 Выполнить пункты 7.4.2.1, 7.4.1.4 и 7.2.10.

7.4.4.2 Подключить наклонный пьезоэлектрический преобразователь (далее – ПЭП) к разъему дефектоскопа 1  с помощью соединительного кабеля из комплекта поставки дефектоскопа.

7.4.4.3 Нажатием клавиши  открыть меню основных настроек и вращением ручки правого энкодера выбрать строку «ПЭП». Двойным нажатием клавиши «F1» выполнить переход в экранную форму «БД ПЭП». Вращением ручки правого энкодера выбрать учетную запись наклонного ПЭП и нажатием клавиши «F3» - «Загрузить» вывести на экран осциллограмму сигналов в развертке типа А.

7.4.4.4 Предварительно должны быть измерены (или взяты из сертификата калибровки ПЭП) и внесены в базу данных ПЭП параметры подключённого ПЭП:

- время распространения ультразвуковых колебаний в призме ПЭП (2Тп, мкс);

- угол ввода α, \dots° .

Если на ПЭП отсутствует свидетельство о калибровке, то определить точку ввода и время распространения ультразвуковых колебаний в призме ПЭП на мере № 3 из комплекта ККО-3, а угол ввода УЗ волны ПЭП на мере № 2 в следующей последовательности:

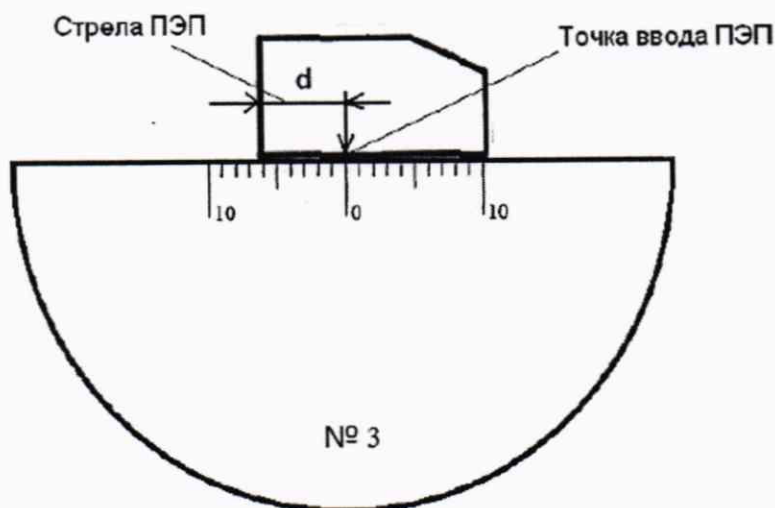




Рисунок 3 - Определение точки ввода ПЭП

7.4.4.4.1 Определение точки ввода ПЭП:

- нажатием клавиши  открыть меню основных настроек, вращением правой ручки энкодера выбрать строку «ПЭП». Нажатием клавиши «F4» активизировать окно «2Тп, мкс» и вращением ручек правого (левого, при необходимости изменения разряда) энкодера установить значение времени распространения ультразвуковых колебаний в призме равным 0 мкс;

- нажатием клавиши  вывести на экран экранную форму управления развёрткой. Нажатием клавиши «F2» активизировать окно «Задержка, µс» и вращением ручки правого энкодера установить значение времени задержки развёртки равным 0 мкс. Нажатием клавиши «F1» активизировать окно «Длит., µс» и вращением ручки правого (левого, при необходимости изменения разряда) энкодера установить значение длительности развёртки равным 150 мкс;

- установить ПЭП на поверхность меры № 3 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, обработанную контактной жидкостью;

- перемещая ПЭП вперед-назад и поворачивая его вокруг оси от ± 5 до ± 10 угловых градусов, добиться максимального уровня эхо-сигнала от цилиндрической поверхности меры № 3. При необходимости выставить амплитуду отражённого сигнала на уровне 50 %

экрана, нажатием клавиши dB открыть экранную форму «Усиление» и вращением ручки правого энкодера выполнить регулировку усиления;

- метка «0» на боковой поверхности меры № 3 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, перенесенная на боковую поверхность ПЭП, указывает на точку ввода ПЭП (рисунок 3).

7.4.4.4.2 Определение времени распространения ультразвуковых колебаний в призме ПЭП:

- перемещая ПЭП вперед-назад и поворачивая его вокруг оси от ± 5 до ± 10 угловых градусов, регулируя усиление дефектоскопа, получить на экране два сигнала от цилиндрической поверхности меры № 3 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 максимальной амплитуды;

- установить строб на первый сигнал и зафиксировать время прихода первого сигнала - показания T1;

- установить строб на второй сигнал и зафиксировать время прихода второго сигнала - показания T2;

- выполнить пункты 8.4.1 – 8.4.2.

7.4.4.4.3 Определение угла ввода ПЭП:

- установить ПЭП на поверхность меры № 2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, обработанную контактной жидкостью;

- перемещая ПЭП вперед-назад по мере № 2 и поворачивая его вокруг оси от ± 5 до ± 10 угловых градусов, получить на экране дефектоскопа эхо-сигнал максимальной амплитуды от отверстия диаметром 6 мм;

- для ПЭП с углами ввода в диапазоне от 40 до 64 градусов включительно, угол ввода определять по отверстию диаметром 6 мм, залегающему на глубине 44 мм. Для ПЭП с углами ввода в диапазоне от 65 до 75 градусов включительно, угол ввода определять по отверстию диаметром 6 мм, залегающему на глубине 15 мм.

- отсчет угла ввода ПЭП осуществлять по точке ввода ПЭП, определенной в п. 7.4.4.4.1;

- измерение угла ввода ПЭП следует повторить не менее трех раз, результат усреднить.

7.4.4.5 Для измерения координат дефекта установить следующие параметры на дефектоскопе:

1) в экранной форме «ПЭП»:

- в окне «2Тп, мкс» - значение времени распространения ультразвуковых колебаний в призме, указанное в сертификате калибровки на ПЭП или измеренное в пункте 7.4.4.4.2;

- в окне «Угол ввода, °» - значение угла ввода, указанное в сертификате калибровки на ПЭП или измеренное в пункте 7.4.4.4.3;

2) в экранной форме «Настройки» установить в окне «Уровень доступа» - «Наладчик»;

3) в экранной форме «Настр. канала» в окне «Сузк, м/с» нажатием клавиши «F5» и вращением ручки правого энкодера установить значение в соответствии с данными о скорости распространения УЗК из свидетельства о поверке на меру № 2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 или рассчитанное в пункте 8.4.2.

7.4.4.6 Установить ПЭП на поверхность меры № 2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, обработанную контактной жидкостью (рисунок 4).

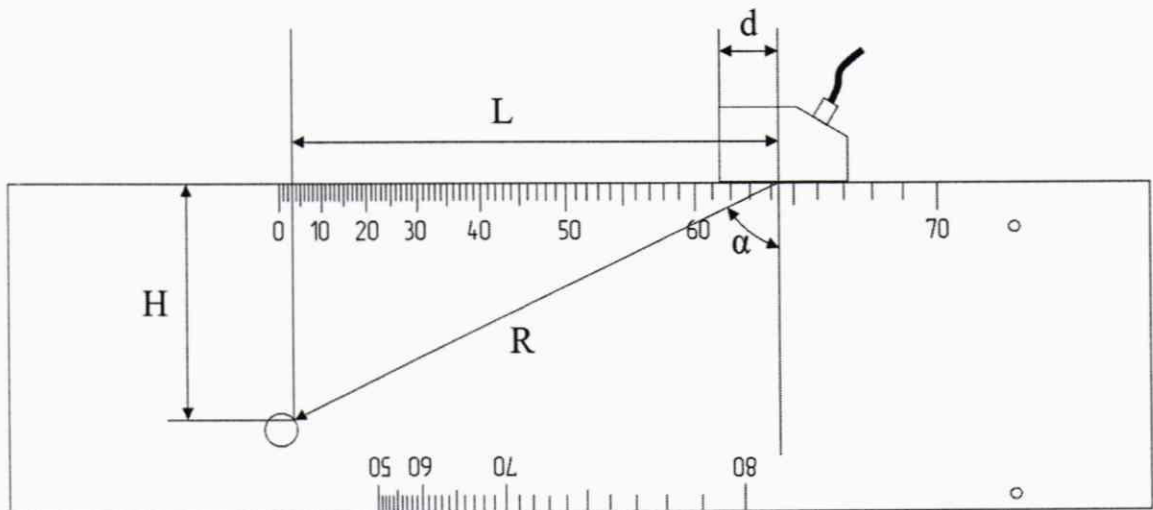



Рисунок 4 - Определение координат дефекта при работе с наклонным ПЭП

H – глубина залегания дефекта, L – расстояние от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, R – расстояние по лучу, d – стрела преобразователя, α - угол ввода

7.4.4.7 Перемещая ПЭП по поверхности меры № 2 получить эхо-сигнал максимальной амплитуды от отверстия диаметром 6 мм, залегающего на глубине 44 мм.


7.4.4.8 Изменить диапазон развертки так, чтобы эхо-сигнал от дефекта располагался по центру экрана.

7.4.4.9 Изменить усиление на дефектоскопе так, чтобы эхо-сигнал от отражателя занимал не менее 50 % высоты экрана.

7.4.4.10 Нажатием клавиши  вывести на экран экранную форму управления стробами. При необходимости, нажатием клавиши «F2» активизировать окно «2-Задер., μs » и вращением ручки правого энкодера установить Строб 2 на полученный сигнал от отражателя. На экран дефектоскопа выводятся результаты измерений:


- H – глубина залегания дефекта;
- L – расстояние от точки ввода до проекции дефекта на поверхность.


7.4.4.11 Выполнить пункты 7.4.4.5 – 7.4.4.10 еще четыре раза.

7.4.4.12 Подключить наклонный ПЭП к разъему дефектоскопа 2  с помощью соединительного кабеля из комплекта поставки дефектоскопа и выполнить пункты 7.4.4.1, 7.4.4.3 – 7.4.4.11 для второго канала дефектоскопа.



7.4.4.13 Выполнить пункты 7.4.4.1 – 7.4.4.12 со всеми наклонными ПЭП из комплекта поставки дефектоскопа.

7.4.4.14 Для раздельно-совмещенных прямых ПЭП установить следующие параметры настройки дефектоскопа:



- нажатием клавиши  открыть меню основных настроек и вращением ручки правого энкодера выбрать строку «Настр. канала». Несколькими нажатиями клавиши «F1» установить раздельный режим работы первого канала «1-Разд».


- нажатием клавиши  открыть меню основных настроек, вращением ручки правого энкодера выбрать строку «ПЭП». Двукратным нажатием клавиши «F1» выполнить переход в экранную форму «БД ПЭП». Вращением ручки правого энкодера выбрать учетную запись раздельно-совмещенного ПЭП и нажатием клавиши F3 – «Загрузить» вывести на экран осциллограмму сигналов в развертке типа А.


- выполнит пункт 7.2.10.


7.4.4.15 Подключить соединительный кабель раздельно-совмещенного ПЭП к разъемам  и  на верхней панели дефектоскопа в соответствии с маркировкой на кабеле ПЭП.

7.4.4.16 Установить ПЭП на рабочую поверхность меры № 2 в бездефектное место (отмечено стрелкой 20 мкс), предварительно нанеся на нее слой контактной жидкости.

7.4.4.17 Нажатием клавиши  открыть меню основных настроек, вращением ручки энкодера выбрать строку «ПЭП». Нажатием клавиши «F4» активизировать окно «2Тп» и вращением ручки правого (левого, при необходимости изменения разряда) энкодера установить значение времени распространения в призме равным 0 мкс. Нажатием клавиши , а затем вращением ручки правого энкодера изменить усиление дефектоскопа так, чтобы эхо-сигнал от отражателя занимал не менее 50 % высоты экрана.

7.4.4.18 Нажатием клавиши  вывести на экран экранную форму управления стробами. При необходимости, нажатием клавиши «F2» активизировать окно «2-Задер., μ s» и вращением ручки правого энкодера установить Строб 2 на полученный отражённый сигнал. Зафиксировать показания значения времени прихода первого отражённого сигнала t_1 , мкс.

7.4.4.19 Нажатием клавиши  открыть меню основных настроек, вращением правой ручки энкодера выбрать строку «ПЭП». Нажатием клавиши «F4» активизировать окно «2Тп» и вращением ручки правого энкодера установить значение времени, определенное в пункте 8.4.6.


7.4.4.20 Нажатием клавиши  вывести на экран экранную форму управления стробами. При необходимости, нажатием клавиши «F2» активизировать окно «2-Задер., μ s» и вращением ручки правого энкодера установить Строб 2 на полученный первый отражённый сигнал. На экран дефектоскопа выводятся результаты измерений толщины меры № 2.

7.4.4.21 Повторить измерения толщины меры № 2 еще четыре раза, каждый раз заново устанавливая ПЭП на меру № 2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3.

7.4.4.22 Перемещая прямой ПЭП по мере № 2 получить наибольшую амплитуду сигнала на дефектоскопе от отверстия диаметром 6 мм, залегающего на глубине 41 мм.

7.4.4.23 Выполнить измерения глубины залегания дефекта аналогично пунктам 7.4.4.20 – 7.4.4.21.

7.4.4.24 Выполнить пункт 7.4.4.16.

7.4.4.25 Изменяя положение строба 2, выявить четвертое отражение донного сигнала на 236 мм. Нажатием клавиши , а затем вращением ручки правого энкодера изменить усиление дефектоскопа так, чтобы измеряемый эхо-сигнал занимал не менее 50 % высоты экрана.

7.4.4.26 Выполнить измерения глубины залегания дефекта аналогично пунктам 7.4.4.20 – 7.4.4.21.

7.4.4.27 Выполнить пункты 7.4.4.14 – 7.4.4.26 для второго канала дефектоскопа.

7.4.4.28 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 8.4.

8 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

8.1 Расчет отклонения установки частоты генератора импульсов возбуждения и отклонения установки размаха зондирующего импульса от номинального значения

8.1.1 Результатом измерений длительности периода двухполярного зондирующего импульса по пунктам 7.4.1.6 – 7.4.1.7 является среднее арифметическое значение длительности периода двухполярного зондирующего импульса T , мкс, рассчитываемое по формуле (1):

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m T_i}{m}, \quad (1)$$

где T_i – значение i -го измерения, мкс;
 m – количество измерений.

8.1.2 Определить частоту генератора импульсов возбуждения F , МГц, по формуле (2):

$$F = \frac{1}{T} \quad (2)$$

8.1.3 Рассчитать отклонение установки частоты генератора импульсов возбуждения от номинального значения ΔF , МГц, по формуле (3):

$$\Delta F = F - F_0, \quad (3)$$

где F – значение частоты генератора импульсов возбуждения, МГц;
 F_0 – номинальное значение частоты генератора импульсов возбуждения, указанное в таблице 5, МГц.

8.1.4 Результатом измерений размаха двухполярного прямоугольного зондирующего импульса (на нагрузке 50 Ом) с помощью осциллографа по пункту 7.4.1.5 является среднее арифметическое значение размаха зондирующего импульса (на нагрузке 50 Ом) U , В, рассчитываемое по формуле (4):

$$U = \frac{\sum_{i=1}^m U_i}{m}, \quad (4)$$

где U_i – значение i -го измерения, В;
 m – количество измерений.

8.1.5 Рассчитать отклонение установки размаха зондирующего импульса, ΔU , В, по формуле (5):

$$\Delta U = U - U_0, \quad (5)$$

где U – среднее арифметическое измеренное значение размаха зондирующего импульса, В;
 U_0 – номинальное значение размаха зондирующего импульса, указанное в таблице 5, В.

8.1.6 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.1 с положительным результатом, если полученные значения соответствуют таблице 5.

Таблица 5 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|----------|
| Размах зондирующего импульса (на нагрузке 50 Ом), В | 125 |
| Допускаемое отклонение установки размаха зондирующего импульса, В, не более | ±12,5 |
| Номинальное значение частоты генератора импульсов возбуждения, МГц | 2,5 |
| Допускаемое отклонение установки частоты генератора импульсов возбуждения, МГц, не более | ±0,25 |

8.2 Расчет абсолютной погрешности измерений временных интервалов

8.2.1 Результатом измерений временных интервалов по пункту 7.4.2 является среднее арифметическое значение задержки радиоимпульса $t_{изм}$, мкс, рассчитываемое для каждого значения задержки по формуле (1).

8.2.2 Для каждого значения задержки рассчитать абсолютную погрешность измерений временных интервалов Δt , мкс, по формуле (6):

$$\Delta t = t_{изм} - t_{сдв} \quad (6)$$

где $t_{изм}$ – среднее арифметическое значение задержки радиоимпульса, измеренное дефектоскопом, мкс;

$t_{сдв}$ – значение задержки радиоимпульса, установленное на тестере, мкс.

8.2.3 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.2 с положительным результатом, если полученные значения соответствуют таблице 6.

Таблица 6 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|--|
| Диапазон измерений временных интервалов, мкс | от 1 до 450 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений временных интервалов, мкс | ±(0,2 + 0,002 · t), где t – значение временных интервалов, мкс |

8.3 Расчет отклонения установки усиления

8.3.1 Результатом измерений значения усиления по пункту 7.4.3 является среднее арифметическое значение усиления на аттенюаторе тестера $G_{измi}$, дБ, рассчитываемое в каждой точке диапазона по формуле (1).

8.3.2 Для каждой точки диапазона рассчитать отклонение установки усиления ΔG , дБ, по формуле (7):

$$\Delta G = G_{измi} - G_0 - G_{ном} \quad (7)$$

где $G_{измi}$ – измеренное среднее арифметическое значение усиления на аттенюаторе тестера, дБ;

G_0 – начальное ослабление аттенюатора тестера, дБ;

$G_{ном}$ – значение усиления, установленное на дефектоскопе, дБ.

8.3.3 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.3 с положительным результатом, если полученные значения соответствуют таблице 7.

Таблица 7 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|---|---|
| Диапазон установки усиления, дБ | от 0 до 80 |
| Допускаемое отклонение установки усиления в диапазоне от 1 до 60 дБ, дБ, не более | $\pm(2 + 0,05 G)$, где G – номинальное значение усиления, установленное на дефектоскопе, дБ. |

8.4 Расчет абсолютной погрешности измерений координат залегания дефектов

8.4.1 Рассчитать время распространения ультразвуковых колебаний в призме t_3 , мкс, для наклонных ПЭП по формуле (8):

$$t_3 = (3 \cdot T_1 - T_2)/2, \quad (8)$$

где T_1 – измеренное значение времени прихода первого сигнала, мкс,
 T_2 – измеренное значение времени прихода второго сигнала, мкс.

8.4.2 Рассчитать скорость поперечной волны в образце V , м/с, по формуле (9):

$$V = (1000 \cdot L) / (T_1 - t_3), \quad (9)$$

где L – диаметр меры № 3, мм, в соответствии со свидетельством о поверке;
 T_1 – измеренное значение времени прихода первого сигнала, мкс;
 t_3 – время распространения ультразвуковых колебаний в призме ПЭП, мкс.

8.4.3 Результатом измерений глубины залегания дефекта по пунктам 7.4.4.10 – 7.4.4.11 является среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта $H_{изм}$, мм, для наклонного ПЭП, рассчитываемое по формуле (1).

8.4.4 Результатом измерений расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность по пунктам 7.4.4.10 – 7.4.4.11 является среднее арифметическое значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность $L_{изм}$, мм, рассчитываемое по формуле (1).

8.4.5 Рассчитать абсолютную погрешность измерений координат залегания дефектов по формулам (10) и (11):

$$\Delta H = H_{изм} - (H_0 - \cos(\alpha) \cdot d_0/2), \quad (10)$$

$$\Delta L = L_{изм} - (H_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha) - d_0 \cdot \sin(\alpha)), \quad (11)$$

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

$L_{изм}$ – измеренное среднее арифметическое значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, мм;

H_0 – значение глубины залегания дефекта, указанное в протоколе поверки на меру № 2, мм;

α – угол ввода ПЭП, определенный в пункте 7.4.4.4.3, ...°;

d_0 – диаметр дефекта из протокола поверки на меру № 2, мм.

8.4.6 Рассчитать время распространения ультразвуковых колебаний в призме t_n , мкс, для прямых ПЭП по формуле (12):

$$t_n = t_l - 20, \quad (12)$$

где t_l – измеренное значение времени прихода первого отражённого сигнала, мкс.

8.4.7 Результатом измерений глубины залегания дефекта по пунктам 7.4.4.20 – 7.4.4.26 является среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта меры № 2 (H_{cp} , мм) для раздельно-совмещенного прямого ПЭП, рассчитываемое по формуле (1).

8.4.8 Вычислить абсолютную погрешность измерений глубины залегания дефекта по формуле (13):

$$\Delta = H_{cp} - H_{ном}, \quad (13)$$

где H_{cp} – измеренное среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта диаметром 6 мм, мм;

$H_{ном}$ – номинальное значение глубины залегания дефекта, указанное в свидетельстве о поверке на меру № 2, мм.

8.4.9 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки по пункту 7.4.4 с положительным результатом, если полученные значения соответствуют таблице 8.

Таблица 8 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|---|
| Диапазон измерения координат залегания, мм | от 3 до 200 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения координат залегания дефектов, мм | $\pm(0,02 \cdot H + 2)^*$ $\pm(0,02 \cdot L + 2)^{**}$ |
| * где H – измеренное значение глубины залегания дефектов, мм. | |
| ** где L – измеренное значение расстояния от точки ввода до проекции дефекта на поверхность, мм. | |

8.5 Дефектоскоп считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае дефектоскоп считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

9 Оформление результатов поверки

9.1 Результаты поверки оформляются протоколом. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении А. Протокол может храниться на электронных носителях.

9.2 При положительных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

9.3 При отрицательных результатах поверки по запросу заказчика может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

9.4 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Исполнители:

Начальник отдела Д-4
ФГУП «ВНИИОФИ»

А.В. Иванов

Инженер 2 категории отдела Д-4
ФГУП «ВНИИОФИ»

И.А. Смирнова