

СОГЛАСОВАНО



Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИОФИ»

Е.А. Гаврилова

«28» 08 2023 г.

**«ГСИ. Дефектоскопы вихретоковые многоканальные «ЭМД-2».
Методика поверки»**

МП 013.Д4-23

Главный метролог
ФГБУ «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

«28» 08 2023 г.

Москва
2023 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.....	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
7 Внешний осмотр средства измерений.....	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
9 Проверка программного обеспечения средства измерений.....	7
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	8
11 Оформление результатов поверки.....	11
Приложение А	13
Приложение Б.....	14

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на дефектоскопы вихретоковые многоканальные «ЭМД-2» (далее по тексту – дефектоскопы), предназначенные для измерений глубины поверхностных дефектов в материалах, полуфабрикатах, готовых изделиях, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к Государственному первичному эталону единицы длины – метра (ГЭТ 2-2021) в соответствии с локальной поверочной схемой, приведенной в приложении А.

Поверка дефектоскопов выполняется методом прямых измерений.

1.2 Метрологические характеристики дефектоскопов указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение и допускаемое отклонение рабочей частоты, кГц	100 ± 10
Номинальное значение и допускаемое отклонение размаха сигнала возбуждения, В	$28,0 \pm 2,8$
Диапазон измерений глубины поверхностных дефектов, мм	от 0,5 до 9,9
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений глубины поверхностных дефектов, %	± 20

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 и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям		-	10
Определение номинального значения и допускаемого отклонения рабочей частоты и размаха сигнала возбуждения	да	да	10.1
Определение диапазона и относительной погрешности измерений глубины поверхностных дефектов	да	да	10.2

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

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С;
- относительная влажность воздуха (65 ± 15) %;
- атмосферное давление (100 ± 4) кПа;
- напряжение сети переменного тока от 197 до 243 В;
- частота сети переменного тока ($50,00 \pm 1,25$) Гц.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

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

4.3 К проведению поверки допускают лиц, изучивших правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (ПОТЭЭ), приложение к приказу Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15.12.2020 № 903н.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

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. 8.3 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от +15 °С до +25 °С с абсолютной погрешностью ± 1 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне до 80 % с погрешностью ± 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 96 до 104 кПа с абсолютной погрешностью не более $\pm 0,5$ кПа; Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 195 до 245 В с относительной погрешностью не более 1 %; Средства измерений частоты питающей сети в диапазоне от 45 до 55 Гц с абсолютной погрешностью не более 0,1 Гц	Измеритель параметров микроклимата «Метеоскоп», рег. № 32014-06 Мультиметр цифровой U1241В, рег. № 41432-10

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 10.1 Определение номинального значения и допускаемого отклонения рабочей частоты и размаха сигнала возбуждения	<p>Эталоны единиц электрического напряжения в ранге рабочего эталона 3 разряда согласно ГПС, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18.08.2023 № 1706 в диапазоне измерений от 1 до 40 В с относительной погрешностью $\pm 4\%$</p> <p>Эталоны единиц времени и частоты не ниже уровня рабочего эталона 5-го разряда, по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13.10.2022 № 2360 в диапазоне измерений от 0 до 10^{-5} с, от 0 до 10 МГц с относительной погрешностью $\pm 5,0 \cdot 10^{-5}$</p>	<p>Мультиметр цифровой 34401А, 34460А, 34461А рег. № 54848-13 (далее по тексту – мультиметр)</p> <p>Частотомер электронно-счетный 53131А рег. № 26211-03 (далее по тексту – частотомер)</p>
п. 10.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений глубины поверхностных дефектов	Меры для вихретоковой дефектоскопии в диапазоне измерений глубины поверхностных дефектов от 0,5 до 7,0 мм с абсолютной погрешностью от $\pm 0,05$ до $\pm 0,25$ мм	Комплекты мер для вихретоковой дефектоскопии МВТД, меры СОП-7-001, Hawkeye рег. № 89790-23

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

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемой системы с требуемой точностью.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При подготовке и проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, приведенные в нормативно-технической и эксплуатационной документации на средства поверки и дефектоскоп.

6.2 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям испытаний для легких физических работ.

6.3 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные ГОСТ Р 12.1.031-2010, ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанными в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 15.12.2020 № 903н.

6.4 При выполнении измерений должны соблюдаться требования руководства по эксплуатации дефектоскопа.

7 Внешний осмотр средства измерений

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

- комплектность дефектоскопа должна соответствовать ее руководству по эксплуатации (далее – РЭ) и описанию типа;
- должны отсутствовать явные механические повреждения, влияющие на работоспособность дефектоскопа;
- должна присутствовать маркировка дефектоскопа в соответствии с РЭ и описанию типа.

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

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Если дефектоскоп и средства проверки до начала измерений находились в климатических условиях, отличающихся от указанных в пункте 3.1, то их выдерживают при этих условиях не менее часа, или времени, указанного в эксплуатационной документации.

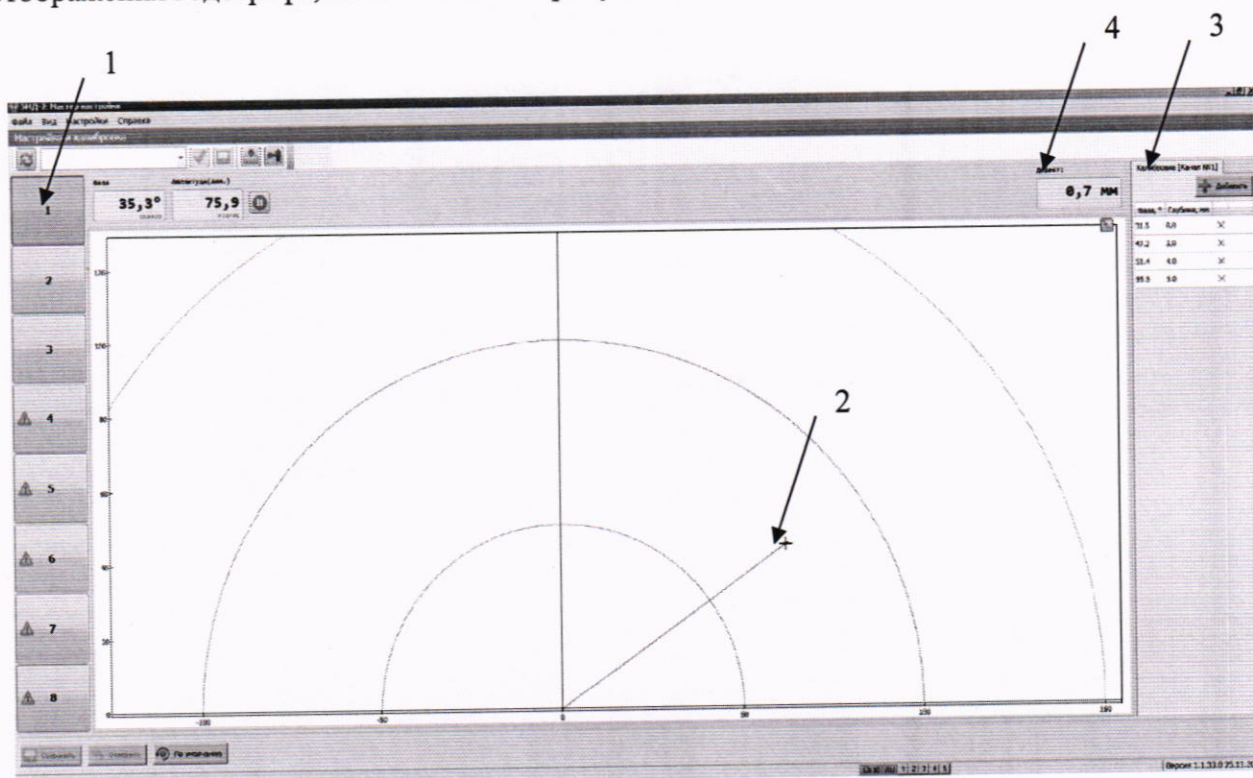
8.2 Подготовить дефектоскоп и средства проверки к работе в соответствии с их РЭ.

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

8.4 Подсоединить кабель питания дефектоскопа к сети переменного тока 220 В.

8.5 Включить компьютер и дефектоскоп.

8.6 После загрузки операционной системы запустить программу «ИНТЕГРАЛ». В строке меню выбрать меню «Настройки» - «Настройка и калибровка». Программа перейдет в режим отображения годографа, как показано на рисунке 1.



1 – панель с кнопками выбора канала;
2 – годограф сигнала;

3 – калибровочная таблица;
4 – индикатор глубины дефекта.

Рисунок 1 - Режим отображения годографа

8.7 Подключить к каналу № 1 дефектоскопа кабель вихретокового преобразователя (далее – ВТП) с вихретоковым преобразователем.

8.8 Установить ВТП в протектор.

8.9 Установить ВТП с протектором на бездефектный участок стандартный образец из комплекта дефектоскопа. Вращая колесико мыши и перемещая указатель мыши с зажатой левой кнопкой, настроить вид на экране, как показано на рисунке 1.

8.10 Провести сканирование стандартного образца.

8.11 На экране должны отображаться сигналы от искусственных дефектов (рисунок 2);

8.12 Выполнить пункты 8.7 – 8.11 для всех каналов дефектоскопа, нажимая кнопку с номером канала на левой панели ПО (рисунок 1) в соответствии с подключением и поочередно переподключая кабель ВТП с ВТП к каждому последующему каналу.

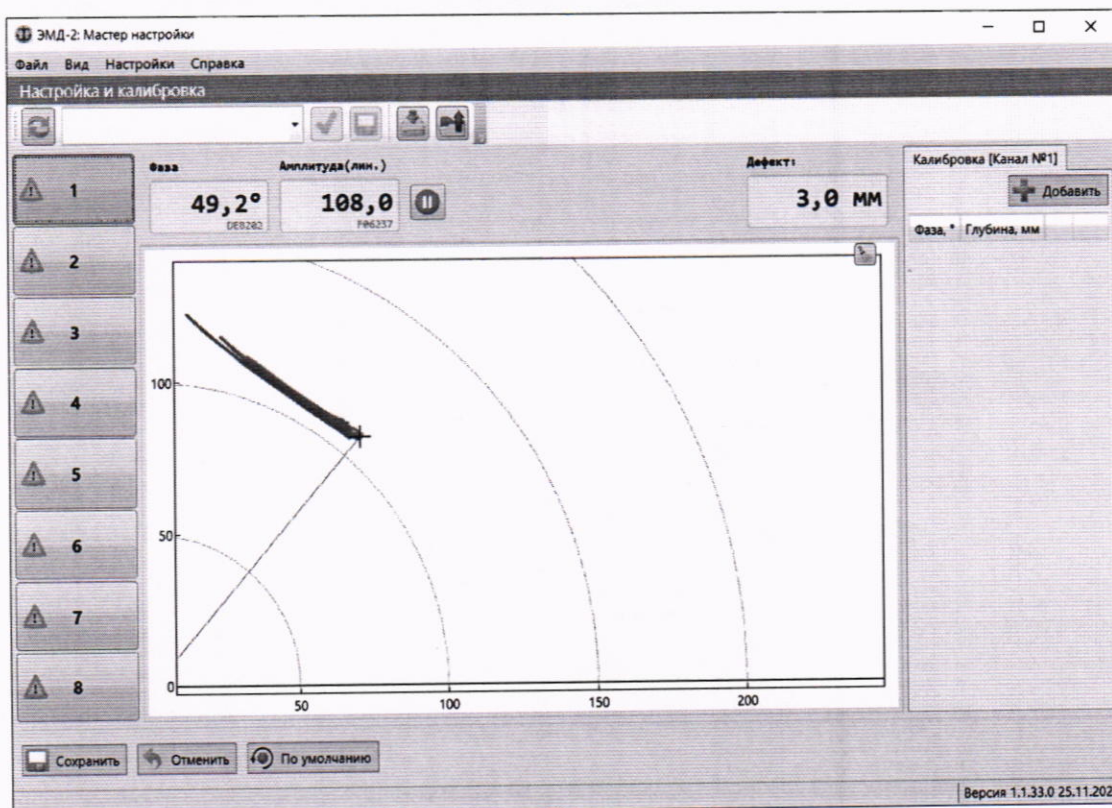


Рисунок 2 – Сигналы от дефектов на комплексной плоскости

8.13 Дефектоскоп считается прошедшим операцию проверки с положительным результатом, если включение прошло успешно и на всех каналах наблюдаются сигналы от дефектов.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 В строке меню выбрать «Справка» - «О программе...».

9.2 В появившемся окне прочитать идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения (далее – ПО). Проверить идентификационные данные ПО на соответствие значениям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	ЭМД-2: Мастер настройки
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.1.33.0 и выше
Цифровой идентификатор ПО	–

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

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение номинального значения и допускаемого отклонения рабочей частоты и размаха сигнала возбуждения

10.1.1 Собрать схему, приведенную на рисунке 3.

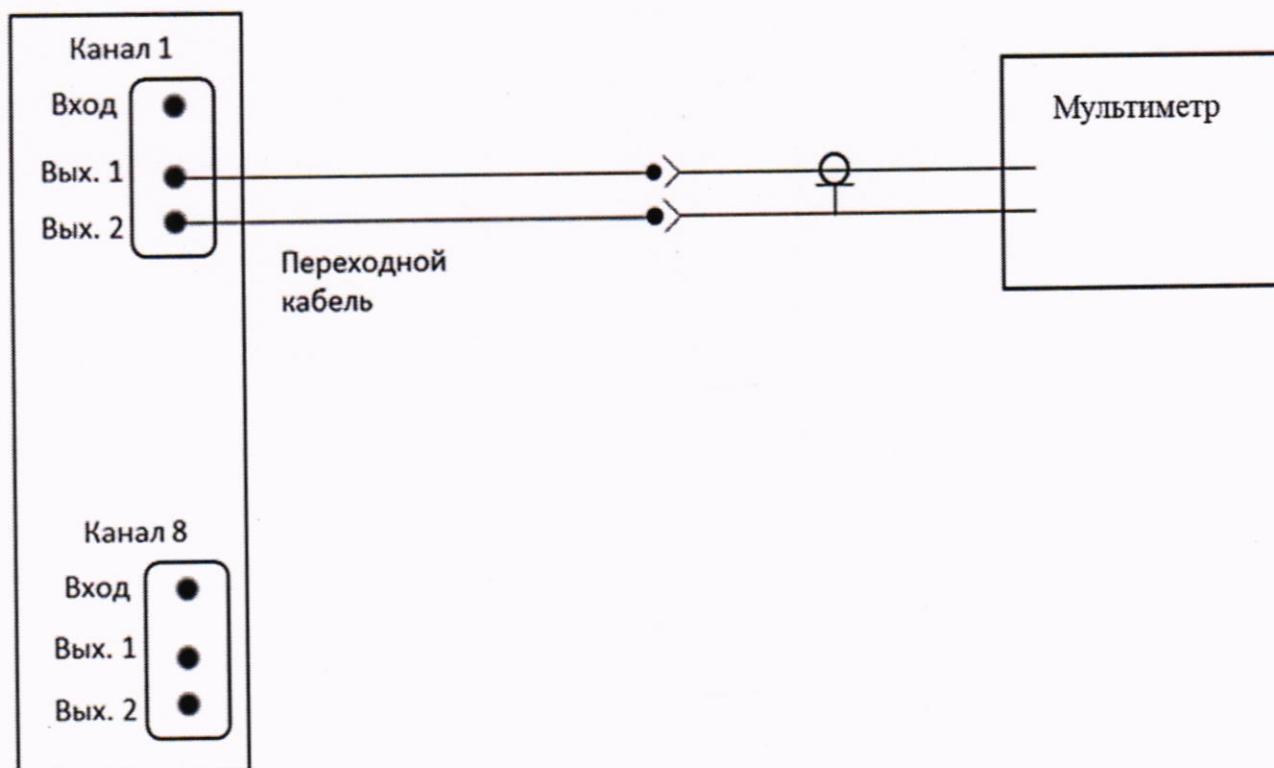


Рисунок 3 – Схема для измерений рабочей частоты и амплитуды сигнала возбуждения

10.1.2 Измерить значение размаха сигнала возбуждения (рисунок 4).

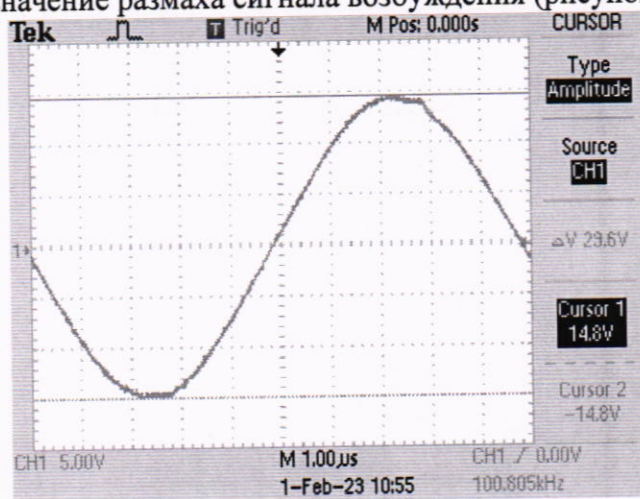


Рисунок 4 - Измерение значения размаха сигнала возбуждения

10.1.3 Выполнить пункт 10.1.2 еще два раза.

10.1.4 Рассчитать среднее арифметическое значение измерений размаха сигнала возбуждения \bar{U} , В, по формуле

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

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

10.1.5 Рассчитать отклонение размаха сигнала возбуждения от номинального значения ΔU , В, по формуле

$$\Delta U = \bar{U} - U_{\text{ном}}, \quad (2)$$

где \bar{U} – среднее арифметическое значение размаха сигнала возбуждения, В;
 $U_{\text{ном}}$ – действительное (опорное) значение размаха сигнала возбуждения, равное 28,0 В.

10.1.6 Собрать схему, приведенную на рисунке 3 подключив вместо мультиметра частотомер.

10.1.7 На частотомере получить сигнал возбуждения и измерить частоту (рисунок 5)

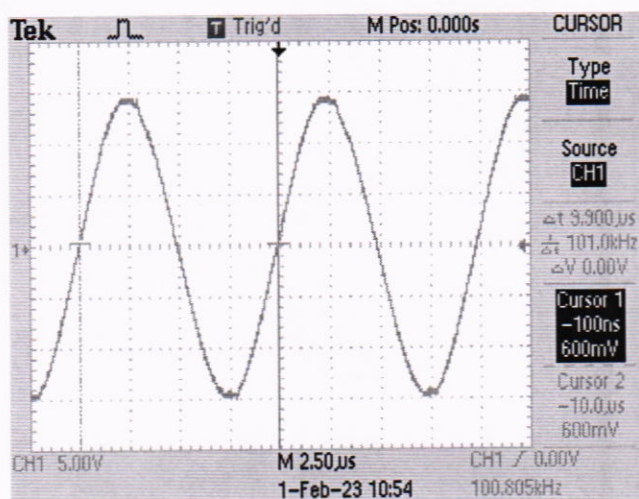


Рисунок 5 – Измерение частоты

10.1.8 Выполнить пункт 10.1.7 еще два раза.

10.1.9 Рассчитать среднее арифметическое значение измерений частоты сигнала возбуждения \bar{F} , кГц, по формуле

$$\bar{F} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i}{n}, \quad (3)$$

где F_i – значение i -го измерения, кГц;
 n – количество измерений.

10.1.10 Рассчитать отклонение частоты сигнала возбуждения от номинального значения ΔF , кГц, по формуле

$$\Delta F = \bar{F} - F_{\text{ном}}, \quad (4)$$

где \bar{F} – среднее арифметическое значение частоты сигнала возбуждения, кГц;
 $F_{\text{ном}}$ – действительное (опорное) значение частоты сигнала возбуждения, равное 100 кГц.

10.1.11 Выполнить пункты 10.1.2 – 10.1.10 для всех каналов дефектоскопа, нажимая кнопку с номером канала на левой панели ПО (рисунок 1) в соответствии с подключением и поочередно переподключая переходной кабель к каждому последующему каналу.

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

10.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений глубины поверхностных дефектов

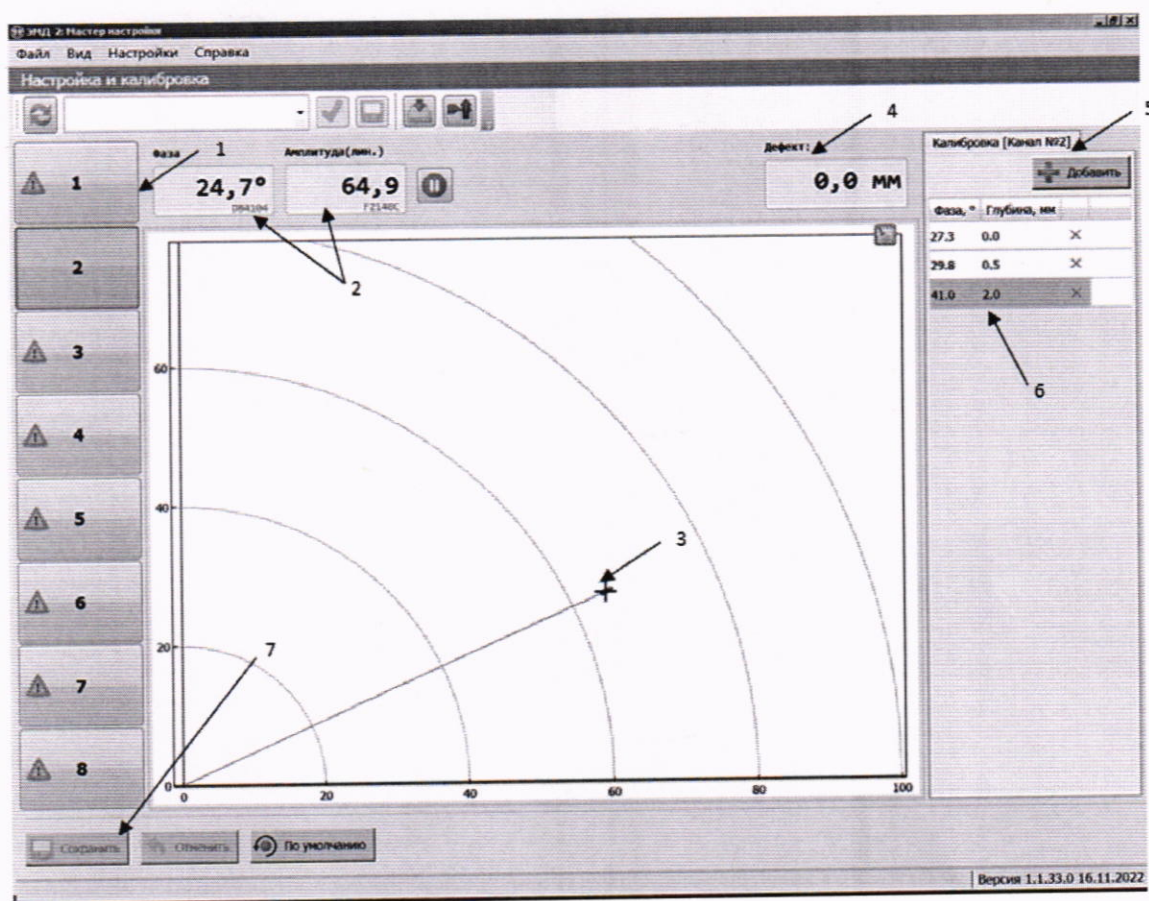
10.2.1 Выполнить пункты 8.6 – 8.8.

10.2.2 Установить ВТП с протектором на бездефектный участок меры СОП-7-001. Вращая колесико мыши и перемещая указатель мыши с зажатой левой кнопкой, настроить вид на экране, как показано на рисунке 1.

10.2.3 Построение калибровочной кривой

10.2.3.1 При наличии калибровочной таблицы удалить её, нажав на кнопку «×» напротив каждой её ячейки.

10.2.3.2 Нажать кнопку «Добавить». В ячейку калибровочной таблицы «Глубина, мм» ввести значение «0». Рабочее окно ПО показано на рисунке 6.



- 1 – панель с кнопками выбора канала;
- 2 – индикатор мгновенных значений фазы и амплитуды;
- 3 – годограф сигнала;
- 4 – индикатор глубины дефекта;
- 5 – кнопка добавления искусственного дефекта;
- 6 – калибровочная таблица;
- 7 – кнопка сохранения параметров и построения калибровочной кривой.

Рисунок 6 – Рабочее окно ПО

10.2.3.3 Перемещая ВТП, найти точку на поверхности меры с максимальной фазой сигнала от искусственного дефекта глубиной $0,7 \pm 0,1$ мм на мере СОП-7-001, нажать кнопку «Добавить». ВТП при перемещении должен находиться на удалении от боковых граней меры.

10.2.3.4 Ввести в ячейку калибровочной таблицы фактическую глубину контролируемого искусственного дефекта, взятую из протокола на меру СОП-7-001.

10.2.3.5 Выполнить пункты 10.2.3.3 – 10.2.3.4 для контролируемого искусственного дефекта глубиной $0,3 \pm 0,1$ мм.

10.2.3.6 Нажать кнопку «Сохранить».

10.2.4 Перемещая ВТП, найти точку на поверхности меры с максимальным значением глубины дефекта для сигнала от измеряемого искусственного дефекта глубиной 0,5 мм на мере СОП-7-001. ВТП при перемещении должен находиться на удалении от боковых граней меры.

10.2.5 Выполнить пункт 10.2.4 еще 4 раза.

10.2.6 Рассчитать среднее арифметическое значение измерений глубины поверхностных дефектов \bar{H} , мм, по формуле

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (5)$$

где H_i – значение i -го измерения, мм;
 n – количество измерений.

10.2.7 Рассчитать относительную погрешность измерений глубины поверхностных дефектов δH , мм, по формуле

$$\delta H = \frac{\bar{H} - H_{ном}}{H_{ном}} \cdot 100, \quad (6)$$

где \bar{H} – среднее арифметическое значение глубины поверхностных дефектов, мм;
 $H_{ном}$ – действительное (опорное) значение глубины поверхностных дефектов, взятое из протокола поверки на меру СОП-7-001, мм.

10.2.8 Выполнить пункты 10.2.2 – 10.2.7, используя меру Hawkeye. В качестве точек для построения калибровочной кривой использовать искусственные дефекты глубиной $3,0 \pm 1,0$; $8,0 \pm 2,0$ мм. В качестве точек, в которых выполняются измерения использовать $1,0 \pm 0,3$, $5,0 \pm 1,0$, $9,9 \pm 2,0$ мм.

10.2.9 Выполнить пункты 10.2.2 – 10.2.8 для всех каналов дефектоскопа, нажимая кнопку с номером канала на левой панели ПО (рисунок 1) в соответствии с подключением и поочередно переподключая кабель ВТП с ВТП к каждому последующему каналу.

10.2.10 Дефектоскоп считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, 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 дефектоскопа в соответствии с ОТ, 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 (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Начальник отдела
ФГБУ «ВНИИОФИ»



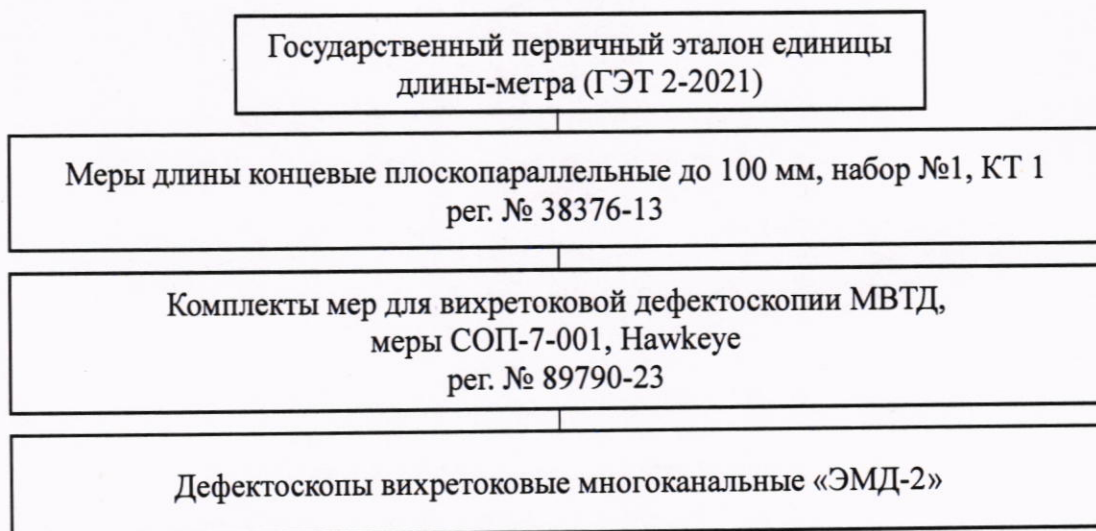
А.В. Иванов

Ведущий инженер
ФГБУ «ВНИИОФИ»

М.И. Чулков

Приложение А
(рекомендуемое)

Структура локальной поверочной схемы для средств измерений неразрушающего контроля



Приложение Б
(рекомендуемое)
ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ первичной/периодической поверки №
от «_____» _____ 20__ года

Средство измерений: _____

Заводской номер: _____

Год выпуска: _____

Состав: _____

Принадлежащее: _____

Поверено в соответствии с методикой поверки: _____

При следующих значениях влияющих факторов:

Температура окружающей среды _____;

Атмосферное давление _____;

Относительная влажность _____;

Напряжение сети переменного тока _____;

Частота сети переменного тока _____.

С применением эталонов: _____

Результаты поверки:

А.1 Внешний осмотр _____

А.2 Проверка идентификации ПО _____

А.3 Опробование _____

А.4 Результаты определения метрологических характеристик:

Таблица 1 - Определение номинального значения и допускаемого отклонения рабочей частоты и размаха сигнала возбуждения В килогерцах

Действительное значение	Номер измерения			Среднее арифметическое значение	Абсолютная погрешность измерений
	1	2	3		

Таблица 2 - Определение номинального значения и допускаемого отклонения размаха сигнала возбуждения В вольтах

Действительное значение	Номер измерения			Среднее арифметическое значение	Абсолютная погрешность измерений
	1	2	3		

Таблица 3 - Определение диапазона и относительной погрешности измерений глубины поверхностных дефектов

Действительное значение глубины поверхностных дефектов, мм	Измеренное значение глубины поверхностных дефектов, мм	Среднее арифметическое измеренное значение глубины поверхностных дефектов, мм	Относительная погрешность измерений глубины поверхностных дефектов, %

Заключение: _____

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: _____
Подпись

/ _____ /
ФИО