

ФГБУ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
ФГБУ «ВНИИМС»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора по
производственной метрологии

ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

«05» июля 2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений.

Дефектоскопы ультразвуковые MANTIS

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 203-59-2022

Москва, 2022

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки применяется для поверки дефектоскопов ультразвуковых MANTIS (далее – дефектоскопов), изготавливаемых Eddyfi Technologies, Канада, используемых в качестве средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.1 Дефектоскопы до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке

1.2 При поверке должна быть обеспечена прослеживаемость дефектоскопа к Государственному первичному эталону единицы длины - метра (ГЭТ 2-2021) в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений параметров дефектов. Реализация методики поверки обеспечена путем передачи единицы длины методом сравнения с мерой.

1.3 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Метрологические требования к средству измерений

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений глубины залегания дефектов (по стали), мм	от 2 до 300 ¹⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов, мм где Н - измеренное значение глубины залегания дефекта, мм	$\pm(0,1+0,01 \cdot Н)$
Диапазон измерений толщины (по стали), мм	от 2 до 300
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины (по стали), мм где h – измеренное значение толщины, мм	$\pm(0,1+0,01 \cdot h)$
Диапазон измерений расстояния (координаты) от точки выхода ультразвукового луча до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм	от 1 до 380
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния (координаты) от точки выхода ультразвукового луча до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм где L - измеренное значение расстояния (координаты) от точки выхода ультразвукового луча до проекции дефекта на поверхность сканирования, мм	$\pm(0,4+0,02 \cdot L)$

¹⁾зависит от преобразователя

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

2.1 В таблице 2 приведены операции, обязательные при проведении поверки.

Таблица 2 – Операции, обязательные при поверке

Наименование операции	Номера пунктов методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке, опробование средства измерений, контроль условий поверки	8	да	да
Проверка идентификационных данных программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	да	да

-проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов и толщины изделий (при использовании прямого преобразователя)	10.1	да	да
- проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов (при использовании наклонного преобразователя)	10.2	да	да
- проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений расстояния (координаты) от точки выхода УЗК до проекции дефекта на поверхность сканирования (при использовании наклонного преобразователя)	10.3	да	да
Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	11	да	да

2.2 Проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава СИ для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений согласно пункту 9 Приложения № 3 к Приказу Минпромторга России от 28 августа 2020г. № 2907 не предусмотрено. Поверка по п. 10.1 проводится при наличии в комплекте поставки прямого преобразователя. Поверка по п. 10.2 и 10.3 проводится при наличии в комплекте поставки наклонного преобразователя. В случае отрицательного результата при проведении одной из операций, поверку дефектоскопа прекращают и дефектоскоп признают не прошедшим поверку.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки дефектоскопов должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающей среды от плюс 15 до плюс 25°С.
- относительная влажность воздуха от 30 до 80 %.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на СИ и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2 Для проведения поверки СИ достаточно одного поверителя.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 3

Таблица 3 – Перечень СИ, применяемых при поверке

Операции поверки,	Метрологические и технические требования к средствам поверки,	Перечень рекомендуемых средств поверки
-------------------	---	--

требуемые применение средств поверки	необходимые для проведения поверки	
8.2	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +10 до +30°C, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5^\circ\text{C}$ Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 3\%$	Прибор комбинированный Testo 608-N1 (рег. № 53505-13)
10.1	Меры толщины материала и глубины залегания дефектов с диапазоном измерений от 2 до 300 мм, ПГ (0,3 – 0,7) %, Мера высотой 59 мм, диаметр искусственного дефекта 6 мм и 2 мм, расстояние от рабочей поверхности 1 до дефекта 44 мм.	Комплект образцовых ультразвуковых мер КМТ 176М-1 (сталь 40Х13), (рег. № 6578-78), комплект мер эквивалентной ультразвуковой толщины МЭТ-300-40Х13 (рег. № 51230 - 12), Комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 (рег. №6612-99) (образец СО-2)
10.2	Мера высотой 59 мм, диаметр искусственного дефекта 6 мм и 2 мм, расстояние от рабочей поверхности 1 до дефекта 44 мм. Штангенциркуль с диапазоном измерений от 0 до 150 мм, ПГ $\pm 0,03$ мм	Комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 (рег. №6612-99) (образец СО-2), Штангенциркуль 16 EWR (рег. № 80645-20)
10.3	Мера высотой 59 мм, диаметр искусственного дефекта 6 мм и 2 мм, расстояние от рабочей поверхности 1 до дефекта 44 мм, мера высотой 55 мм	Комплект контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2 (рег. №6612-99) (образец СО-2, СО-3)
Примечание - применяемые средства поверки должны быть поверены в качестве рабочих эталонов		

5.2 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 3.

6. ТРЕБОВАНИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть выполнены требования промышленной безопасности, регламентированные на предприятии в соответствии с действующим законодательством

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Внешний осмотр и проверка комплектности, маркировки проводится визуально. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие дефектоскопов следующим требованиям:

- отсутствие на корпусе и преобразователях механических повреждений (сколов, царапин), влияющих на эксплуатационные свойства дефектоскопов;
- наличие маркировки и заводского номера;
- комплектность дефектоскопа должна соответствовать технической документации.

7.2 Дефектоскоп считается прошедшим поверку, если соответствует вышеуказанным требованиям.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ, ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ, КОНТРОЛЬ УСЛОВИЙ ПОВЕРКИ

8.1 Поверяемый дефектоскоп, средства поверки следует подготовить к работе в соответствии с технической документацией на них.

8.2 Перед проведением поверки и в процессе выполнения операций поверки проверяют и контролируют соответствие условий поверки требованиям, приведённым в п. 3 настоящей методики поверки.

8.3. Провести опробование дефектоскопа. При опробовании должны быть выполнены следующие операции:

- проверить работоспособность элементов дефектоскопа и адекватность выводимой на дисплей информации.

8.4 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки, если условия поверки соответствуют требованиям п.3, все элементы дефектоскопа работоспособны.

9 ПРОВЕРКА ИДЕНТИФИКАЦИОННЫХ ДАННЫХ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

9.1 Для проверки идентификационных данных программного обеспечения (ПО) необходимо нажать кнопку включения/выключения дефектоскопа и прочитать идентификационное наименование и версию ПО в окне, которое появляется на экране при включении дефектоскопа.

9.2 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки, если идентификационные данные соответствуют таблице 4.

Таблица 4. Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	CAPTURE
Номер версии (идентификационный номер) ПО	3.3 и выше

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов и толщины изделий (при использовании прямого преобразователя)

10.1.1. Проверка проводится при наличии в комплекте поставки дефектоскопа прямых преобразователей с использованием мер толщины КМТ 176М-1 (в диапазоне измерений до 100 мм включ.) и МЭТ-300 (в диапазоне измерений свыше 100 мм).

10.1.2. Выбрать не менее пяти мер, значения толщины которых равномерно распределены по проверяемому диапазону измерений.

10.1.3. Провести настройку дефектоскопа в соответствии с РЭ. Установить параметры, соответствующие подключенному преобразователю.

10.1.4. Измерить каждую отобранную меру не менее 5 раз. Для этого необходимо:

10.1.5. Установить преобразователь на поверхность меры, предварительно нанеся на нее контактную жидкость. Расположить строб 1 так, чтобы первый донный эхо-сигнал от меры пересекал строб в середине. Изменить при необходимости коэффициент усиления таким образом, чтобы амплитуда сигнала составляла 80% высоты экрана. Зафиксировать показание дефектоскопа в положении преобразователя, соответствующем максимальной амплитуде эхо-сигнала. Повторить процедуру не менее 3-х раз.

10.1.6. Для каждой серии измерений по формулам (1) и (2) вычислить среднее арифметическое значение h_{cp} и абсолютную погрешность измерений Δ .

$$h_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (1)$$

где h_i – результат i -го измерения, мм;
 n – число измерений.

$$\Delta = h_{cp} - h_3, \quad (2)$$

где h_3 – действительное значение меры, мм.

10.1.7. Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки, если полученные результаты соответствуют требованиям, приведенным в таблице 4.

10.2 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений глубины залегания дефектов (при использовании наклонного преобразователя)

10.2.1. Проверка проводится при наличии в комплекте поставки дефектоскопа наклонных преобразователей с использованием контрольного образца СО-2 из комплекта контрольных образцов и вспомогательных устройств КОУ-2. Проверку проводить по следующей процедуре.

10.2.2. Провести настройку дефектоскопа в соответствии с РЭ. Установить параметры, соответствующие подключенному преобразователю.

10.2.3. Нанести на образец слой контактной жидкости, установить преобразователь, подключенный к электронному блоку дефектоскопа, на поверхность образца СО-2 (у отметки по шкале α_0 образца, соответствующего значению угла ввода преобразователя) и найти положение преобразователя на поверхности образца, соответствующее максимальной амплитуде эхо-сигнала от отражателя (отверстие диаметром 6 мм, расположенное на глубине 41 мм). Расположить строб 1 так, чтобы первый донный эхо-сигнал от меры пересекал строб в середине. Изменить при необходимости коэффициент усиления таким образом, чтобы амплитуда сигнала составляла 80% высоты экрана. Зафиксировать показание дефектоскопа в положении преобразователя, соответствующем максимальной амплитуде эхо-сигнала. Повторить процедуру не менее 3-х раз.

10.2.4. Для каждой серии измерений по формулам (3) и (4) вычислить среднее арифметическое значение H_{cp} и абсолютную погрешность измерений Δ .

$$H_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (3)$$

где H – результат i -го измерения, мм;
 n – число измерений.

$$\Delta = H_{cp} - H_3, \quad (4)$$

где H_3 – действительное значение глубины залегания дефекта, мм, которое рассчитывается по формуле (5):

$$H_3 = H_{c1} - \frac{d_1}{2} \cos \alpha \quad (5)$$

где: H_{c1} – глубина залегания отверстия из протокола поверки образца СО-2, мм
 d_1 – диаметр отверстия из протокола поверки образца СО-2, мм
 α – угол ввода ультразвукового луча, ...°

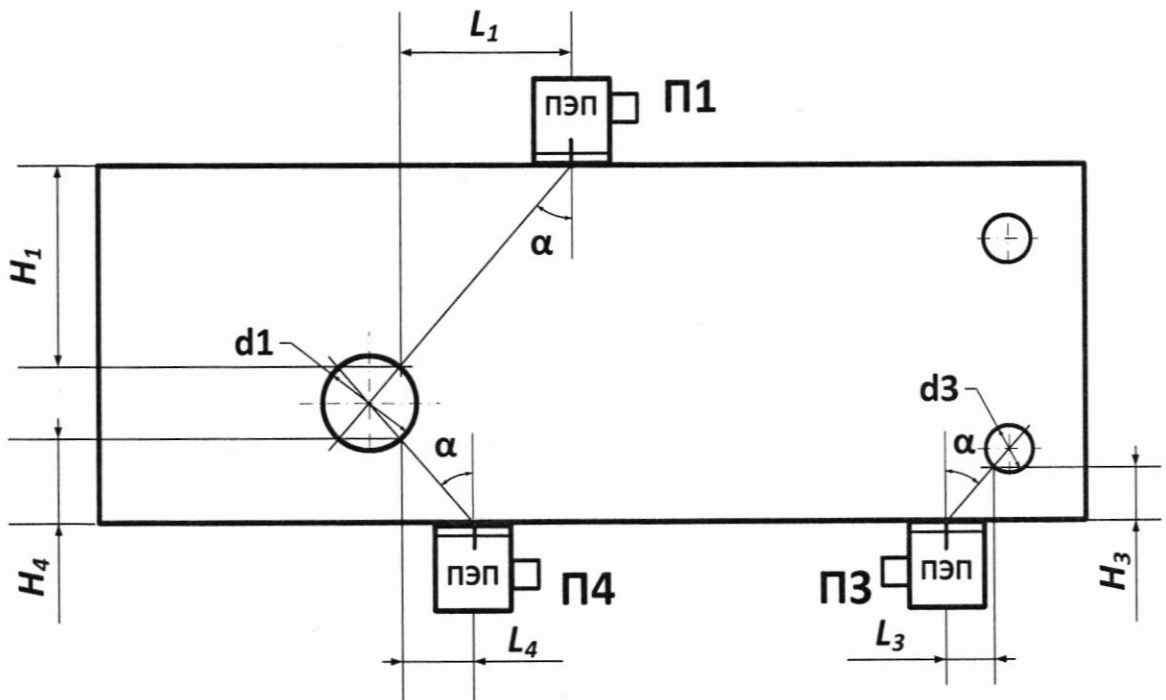


Рисунок 1 - расчет действительных значений координат дефекта.

10.2.6 Повторить процедуру для отверстия 6 мм (d_1), установив преобразователь в положение П4 (рис.1) (нижняя рабочая поверхность образца).

10.2.7 Среднее значение и абсолютную погрешность рассчитать по формулам 3 и 4. Действительное значение глубины залегания дефекта H_3 рассчитать по формуле 6:

$$H_3 = H_{co2} - H_{c1} - \frac{d_1}{2} \cos \alpha \quad (6)$$

где: H_{c1} – глубина залегания отверстия из протокола поверки образца СО-2, мм
 H_{co-2} – высота образца СО-2, мм

d_1 – диаметр отверстия из протокола поверки образца СО-2, мм
 α – угол ввода ультразвукового луча, ...°

10.2.8 Измерить при помощи штангенциркуля диаметр отверстия d_3 и глубину залегания отверстия H_{c3} (расстояние от нижней рабочей поверхности образца до центра отверстия 3 (номинальным диаметром 2 мм)).

10.2.9 Повторить процедуру измерений по п. 4.6.3 и расчет среднего значения глубины и абсолютной погрешности измерений глубины дефекта по формулам 3 и 4.

Действительное значение глубины залегания дефекта H_3 рассчитывается по формуле (7):

$$H_{\text{Э}} = H_{\text{сз}} - \frac{d_1}{2} \cos \alpha \quad (5)$$

где: $H_{\text{сз}}$ - глубина залегания отверстия, измеренная в п.4.6.8, мм

d_1 - диаметр отверстия, измеренный в п.4.6.8, мм

α - угол ввода ультразвукового луча, ...°

10.2.10 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки, если полученные результаты соответствуют требованиям, приведенным в таблице 4.

10.3 Проверка диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений расстояния (координаты) от точки выхода УЗК до проекции дефекта на поверхность сканирования

10.3.1 Для проверки диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений координаты от точки выхода УЗК до проекции дефекта на поверхность сканирования использовать контрольный образец СО-2 и СО-3. Проверку проводить по следующей процедуре.

10.3.2 Провести настройку дефектоскопа в соответствии с РЭ. Установить параметры, соответствующие подключенному преобразователю.

10.3.3 Нанести на образец слой контактной жидкости, установить наклонный преобразователь, подключенный к электронному блоку дефектоскопа, на поверхность образца СО-2 (у отметки по шкале α_0 образца, соответствующего значению угла ввода преобразователя) и найти положение преобразователя на поверхности образца, соответствующее максимальной амплитуде эхо-сигнала от отражателя (отверстия диаметром 6 мм и 2 мм,) при установке преобразователя в положения П1, П3 и П4 (рис.1). Расположить строб 1 так, чтобы первый донный эхо-сигнал от меры пересекал строб в середине. Изменить при необходимости коэффициент усиления таким образом, чтобы амплитуда сигнала составляла 80% высоты экрана. Зафиксировать показание дефектоскопа в положении преобразователя, соответствующем максимальной амплитуде эхо-сигнала. Повторить процедуру не менее 3х раз.

10.3.4 Для каждой серии измерений по формулам (5) и (6) вычислить среднее арифметическое значение $L_{\text{ср}}$ и абсолютную погрешность измерений Δ .

$$L_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n}, \quad (5)$$

где L_i – результат i -го измерения, мм;

n – число измерений.

$$\Delta = L_{\text{ср}} - L_{\text{э}}, \quad (6)$$

где $L_{\text{ср}}$ – значение расстояния от точки ввода УЗК преобразователя до дефекта, измеренное дефектоскопом, мм,

$L_{\text{э}}$ - значение расстояния от точки ввода УЗК преобразователя до дефекта на мере СО-2, которое определяется по формуле (7)

$$L_{\text{э}} = H_{\text{д}} \cdot \text{tg} \alpha \quad (7)$$

$H_{\text{д}}$ – действительное значение глубины залегания отражателя, мм;

α - угол ввода наклонного преобразователя, °

10.3.5 Установить ПЭП на середину рабочей поверхности меры СО-3 с использованием контактной жидкости так, чтобы метка точки ввода на боковой поверхности преобразователя соответствовала положению риски «0» на мере.

10.3.6 Найти максимум амплитуды эхосигнала для седьмого отражения от цилиндрической поверхности меры, с помощью строба измерить и записать показание расстояния до цилиндрической поверхности образца СО-3. При необходимости изменить временную развертку и усиление дефектоскопа.

Повторить пункты 10.3.5 и 10.3.6 три раза и вычислить среднее арифметическое значение $L_{изм}$.

Вычислить абсолютную погрешность измерений расстояния ΔL по формуле

$$\Delta L = H_{изм} - 7 \cdot H_{СО-3} \cdot \cos\alpha \quad (8)$$

где $H_{СО-3}$ высота меры СО-3 из протокола поверки меры, мм,

α - угол ввода ультразвукового луча, ...°

11 ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

11.1 Дефектоскоп считается прошедшим поверку, если по пунктам 7 - 9 соответствует перечисленным требованиям, а полученные результаты измерений по пункту 10 соответствуют таблице 1

11.2 В случае подтверждения соответствия дефектоскопов метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и дефектоскопы признают пригодным к применению.

11.3 В случае, если соответствие дефектоскопов метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и дефектоскопы признают непригодным к применению.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ).

12.2 При положительных результатах поверки в случае, если по результатам поверки средство измерений соответствует обязательным требованиям к эталону, оформляется протокол поверки и в ФИФ передаются сведения как о СИ, применяемом в качестве эталона.

12.3 При положительных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений на бумажном носителе. Знак поверки в виде оттиска клейма и (или) наклейки наносится на свидетельство о поверке.

12.4 При отрицательных результатах поверки дополнительно по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности на бумажном носителе.

Начальник лаборатории 203/3



М. Л. Бабаджанова