

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»



Е.А. Гаврилова

2024 г.

«ГСИ. Дефектоскопы ультразвуковые рельсовые на фазированных решетках ФАЗАР. Методика поверки»

МП 015.Д4-24

Москва
2024 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Дефектоскопы ультразвуковые рельсовые на фазированных решетках ФАЗАР (далее по тексту – дефектоскопы), и устанавливает методы и средства его первичной и периодической поверок.

1.2 Дефектоскопы предназначены для измерений глубины залегания дефекта, расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования при сплошном контроле рельсов со скоростью до 4 км/ч для обнаружения, регистрации и расшифровки сигналов от дефектов, расположенных по всей длине и сечению железнодорожных рельсов.

1.3 По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к:

– ГЭТ 2-2021 посредством локальной поверочной схемы, приведённой в приложении А;

– ГЭТ 189-2014 посредством Государственной поверочной схемы для средств измерений скоростей распространения и коэффициента затухания ультразвуковых волн в твердых средах, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2842.

1.4 Проверка дефектоскопов выполняется методом прямых и косвенных измерений.

1.5 Метрологические характеристики дефектоскопов указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|--|---------------------------------|
| Диапазон измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий (по стали), мм | от 6 до 400 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий (по стали), мм | $\pm (2,0 + 0,01 \cdot H)^{1)}$ |
| Диапазон измерений расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования (по стали), мм | от 1 до 120 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния от передней грани преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования (по стали), мм | $\pm (3,0 + 0,01 \cdot L)^{2)}$ |
| Диапазон измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути), мм | от 2 до 10000 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути), мм | $\pm (1,4 + 0,01 \cdot X)^{3)}$ |

¹⁾ H – измеренное значение глубины залегания дефекта и/или толщины изделия, мм;

²⁾ L – измеренное значение расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм;

³⁾ X – расстояние, измеренное энкодером, 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 поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|--|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр средства измерений | да | да | 7 |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | да .. | да | 8 |
| Проверка программного обеспечения средства измерений | да | да | 9 |
| Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям | да .. | да | 10 |
| Определение диапазона и проверка абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий (по стали) | да | да | 10.1 |
| Определение диапазона и проверка абсолютной погрешности измерений расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования (по стали) | да | да | 10.2 |
| Определение диапазона и проверка абсолютной погрешности измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути) | да | да | 10.3 |

2.2 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов, для меньшего числа измеряемых величин. Первичная (периодическая) поверка отдельных измерительных каналов и периодическая поверка для меньшего числа измеряемых величин, проводится на основании письменного заявления владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, оформленного в произвольной форме.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С (20 ± 5);
- относительная влажность воздуха, %, не более 70;
- атмосферное давление, кПа (100 ± 4);
- напряжение сети переменного тока, В (220 ± 20);
- 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.

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

5.2 Средства поверки должны быть аттестованы (проверены) в установленном порядке.

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

Таблица 3 – Метрологические и технические требования к средствам поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|--|
| п. 8.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | <p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 25 °C с абсолютной погрешностью не более 1 °C;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 80 % с погрешностью не более 3 %;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 96 до 104 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа;</p> <p>Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 200 до 240 В с относительной погрешностью не более 1 %;</p> <p>Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц</p> | <p>Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», Рег. № 32014-06;</p> <p>Мультиметр цифровой U1241B, Рег. № 41432-10</p> |
| п. 10.1 Определение диапазона и проверка абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий (по стали) | <p>Эталоны единицы скорости распространения ультразвуковых волн, не ниже уровня Рабочего эталона 3-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 г.</p> <p>в диапазоне измерения скорости (5900 ± 133) м/с с абсолютной погрешностью воспроизведения скорости продольной ультразвуковой волны в мере ± 30 м/с;</p> <p>Эталоны единицы скорости распространения ультразвуковых волн, не ниже уровня Рабочего эталона 3-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального</p> | <p>Комплект мер ультразвуковых ККО-3, мера № 3Р (далее – мера № 3Р). Рег. № 63388-16</p> <p>Комплект образцовых ультразвуковых мер КМТ176М-1 (далее – комплект</p> |

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|--|
| | агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 г. в диапазоне значений толщины мер от 0,5 до 300,0 мм. | мер КМТ176М-1). Рег. № 6578-78 |
| п. 10.2 Определение диапазона и проверка абсолютной погрешности измерений расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования (по стали) | Эталоны единицы скорости распространения ультразвуковых волн, не ниже уровня Рабочего эталона 3-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2842 от 29.12.2018 г. в диапазоне измерения скорости (5900 ± 133) м/с с абсолютной погрешностью воспроизведения скорости продольной ультразвуковой волны в мере ± 30 м/с; Эталоны единицы длины, не ниже уровня Рабочего эталона 4 разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2840 от 29.12.2018 г. в диапазоне измерений длины мер от 1 до 100 мм. | Комплект мер ультразвуковых ККО-3 мера № 2 (далее – мера № 2). Рег. № 63388-16 Меры длины концевые плоскопараллельные до 100 мм. Набор № 1. Рег. № 38376-13 |
| п. 10.3 Определение диапазона и проверка абсолютной погрешности измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути) | Эталоны длины не ниже уровня рабочего эталона по локальной поверочной схеме для средств измерений неразрушающего контроля №2 ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт оптико-физических измерений» в диапазоне измерений длины от 0 до 100 мм с абсолютной погрешностью измерений $\pm 0,04$ мм. | Штангенциркуль ШЦЦ-І (далее – штангенциркуль). Рег. № 52058-12 |

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 Работа с дефектоскопом и средствами поверки должна проводиться согласно требованиям безопасности, указанным в их нормативно-технической и эксплуатационной документации.

6.2 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности согласно ГОСТ 12.3.019-80.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие дефектоскопов следующим требованиям:

- комплектность дефектоскопов должна соответствовать его руководству по эксплуатации (далее – РЭ) и описанию типа;

- должны отсутствовать явные механические повреждения, влияющие на работоспособность дефектоскопов;

- должна присутствовать маркировка дефектоскопов в соответствии с РЭ и описанию типа.

7.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если соответствует требованиям, приведенным в пункте 7.1.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 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.

8.2 Провести контроль условий поверки, используя средства измерений, удовлетворяющие требованиям, указанным в таблице 3.

8.3 Подготовить дефектоскоп и средства поверки к работе в соответствии с их РЭ.

8.4 Подключить электронный блок дефектоскопа к планшету (ноутбуку) кабелем Ethernet. Включить дефектоскоп в соответствии с РЭ.

8.5 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если включение дефектоскопа прошло согласно РЭ.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Запустить программное обеспечение (далее – ПО) «Общего назначения» на



планшете (ноутбуке), дважды кликнув на иконке . Откроется основное меню программы, во вкладке «Общие настройки» прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.2 Запустить программное обеспечение (далее – ПО) «ФАЗАР-01» на планшете



(ноутбуке), дважды кликнув на иконке . Откроется основное меню программы, в нижнем левом углу прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

9.3 Запустить программное обеспечение (далее – ПО) «ФАЗАР-02» на планшете



(ноутбуке), дважды кликнув на иконке . Откроется основное меню программы, в нижнем левом углу прочитать идентификационное наименование и номер версии ПО.

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

Таблица 4

| Идентификационные данные (признаки) | Значение | | |
|--|----------------|----------------|-----------------------|
| Модификация | ФАЗАР-01 | ФАЗАР-02 | ФАЗАР-01/ ФАЗАР-02 |
| Идентификационное наименование ПО | ФАЗАР-01 | ФАЗАР-02 | Общего назначения |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.0.0.1 и выше | 1.0.0.1 и выше | 0.3.1.0 и выше |
| Цифровой идентификатор ПО | | | - |

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение диапазона и проверка абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий (по стали)

10.1.1 Запустить ПО «Общего назначения».

10.1.2 Измерения глубины залегания дефекта производить с использованием преобразователя ПЭП ФР с использованием поперечной волны.

10.1.2.1 Подключить преобразователь ПЭП ФР с призмой поперечной волны к разъему распределительной коробки №1 электронного блока, согласно маркировке.

10.1.2.2 Во вкладке *Генератор* установить канал в соответствии с используемым датчиком, параметр «Напряжение» – 100 В, параметр «Все элементы» – «Вкл.».

10.1.2.3 Настроить параметры преобразователя в соответствии с его маркировкой или загрузить настройки используемого преобразователя из файла, нажав кнопку  во вкладке *Датчик*.

10.1.2.4 Во вкладке *Призма* установить параметры в соответствии с используемой призмой или загрузить настройки призмы из файла, нажав кнопку .

10.1.2.5 Установить высоту объекта во вкладке *Объект* – «250 мм», параметр «Скорость» - «3260 м/с».

10.1.2.6 Во вкладке *Управление пучком* установить следующие параметры:

| Параметр | Значение |
|-----------------|--------------|
| Длительность | 160 мм |
| Угол от | 40° |
| Угол до | 70° |
| Шаг по углу | 1.0° |
| Фокусировать на | 160 мм |
| Тип фокусир | Радиальная |
| Частота Опроса | 20 (20.0) Гц |

10.1.2.7 Установить преобразователь на рабочую поверхность 1 меры № 3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, предварительно нанести на нее контактную жидкость. Преобразователь установить таким образом, чтобы направление прозвучивания было в сторону полукруглой поверхности меры № 3Р (рисунок 1). Перемещая преобразователь по поверхности меры № 3Р получить максимум сигнала от полукруглой поверхности. Параметр «Усиление» установить таким образом, чтобы сигнал на развертке достигал 80 % высоты экрана. Для более точного определения максимума сигнала воспользоваться функцией «огибающая», нажав на соответствующую кнопку.

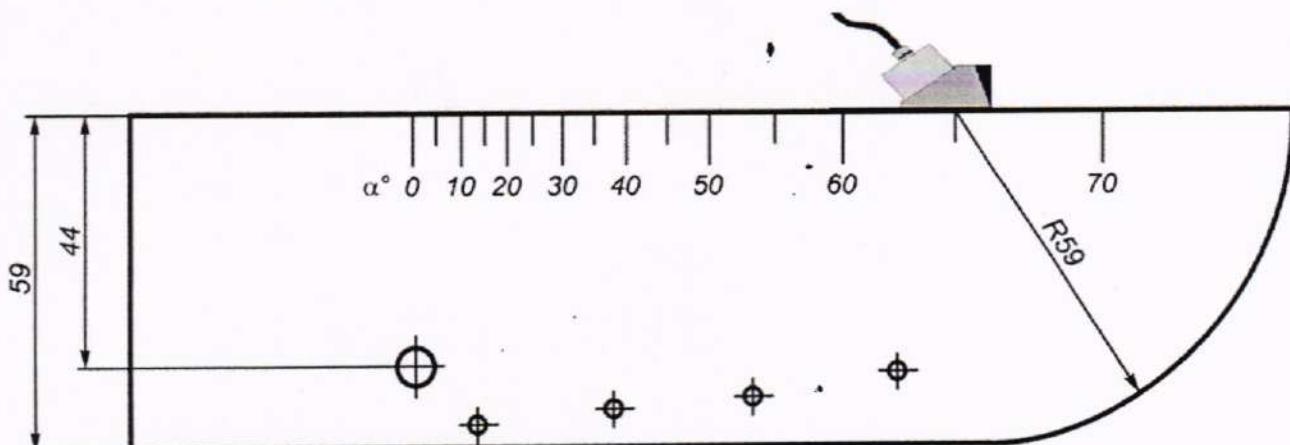


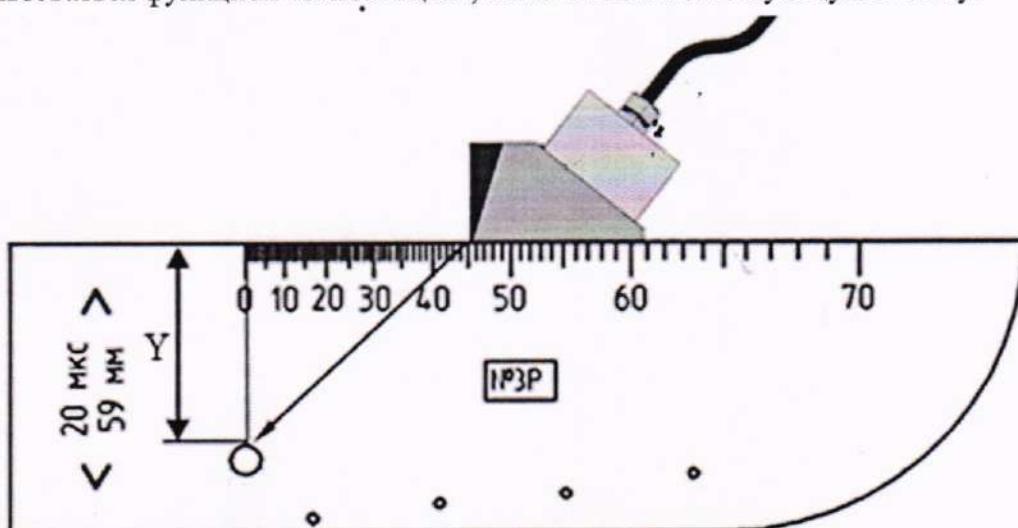
Рисунок 1

10.1.2.8 Во вкладке *Стробы* установить такие параметры для строба, чтобы сигнал пересекал строб. Уровень строба установить 50 %, параметр «Режим (превыш)» – по превышению, параметр «Режим поиска» – амплитуда.

10.1.2.9 Не смещаю преобразователь во вкладке *Объект* установить такое значение для параметра «Скорость», чтобы измеренное значение по лучу (показание «1↓») соответствовало действительному значению высоты меры.

10.1.2.10 Во вкладке *Корректировка по углам* выполнить проверку в соответствии с РЭ.

10.1.2.11 Перемещая преобразователь вдоль поверхности меры № 3Р (рисунок 2), найти максимум амплитуды сигнала от дефекта (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 44 мм) на S-развертке. Установить такие значения параметров «Начало» и «Ширина» на вкладке «Стробы» и такие значения параметров «Усиление» и «Длительн.», чтобы строб находился в области сигнала от дефекта, а уровень сигнала превышал уровень строба и достигал 80 % высоты экрана. Для более точного определения максимума сигнала воспользоваться функцией «огибающая», нажав на соответствующую кнопку.



Y – глубина залегания дефекта

Рисунок 2 – Измерения на мере №3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3

10.1.2.12 Зафиксировать результат измерения глубины залегания дефекта $Y_{изм}$, мм (показание «1↓»). Выполнить измерение пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта Y_{cp} , мм, по формуле:

$$Y_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^n Y_j}{n} \quad (1)$$

где Y_j – значение j-го измерения глубины залегания дефекта, мм;

n – количество измерений.

10.1.2.13 Рассчитать абсолютную погрешность измерений глубины залегания дефекта ΔY , мм, для преобразователей поперечной волны по формуле:

$$\Delta Y = Y_{cp} - (Y_{номi} - D/2 \cdot \cos\alpha), \quad (2)$$

где Y_{cp} – среднее арифметическое значение глубины залегания i-го дефекта по пяти измерениям, мм;

$Y_{номi}$ – расстояние до центра i-го дефекта от рабочей поверхности 1 из протокола поверки на меру № 3Р, мм;

D – диаметр i-го дефекта из протокола поверки на меру № 3Р, мм;

α – угол сканирования, ...°.

10.1.2.14 Установить ПЭП на рабочую поверхность 2 меры № 3Р (рисунок 3) из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, предварительно нанести на неё контактную жидкость.

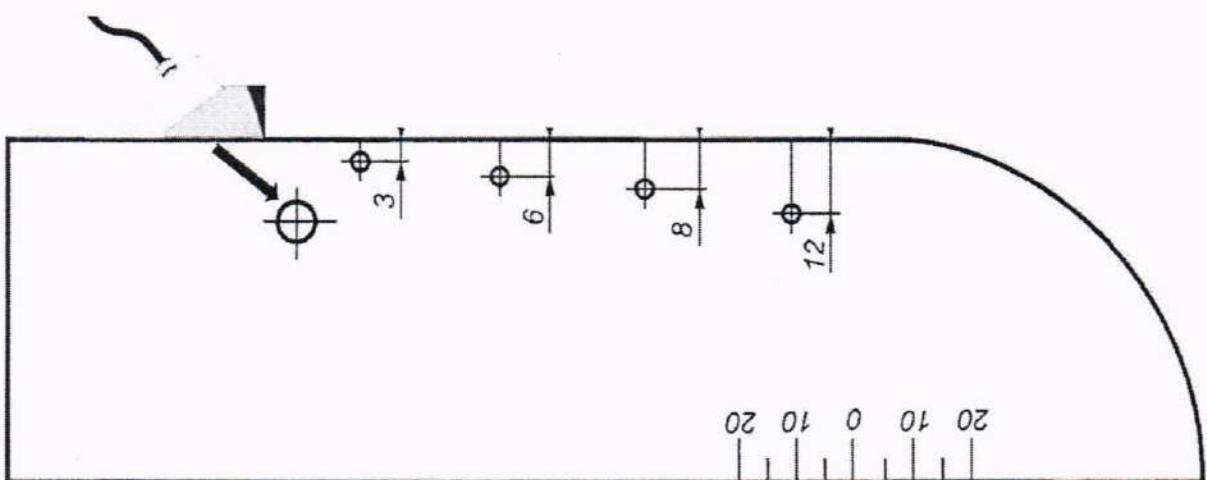


Рисунок 3

10.1.2.15 Выполнить пункты 10.1.2.11 – 10.1.2.13 для глубин залегания дефекта 15, 3, 6, 8, 12 мм (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 15 мм, отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 3 мм, отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 6 мм, отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 8 мм и отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 12 мм соответственно), регулируя при необходимости параметр «Длительность». При измерениях дефектов на малой глубине от 3 до 15 мм установить фокусировку сигнала на соответствующей глубине, чтобы избежать расфокусированного сигнала.

10.1.3 Измерения глубины залегания дефекта с использованием преобразователя с использованием продольной волны.

10.1.3.1 Подключить преобразователь ПЭП ФР к разъему подключения в соответствии с РЭ дефектоскопа.

10.1.3.2 Во вкладке *Генератор* установить канал в соответствии с используемым датчиком, параметр «Напряжение» – 100 В, параметр «Все элементы» – «Вкл.».

10.1.3.3 Настроить параметры преобразователя в соответствии с его маркировкой или загрузить настройки используемого преобразователя из файла, нажав кнопку в меню вкладки *Датчик*.

10.1.3.4 Во вкладке *Призма* установить параметры в соответствии с используемой призмой или загрузить настройки призмы из файла, нажав кнопку .

10.1.3.5 Установить высоту объекта во вкладке *Объект* на значение «420 мм», параметр «Скорость» в соответствии с протоколом поверки на меру № 3Р.

10.1.3.6 Во вкладке *Управление пучком* установить следующие параметры:

| Параметр | Значение |
|-----------------|-------------|
| Длительность | 150 мм |
| Угол от | -24° |
| Угол до | 24° (24.0°) |
| Шаг по углу | 1.0° |
| Фокусировать на | 300 мм |
| Тип фокусир | по глубине |

10.1.3.7 Во вкладке «Корректировка по углам» установить параметр «Выравнивание» - «Выключено».

10.1.3.8 На верхней панели установить параметр «Угол» – 0°.

10.1.3.9 Установить преобразователь на бездефектный участок рабочей поверхности 1 меры № 3Р (рисунок 4), предварительно нанести на него контактную жидкость. Получить максимум сигнала от донной поверхности. Параметр «Усиление» установить таким образом, чтобы сигнал на развертке достигал 80 % высоты экрана.

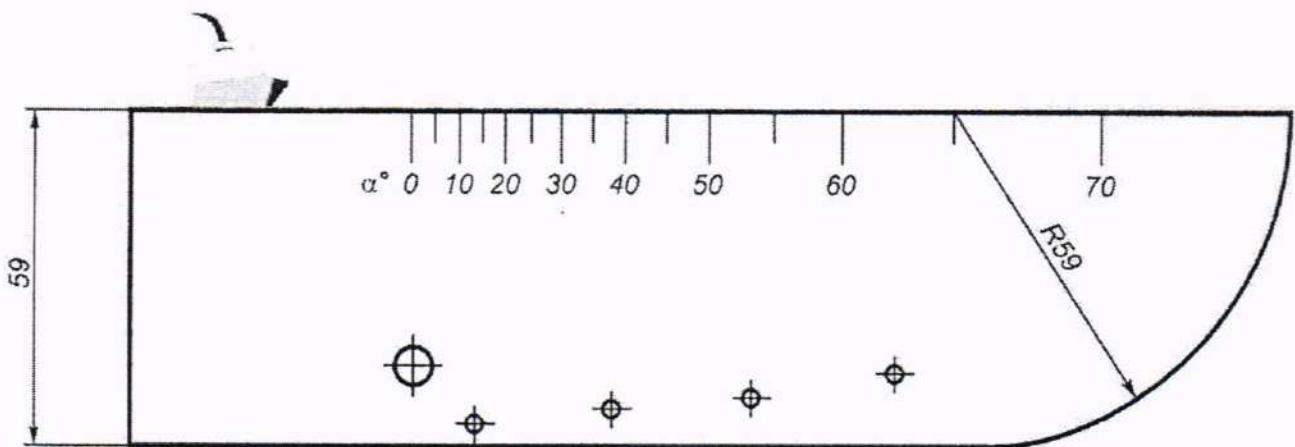


Рисунок 4

10.1.3.10 Во вкладке *Стробы* установить такие параметры для строба, чтобы сигнал пересекал строб. Уровень строба установить 50 %, параметр «Режим (превыш)» – по превышению, параметр «Режим поиска» – амплитуда.

10.1.3.11 Не смещая преобразователь во вкладке *Призма* установить такое значение для параметра «Высота 1 элем», чтобы измеренное значение глубины (показание «1↓») соответствовало действительному значению высоты меры.

10.1.3.12 Установить преобразователь на рабочую поверхность 1 меры № 3Р, найти максимум амплитуды сигнала от дефекта (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 44 мм) на А-развертке. Установить такие значения параметров «Начало» и «Ширина» на вкладке «Стробы» и такие значения параметров «Усиление» и «Длительность», чтобы строб находился в области сигнала от дефекта, и чтобы уровень сигнала превышал уровень строба и достигал 80 % высоты экрана. Зафиксировать результат измерения глубины залегания дефекта Y_{izm} , мм (показание «1↓»). Выполнить измерение пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта Y_{cp} , мм, по формуле (1).

10.1.3.13 Рассчитать абсолютную погрешность измерений глубины залегания дефекта ΔY , мм, для преобразователей продольной волны по формуле:

$$\Delta Y = Y_{cp,i} - (Y_{nomi} - D/2), \quad (3)$$

где $Y_{cp,i}$ – среднее арифметическое значение глубины залегания i-го дефекта по пяти измерениям, мм;

Y_{nomi} – расстояние до центра i-го дефекта от рабочей поверхности 1 из протокола поверки на меру №3Р, мм;

D – диаметр i-го дефекта из протокола поверки на меру № 3Р, мм.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.3.14 Установить преобразователь на рабочую поверхность 2 меры № 3Р из комплекта мер ультразвуковых ККО-3 (рисунок 5), предварительно нанести на неё контактную жидкость.

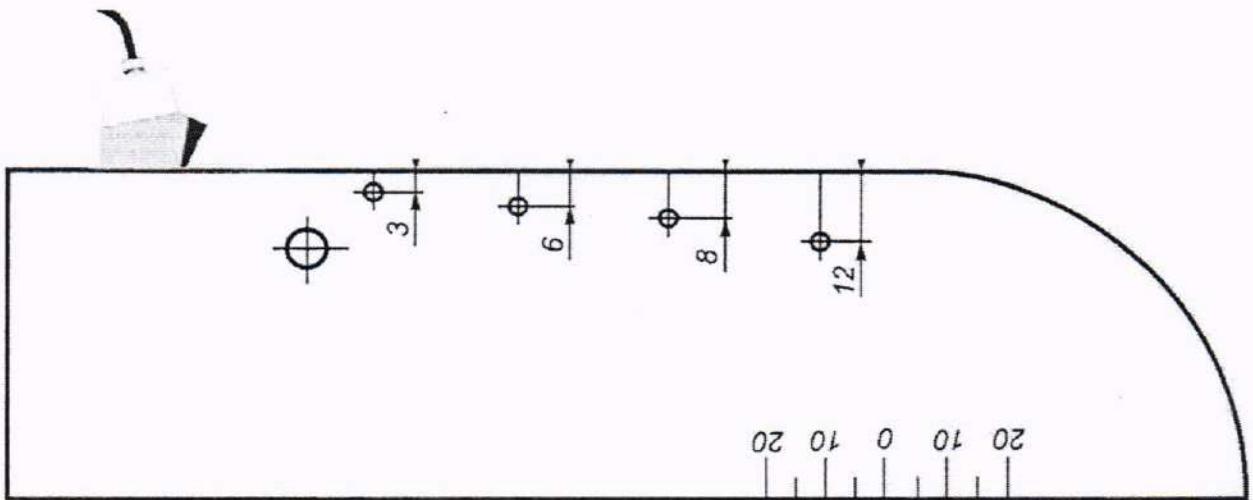


Рисунок 5

10.1.3.15 Выполнить пункты 10.1.3.12 – 10.1.3.13 для глубин залегания дефекта 15, 6, 12 мм (отверстие диаметром 6 мм с глубиной центра 15 мм, отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 6 мм и отверстие диаметром 2 мм с глубиной центра 12 мм соответственно). Установить фокусировку сигнала на соответствующей глубине, чтобы избежать расфокусированного сигнала. Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.3.16 Установить преобразователь на бездефектную область рабочей поверхности 2 меры № 3Р, предварительно нанести на нее контактную жидкость. Найти максимум амплитуды сигнала от донной поверхности на А-развертке (первое отражение донного сигнала). Максимум амплитуды сигнала на А-развертке скорректировать, чтобы он достигал 80 % высоты экрана, изменяя значение параметра «Усиление». Зафиксировать результат измерения глубины залегания дефекта $Y_{изм}$, мм (показание «1↓»). Выполнить измерение пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта $Y_{ср}$, мм, по формуле (1). Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.3.17 Рассчитать абсолютную погрешность измерений глубины залегания дефекта ΔY , мм, при измерении по донным сигналам по формуле:

$$\Delta Y = Y_{срн} - n \cdot T_{ном}, \quad (4)$$

где $Y_{срн}$ – среднее арифметическое значение глубины залегания дефекта по пяти измерениям для n -го донного отражения, мм;

$T_{ном}$ – действительное значение высоты меры из протокола поверки на меру № 3Р, мм;

n – номер донного отражения.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.3.18 Выполнить пункты 10.1.3.16 – 10.1.3.17 для второго, четвертого, седьмого отражения донного сигнала, регулируя положение строба так, чтобы строб пересекал соответствующий донный сигнал. Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.3.19 Выполнить пункты 10.1.3.1 – 10.1.3.18 с установленными параметрами для ручного преобразователя ПЭП ФР с призмой продольной волны из комплекта дефектоскопа. Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.4 Измерения толщины

10.1.4.1 Выполнить пункты 10.1.3.1 – 10.1.3.4, 10.1.3.6 - 10.1.3.8. Установить высоту объекта во вкладке *Объект* на значение «420 мм», параметр «Скорость» в соответствии со значением, соответствующим среднему значению скорости продольных УЗК согласно данным, указанным в протоколе поверки на комплект мер КМТ176М-1.

10.1.4.2 Установить ручной преобразователь ПЭП ФР с призмой продольной волны, с углом ввода ультразвуковых волн 0° на поверхность меры толщиной 20 мм из комплекта мер КМТ176М-1, предварительно нанести на нее контактную жидкость.

10.1.4.3 Установить такие значения параметров «Начало» и «Ширина» на вкладке «Стробы» и такие значения параметров «Усиление» и «Длительн.», чтобы строб находился в области сигнала от донной поверхности, и чтобы уровень сигнала превышал уровень строба и достигал 80 % высоты экрана. Получить первый сигнал от донной поверхности.

10.1.4.4 Во вкладке *Объект* установить параметр «Скорость» в соответствии со значением, соответствующим действительному значению скорости УЗК меры толщиной 20 мм, указанному в протоколе поверки на комплект мер КМТ176М-1.

10.1.4.5 Регулируя высоту первого элемента во вкладке *Призма* добиться значения глубины первого донного сигнала, равного толщине меры.

10.1.4.6 Установить преобразователь на меру толщиной 6 мм из комплекта мер КМТ176М-1, предварительно нанести на нее контактную жидкость.

10.1.4.7 Зафиксировать измеренное значение толщины $H_{изм}$, мм (показание «1↓»). Выполнить измерение пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение толщины $H_{ср}$, мм, по формуле:

$$H_{ср} = \frac{\sum_{j=1}^n H_j}{n} \quad (5)$$

где H_j – значение j -го измерения толщины меры, мм;

n – количество измерений.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.4.8 Рассчитать абсолютную погрешность измерений толщины ΔH , мм, по формуле:

$$\Delta H_1 = H_{ср} - H_{ном}, \quad (6)$$

где $H_{ср}$ – среднее арифметическое значение толщины i -ой меры по пяти измерениям, мм;

$H_{ном}$ – действительное значение толщины i -ой меры, указанное в протоколе поверки, мм.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.4.9 Выполнить пункты по 10.1.4.6 – 10.1.4.8 для мер с толщинами 10, 25, 50, 100, 200, 300 мм, устанавливая такие значения параметров «Начало» и «Ширина» на вкладке «Стробы» и такие значения параметров «Усиление» и «Длительн.», чтобы строб находился в области сигнала от дефекта и чтобы уровень сигнала превышал уровень строба и достигал 80 % высоты экрана. Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.4.10 Для меры с толщиной 200 мм дополнительно измерить второй донный сигнал и выполнить пункт 10.1.4.7. Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.4.11 Рассчитать абсолютную погрешность измерений толщины ΔH , мм, при измерении по второму донному сигналу по формуле:

$$\Delta H_2 = H_{ср200} - n \cdot H_{ном200}, \quad (7)$$

где $H_{ср200}$ – среднее арифметическое значение толщины меры (номинальное значение толщины 200 мм) по пяти измерениям, мм;

$H_{ном200}$ – действительное значение толщины меры (номинальное значение толщины 200 мм), указанное в протоколе поверки, мм;

n – номер отражения донного сигнала.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.5 Выполнить пункты 10.1.4.1 – 10.1.4.11 для всех преобразователей продольной волны из комплекта дефектоскопа. Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.1.6 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если полученные при проверке значения соответствуют таблице 1.

10.2 Определение диапазона и проверка абсолютной погрешности измерений расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования (по стали)

10.2.1 Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования (по стали) выполняется для ПЭП ФР с призмой продольной волны с углом ввода ультразвуковых волн в диапазоне до первого критического угла и ПЭП ФР с призмой поперечной волны в диапазоне между первым и вторым критическими углами.

10.2.2 Выполнить пункты 10.1.2.1 – 10.1.2.10.

10.2.3 На верхней панели для параметра «Экран» выбрать из выпадающего списка значение «A/S Верт».

10.2.4 Установить преобразователь на рабочую поверхность 1 меры № 2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3, предварительно нанести на неё контактную жидкость. Преобразователь должен быть установлен так, чтобы направление прозвучивания было в сторону отверстия диаметром 6 мм.

10.2.5 Перемещая преобразователь вдоль поверхности меры № 2, найти максимум амплитуды сигнала от дефекта (отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм) на S-развертке. Изменяя значение параметра «Усиление» и «Длительн.» на дефектоскопе добиться, чтобы измеряемый сигнал находился в диапазоне развертки. Если после нахождения максимума сигнала, положение передней грани призмы преобразователя находится правее нулевой риски, перейти к выполнению пункта 10.2.11.

10.2.6 Установить на рабочую поверхность 1 меры № 2 концевую меру длиной 50 мм таким образом, чтобы положение правой грани концевой меры совпало с нулевой риской, нанесенной на мере (рисунок 6).

10.2.7 Установить преобразователь таким образом, чтобы передняя грань призмы упиралась в правую грань концевой меры, как показано на рисунке 6. Предварительно нанести на поверхность меры контактную жидкость.

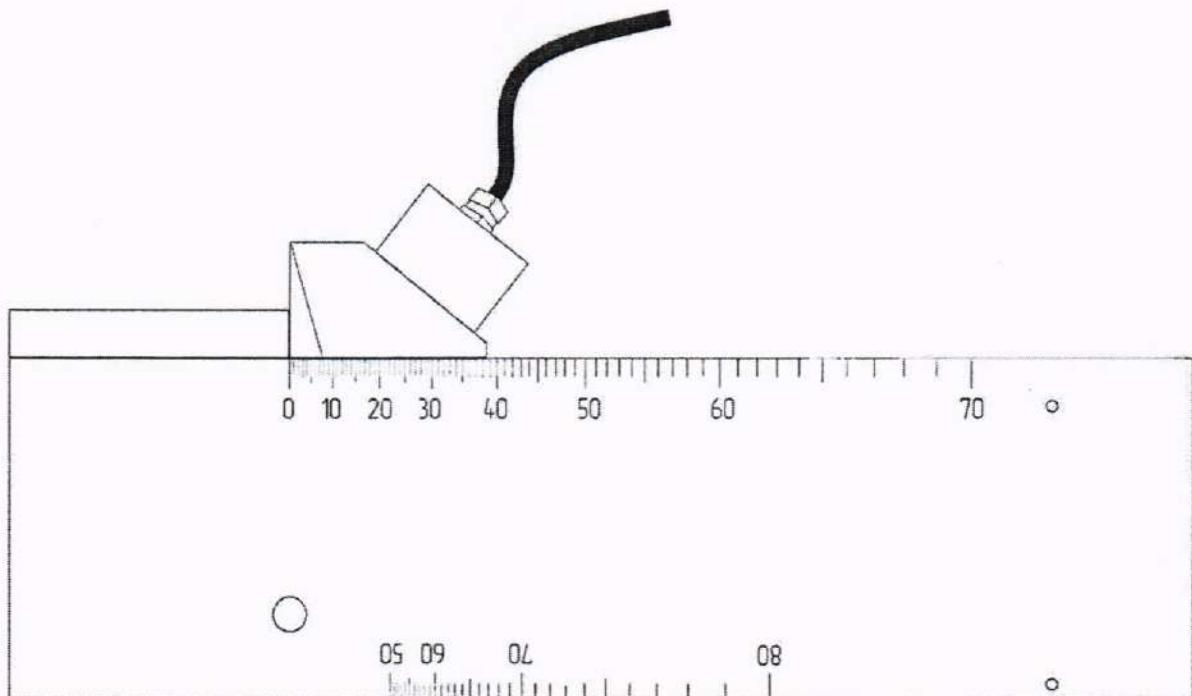


Рисунок 6 – Измерения на мере №2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3

10.2.8 Изменяя параметр «Угол» на верхней панели и, при необходимости, параметр «Угол от» во вкладке *Управление пучком*, установить такой угол сканирования, при котором амплитуда сигнала от дефекта будет максимальна (отверстие диаметром 6 мм на глубине 44 мм). Максимум сигнала контролировать по А-скану, установив такие значения параметров «Начало» и «Ширина» на вкладке «Стробы» и такие значения параметра «Длительн.», чтобы строб находился в области сигнала от дефекта. Сигнал должен полностью помещаться на S-скане.

10.2.9 Зафиксировать результат измерения расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования X_{usm} , мм (показание « \Rightarrow »). Выполнить измерение пять раз, рассчитать среднее арифметическое значение расстояния дефекта от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования X_{cp} , мм, по формуле:

$$X_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^n X_j}{n} \quad (8)$$

где X_j – значение j -го измерения, мм;

n – количество измерений.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.2.10 Рассчитать абсолютную погрешность измерений расстояния дефекта от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования ΔX , мм, по формуле:

$$\Delta X = X_{cp} - (X_{nomi} - D/2 \cdot \sin\alpha), \quad (9)$$

где X_{cp} – среднее арифметическое значение расстояния дефекта от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования по пяти измерениям, мм;

X_{nomi} – действительное значение длины концевой меры из протокола поверки, мм;

D – диаметр дефекта из протокола поверки на меру № 2, мм;
 α – угол сканирования, ...°.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.2.11 Подобрать концевые меры, равномерно распределенные по длине, в диапазоне измерений от 1 до 120 мм.

10.2.12 Установить первую концевую меру длиной 1 мм на поверхность меры № 2 таким образом, чтобы положение левой грани концевой меры совпало с нулевой риской, нанесенной на мере (с правой гранью ранее установленной концевой меры длиной 50 мм, рисунок 7).

10.2.13 Установить преобразователь так, чтобы передняя грань призмы упиралась в правую грань концевой меры как показано на рисунке 7.

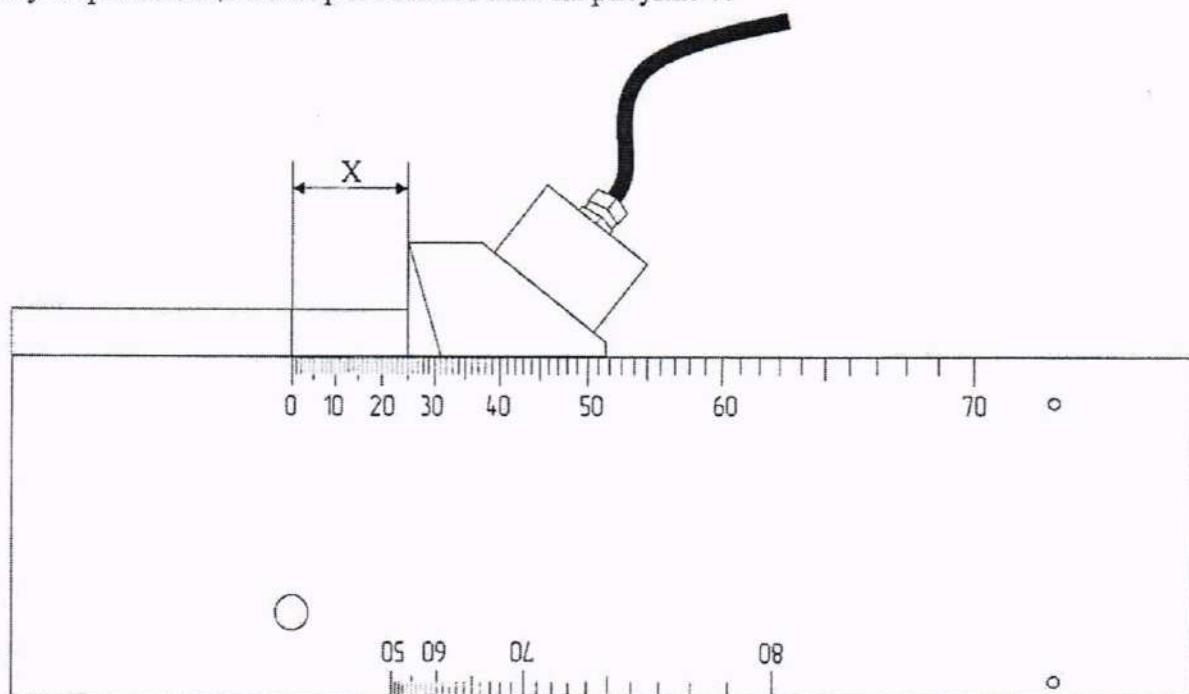


Рисунок 7 – Измерения на мере № 2 из комплекта мер ультразвуковых ККО-3

10.2.14 Выполнить пункты 10.2.8 – 10.2.11, 10.2.13 еще для пяти концевых мер (равномерно распределенных) длиной в диапазоне до 120 мм.

10.2.15 Повторить пункты 10.2.1 – 10.2.14 для всех преобразователей поперечной волны из комплекта дефектоскопа.

10.2.16 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если полученные при проверке значения соответствуют таблице 1.

10.3 Определение диапазона и проверка абсолютной погрешности измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути)

10.3.1 Подключить электронный блок дефектоскопа к планшету (ноутбуку) кабелем Ethernet.

10.3.2 Подключить разъем энкодера к электронному блоку.

10.3.3 Подключить энкодер к разъему подключения «Энкодер 2» механизированного сканера в соответствии с РЭ дефектоскопа.

10.3.4 Включить электронный блок дефектоскопа и планшет (ноутбук). Запустить ПО Фазар-01 при поверке дефектоскопа Фазар-01, или Фазар-2, при поверке дефектоскопа Фазар-02.

10.3.5 Перейти во вкладку «Энкодеры» и установить параметр «Индекс» – 1, параметр «Включено» – «Вкл».

10.3.6 Измерить штангенциркулем диаметр ролика энкодера. Измерения выполнить десять раз.

10.3.7 Рассчитать среднее арифметическое диаметра ролика энкодера \bar{d} , мм, по трем измерениям:

$$\bar{d} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j}{n}, \quad (10)$$

где x_j – значение j-го измерения диаметра ролика энкодера, мм;

n – количество измерений.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.8 Рассчитать среднее квадратическое отклонение (СКО) измерений диаметра ролика энкодера S , мм, по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (x_j - \bar{d})^2}{n-1}}, \quad (11)$$

где x_j – значение j-го измерения, мм;

\bar{d} – среднее арифметическое значение диаметра ролика энкодера, мм;

n – количество измерений.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.9 Проверить наличие грубых погрешностей и, при необходимости, исключить их. Для этого вычислить критерии Граббса G_1, G_2 :

$$G_1 = \frac{|x_{\max} - \bar{d}|}{S}, \quad G_2 = \frac{|x_{\min} - \bar{d}|}{S}, \quad (12)$$

где x_{\max} – максимальное значение результата измерений диаметра ролика энкодера, мм;

x_{\min} – минимальное значение результата измерений диаметра ролика энкодера, мм.

Если $G_1 > G_t$, то x_{\max} , мм, исключают, как маловероятное значение, если $G_2 > G_t$, то x_{\min} , мм, исключают, как маловероятное значение (критическое значение критерия Граббса при десяти измерениях $G_t = 2,482$).

Если количество оставшихся результатов измерений диаметра ролика энкодера стало меньше десяти, повторить пункт 10.3.6, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным десяти. Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.10 Рассчитать СКО среднего арифметического диаметра ролика энкодера $S_{\bar{x}}$, мм, по формуле:

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (13)$$

где S – СКО результата десяти измерений диаметра ролика энкодера, мм;
 n – количество измерений.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.11 Рассчитать доверительные границы ε , мм, случайной погрешности оценки диаметра ролика энкодера при $P = 0,95$:

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}}, \quad (14)$$

где $t = 2,262$ – значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности $P = 0,95$ и числа результатов измерений, равным десяти;

$S_{\bar{x}}$ – СКО среднего арифметического диаметра ролика энкодера, мм.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.12 Рассчитать СКО неисключенной систематической погрешности (НСП) S_{Θ} , мм, серии измерений диаметра ролика энкодера по формуле:

$$S_{\Theta} = \frac{\Delta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (15)$$

где Δ_{Σ} – абсолютная погрешность штангенциркуля, мм, указанная в протоколе поверки.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.13 Рассчитать суммарное среднее квадратическое отклонение оценки диаметра ролика энкодера S_{Σ} , мм, по формуле:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}, \quad (16)$$

где S_{Θ} – среднее квадратическое отклонение НСП серии измерений диаметра ролика энкодера, мм;

$S_{\bar{x}}$ – СКО среднего арифметического диаметра ролика энкодера, мм.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.14 Рассчитать абсолютную погрешность Δ , мм, серии измерений диаметра ролика энкодера по формуле:

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (17)$$

где K – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, который рассчитывается по формуле:

$$K = \frac{\varepsilon + \Delta_{\Sigma}}{S_x + S_{\Theta}}, \quad (18)$$

где ε – доверительные границы случайной погрешности оценки диаметра ролика энкодера, мм;

Δ_{Σ} – абсолютная погрешность штангенциркуля, мм, указанная в протоколе поверки;

S_x – СКО среднего арифметического диаметра ролика энкодера, мм;

S_{Θ} – среднее квадратическое отклонение НСП серии измерений диаметра ролика энкодера, мм.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.15 Рассчитать длину окружности ролика энкодера по формуле:

$$L = \pi \cdot \bar{d}, \quad (19)$$

где \bar{d} – среднее арифметическое значение измерений диаметра ролика энкодера, мм;

π – константа 3,14159.

10.3.16 Рассчитать количество оборотов ролика энкодера, необходимое для измерения расстояния 10000 мм:

$$n = \frac{10000}{L}, \quad (20)$$

где L – длина окружности ролика энкодера, мм.

Рассчитанное значение количества оборотов ролика энкодера n округлить в большую сторону до целого числа. Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.17 Рассчитать количество оборотов ролика энкодера, необходимое для измерения расстояния 1000 мм:

$$m = \frac{1000}{L}, \quad (21)$$

где L – длина окружности ролика энкодера, мм.

Рассчитанное значение количества оборотов ролика энкодера m округлить в большую сторону до целого числа. Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.18 Рассчитать значение длины для параметра «Длина калибровки, мм»:

$$k = L \cdot m, \quad (22)$$

где L – длина окружности ролика энкодера, мм

m – целое число количества оборотов ролика энкодера m .

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.19 Сделать отметку на ролике энкодера для отсчета количества оборотов ролика.

10.3.20 Для параметра «Длина калибровки, мм» ввести значение длины, соответствующее m оборотам колеса энкодера ($L \cdot m$). При введении значения параметра в качестве десятичного разделителя разряда следует использовать точку.

10.3.21 Нажать кнопку «Начать». Выполнить m полных оборотов колеса энкодера. Нажать кнопку «Остановить», затем кнопку «Применить».

10.3.22 Обнулить значения путем изменения параметра «Включено»: с «Вкл» на «Выкл» и с «Выкл» на «Вкл».

10.3.23 Выполнить n (рассчитано в пункте 10.3.16) оборотов ролика энкодера, записывая измеренное дефектоскопом значение расстояния до дефекта (показание в левом верхнем углу экрана) соответствующее 1, 2, 4, 10, $n/2$, n целым оборотам ролика энкодера.

10.3.24 Выполнить пункт 10.3.22, затем повторить пункт 10.3.23 еще два раза. Рассчитать среднее арифметическое значение расстояния до дефекта, измеренное дефектоскопом по трем измерениям.

10.3.25 Рассчитать отклонение рассчитанного значения расстояния до дефекта от показаний дефектоскопа ΔL_n , мм, для каждого измерения по формуле:

$$\Delta L_3 = L_3 - L \cdot n, \quad (23)$$

где L_3 – значение расстояния до дефекта, измеренное дефектоскопом, мм;

L – длина окружности ролика энкодера, мм;

n – число оборотов колеса энкодера.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.26 Рассчитать абсолютную погрешность измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути) ΔL , мм, для каждого измерения по формуле:

$$\Delta L = \sqrt{\Delta L_3^2 + \Delta^2}, \quad (24)$$

где ΔL_3 – отклонение от рассчитанного значения расстояния до дефекта, мм;

Δ – рассчитанная по формуле (17) абсолютная погрешность измерений диаметра ролика энкодера, мм.

Полученные результаты измерений занести в протокол поверки, который приведен в приложении Б.

10.3.27 Выбрать максимальное из трех значение абсолютной погрешности измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути).

10.3.28 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки, если полученные при проверке значения соответствуют таблице 1.

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом и полученные значения метрологических характеристик удовлетворяют требованиям средства измерений в соответствии с описанием типа, а также соблюдены требования по защите средства измерений от несанкционированного

вмешательства. В ином случае, дефектоскоп считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

11.3 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки (подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, утвержденными приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 31.07.2020 № 2510. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

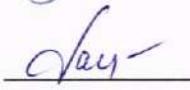
11.4 По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае отрицательных результатов поверки (не подтверждено соответствие средства измерений метрологическим требованиям) выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

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

Разработчики:

Начальник отдела
ФГУП «ВНИИОФИ»

Инженер 1 категории
ФГБУ «ВНИИОФИ»

А.В. Иванов

Б.А. Кормилицына

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Структура локальной поверочной схемы для средств измерений

Государственный первичный эталон единицы
длины-метра (ГЭТ 2-2021)

Рабочий эталон по государственной поверочной схеме для средств измерений длины
в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм,
утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и
метрологии от 29.12.2018 г. № 2840

Приборы для измерений наружных и/или внутренних размеров, нутромеры,
обеспечивающие порядок передачи единицы длины от Государственного первичного
эталона единицы длины-метра (ГЭТ 2-2021) по локальной поверочной схеме для
средств измерений неразрушающего контроля

Дефектоскопы ультразвуковые рельсовые на фазированных решетках
ФАЗАР

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ первичной/периодической поверки №
от « » 20 года

Средство измерений:
Заводской номер: _____
Год выпуска: _____
Состав: _____
Изготовитель: _____
Владелец СИ: _____

Проверено в соответствии с методикой поверки:

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды _____;

Атмосферное давление

Относительная влажность _____;

Напряжение переменного тока

Частота переменного тока _____;

При применение средства поверки:

Результаты поверки:

A.1 Внешний осмотр

A.2 Проверка идентификации ПО

A.3 Опробование

А.4 Результаты определения метрологических характеристик:

Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефекта и/или толщины изделий (по стали)

Измерения глубины залегания дефекта с использованием преобразователя с призмой поперечной волны

Таблица А.1 – Измерения глубины залегания дефекта с использованием преобразователя зав.№ с призмой поперечной волны

| Установленный угол ввода α , ... $^{\circ}$ | Диаметр дефекта (отверстия), мм | Расстояние до центра дефекта от рабочей поверхности, мм | Действительное значение глубины залегания дефекта, мм | Измеренное значение глубины залегания дефекта (среднее арифметическое значение), мм | Абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефекта, мм | Пределы допускаемой погрешности измерений глубины залегания дефекта, мм |
|--|---------------------------------|---|---|---|--|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Измерения глубины залегания дефекта с использованием преобразователя с призмой продольной волны

Таблица А.2 – Измерения глубины залегания дефекта с использованием преобразователя зав.№ _____ с призмой продольной волны

| Диаметр дефекта (отверстия), мм | Расстояние до центра дефекта от рабочей поверхности, мм | Действительное значение глубины залегания дефекта, мм | Измеренное значение глубины залегания дефекта (среднее арифметическое значение), мм | Абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефекта, мм | Пределы допускаемой погрешности измерений глубины залегания дефекта, мм |
|---------------------------------|---|---|---|--|---|
| | | | | | |
| | | | | | |

Таблица А.3 – Измерения глубины залегания дефекта с использованием преобразователя зав.№ _____ с призмой продольной волны

| Номер донного отражения | Действительное значение высоты меры, мм | Измеренное значение глубины залегания дефекта (среднее арифметическое значение), мм | Абсолютная погрешность измерений глубины залегания дефекта, мм | Пределы допускаемой погрешности измерений глубины залегания дефекта, мм |
|-------------------------|---|---|--|---|
| | | | | |
| | | | | |

Измерения толщины

Таблица А.4 – Измерения толщины с использованием преобразователя _____ зав.№ _____ с призмой продольной волны

| Действительное значение толщины меры, мм | Измеренное значение толщины (среднее арифметическое значение), мм | Абсолютная погрешность измерений толщины, мм | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины, мм |
|--|---|--|--|
| | | | |
| | | | |

Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования (по стали)

Преобразователь _____ зав.№ _____

Таблица А.5 - Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования (по стали)

| | | | | | |
|---------------------|--|-------------------------|---|--|--|
| Диаметр дефекта, мм | Установленный угол ввода α, \dots° | Длина концевой меры, мм | Измеренное значение координаты дефекта от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования (среднее арифметическое значение), мм | Абсолютная погрешность измерений координаты дефекта от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений координаты дефекта от передней грани призмы преобразователя до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм |
| | | | | | |
| | | | | | |

Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути)

Таблица А.6 – Значения диаметра и определение абсолютной погрешности измерений диаметра ролика энкодера

| Измеренное значение диаметра ролика энкодера, мм | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|
| d_1 | d_2 | d_3 | d_4 | d_5 | d_6 | d_7 | d_8 | d_9 | d_{10} |
| | | | | | | | | | |

Продолжение таблицы А.6

| | | | | | | | | | |
|---|---|------------------------------------|---|--|---|---|---|---|--|
| среднее значение диаметра ролика энкодера, мм | СКО результата измерений диаметра ролика энкодера, мм | критерий Граббса ($G_t = 2,482$) | СКО среднего арифметического диаметра ролика энкодера, мм | доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины при $P=0,95$, мм | абсолютная погрешность штангенциркуля, мм | СКО неисключенной систематической погрешности (НСП) серии измерений, мм | Суммарное СКО оценки диаметра ролика энкодера, мм | абс. погрешность серии измерений диаметра, мм | Коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, мм |
| | | | | | | | | | |

Таблица А.7 – Определение диапазона и абсолютной погрешности измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути)

| | | | |
|--|--|--|---|
| Длина окружности и ролика энкодера, мм | Количество оборотов ролика энкодера, необходимое для измерения расстояния 10000 мм | Количество оборотов ролика энкодера, необходимое для получения номинального значения по расстоянию 1000 мм | Значение длины для параметра «Длина калибровки, мм» |
| | | | |

Продолжение таблицы А.7

| Количество оборотов ролика энкодера | Измеренное дефектоскопом значение расстояния до дефекта, мм | Среднее арифметическое значение расстояния до дефекта, измеренное дефектоскопом, мм | Отклонение рассчитанного значения расстояния до дефекта от показаний дефектоскопа, мм | Абсолютная погрешность измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути), мм | Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до дефекта энкодером (датчиком пути), мм |
|-------------------------------------|---|---|---|--|--|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Заключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____
Подпись

/ _____ /
ФИО