

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора  
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

« 19 » 01 2023 г.

**«ГСИ. Комплекты мер для вихретоковой дефектоскопии МВТД.  
Методика поверки»**

**МП 045.Д4-22**

Главный метролог  
ФГУП «ВНИИОФИ»

С.Н. Негода

« 19 » 01 2023 г.

Главный научный сотрудник  
ФГУП «ВНИИОФИ»

В.Н. Крутиков

« 19 » 01 2023 г.

Москва  
2022 г.

## Содержание

1 Общие положения .....	3
2 Перечень операций поверки средства измерений.....	5
3 Требования к условиям проведения поверки .....	7
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку .....	8
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	8
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки .....	11
7 Внешний осмотр средства измерений.....	11
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений .....	11
9 Определение метрологических характеристик средства измерений .....	12
10 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям .....	14
11 Оформление результатов поверки.....	22
ПРИЛОЖЕНИЕ А .....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	24

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на комплекты мер для вихретоковой дефектоскопии МВТД (далее по тексту – комплекты мер), предназначенные для воспроизведения и хранения значений физических величин заданных геометрических размеров искусственных дефектов и используются для проведения поверки, настройки и калибровки средств измерений вихретокового неразрушающего контроля, и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

Настоящая методика поверки применяется для поверки комплектов мер, используемых в качестве рабочих эталонов 4 разряда 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 в ред. Приказа Росстандарта № 2018 от 15.08.2022 (далее – ГПС № 2840) и рабочих эталонов 3 разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений параметров шероховатости  $R_{max}$ ,  $R_z$  в диапазоне от 0,001 до 12000 мкм и  $R_a$  в диапазоне от 0,001 до 3000 мкм, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06.11.2019 № 2657 (далее – ГПС № 2657). По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость к ГЭТ 113-2014 в соответствии с ГПС № 2657 и к ГЭТ 2-2021 в соответствии с ГПС № 2840 и локальной поверочной схемой, структура которой приведена в приложении А к настоящей методике поверки.

Поверка комплектов мер выполняется методом прямых измерений и методом сличения с помощью компаратора.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики		Значение		
<b>СОП-Х-У</b>				
Диапазон воспроизведения глубины искусственных дефектов, мм		от 0,5 до 10,0*		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов, мм	от 0,5 до 1,0 включ.	±0,05		
	св. 1,0 до 3,0 включ.	±0,10		
	св. 3,0 до 10,0 включ.	±0,25		
Шероховатость поверхности $R_a$ , мкм, не более		2,5		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения шероховатости поверхности $R_a$ , мкм		±1,5		
<b>Меры TST</b>				
		TST001, TST003	TST002.1, TST003.2	TST002, TST003.1
Диапазон воспроизведения толщины меры, мм		от 2 до 30*		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения толщины меры, мм		±0,05		
Номинальное значение и допускаемое отклонение ширины проточек, мм		20 ± 1		
Номинальное значение и допускаемое отклонение глубины проточек, % от толщины		60,0 ± 8	5,0 ± 1 10,0 ± 2 20,0 ± 5	-
Диапазон воспроизведения глубины проточек, % от толщины*		-	-	от 5 до 100***

Номинальные значения и допускаемые отклонения расстояний между проточками, мм	40 ± 2 20 ± 1 10 ± 1 5 ± 1	40 ± 2	-
Диапазон воспроизведения расстояний между проточками, мм	-	-	от 5 до 40*
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения глубины проточек, % от толщины	±3,0		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками, мм	±0,5		
Мера RFET			
	RFET1	RFET2	
Диапазон воспроизведения толщины стенки, мм	от 1 до 4*		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки, мм	±0,05		
Внешний диаметр, мм	25,0 ± 0,5	от 9 до 50*	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения внешнего диаметра меры, мм	±0,05		
Номинальное значение и допускаемое отклонение глубины проточек, % от толщины стенки	10 ± 5 15 ± 5 20 ± 5 60 ± 5 60 ± 5	-	
Диапазон воспроизведения глубины проточек, % от толщины стенки*	-	от 5 до 100***	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения глубины проточек, % от толщины стенки	±3,0		
Ширина проточек, мм	19 ± 1	от 5 до 30*	
Расстояние между проточками, мм	от 20 до 210*		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками, мм	±0,5		
Hawkeye			
Диапазон воспроизведения глубины искусственных дефектов, мм	от 0,8 до 10,0*		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов, мм	±0,25		
Шероховатость поверхности Ra, мкм, не более	2,5		
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения шероховатости поверхности Ra, мкм	±1,5		

КММД-ПГ		
	Мера №1	Мера №2
Диапазон воспроизведения диаметров искусственных дефектов, мм	от 1,0 до 5,0*	от 0,2 до 2,0*
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения диаметров искусственных дефектов, мм	±0,1	
Номинальное значение и допускаемое отклонение ширины проточки (для меры № 1), мм	3,5 ± 0,2	
Номинальное значение и допускаемое отклонение глубины проточки (для меры № 1), % от толщины	10 ± 5	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточки (для меры № 1), мм	±0,1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения глубины проточки (для меры № 1), % от толщины	±3,5	
Глубина искусственных дефектов, % от толщины	от 10 до 100***	100***
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов, % от толщины	±3,5	
Диапазон воспроизведения толщины стенки, мм	от 1 до 3*	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки, мм	±0,05	
Диапазон воспроизведения внешнего диаметра меры, мм	от 15 до 25*	
Диапазон воспроизведения внутреннего диаметра меры, мм	от 12 до 23*	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения внешнего и внутреннего диаметров меры, мм	±0,05	
Диапазон воспроизведения расстояния между искусственными дефектами, мм	от 20 до 45*	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения расстояния между искусственными дефектами, мм	±0,5	
<p>* Указан максимальный диапазон, конкретный диапазон указывается в паспорте на комплект мер.</p> <p>** L – измеренное значение ширины искусственного дефекта, мм.</p> <p>*** Глубина, равная 100 %, соответствует сквозной проточке.</p>		

## 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
Определение метрологических характеристик средства измерений	-		9
Определение метрологических характеристик мер СОП-Х-У и Hawkeye	-		9.1
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов	да	да	9.1.1
Определение шероховатости Ra рабочих поверхностей меры и ее абсолютной погрешности	да	да	9.1.2
Определение метрологических характеристик мер TST	-		9.2
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины меры	да	да	9.2.1
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками	да	да	9.2.2
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины проточек	да	да	9.2.3
Определение метрологических характеристик мер RFET	-		9.3
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки	да	да	9.3.1

Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего диаметра меры и глубины проточек	да	да	9.3.2
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками	да	да	9.3.3
Определение метрологических характеристик мер КММД-ПГ	-		9.4
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения диаметров искусственных дефектов и ширины проточки	да	да	9.4.1
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего и внутреннего диаметров мер	да	да	9.4.2
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки и расстояния между искусственными дефектами	да	да	9.4.3
Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов и глубины проточки	да	да	9.4.4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

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

2.3 Допускается проведение поверки комплекта мер в составе комплекта поставки.

2.4 Поверка меры прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, а меру признают не прошедшей поверку. Комплект мер признают не прошедшим поверку, если ни одна мера не прошла поверку.

### 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 80;
- 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 и руководства по эксплуатации (паспорта) комплектов мер и средств поверки;
- 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 Средства поверки должны быть аттестованы (поверены) в установленном порядке.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемого комплекта мер 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)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 до 30 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 90 % с погрешностью не более 3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 90 до 110 кПа с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа; Средства измерений напряжения питающей сети в диапазоне от 200 до 240 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
п. 9.1.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов	Эталоны единицы длины и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840 в ред. Приказа № 2018 от 15.08.2022 в диапазоне измерений длины от 0,5 до 10,0 мм с абсолютной погрешностью измерений ± 0,005 мм.	Меры длины концевые плоскопараллельные до 100 мм набор №1, КТ 1 (далее - меры концевые) рег. № 38376-13
п. 9.1.2 Определение шероховатости Ra рабочих поверхностей	Эталоны единицы параметров шероховатости и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 2 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального	Мера ширины и периода МШПС-2.0К (далее – мера МШПС-2.0К) рег. № 33598-06;



меры и ее абсолютной погрешности	агентства по техническому регулированию и метрологии № 2657 от 06.11.2019 в диапазоне измерений Ra от 0,01 до 3,00 мкм с относительной погрешностью измерений $\pm 5\%$	Микроскоп конфокальный сканирующий VCM-200A (далее – конфокальный микроскоп) рег. № 48291-11
п. 9.2.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины меры	Средства измерений длины по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840 в ред. Приказа № 2018 от 15.08.2022, применяемые в качестве эталона согласно локальной поверочной схеме в диапазоне измерений длины от 0 до 50 мм с абсолютной погрешностью измерений $\pm 0,04$ мм.	Микрометр МК-25 (далее – микрометр), рег. № 287-49; Микрометр МК-50, рег. № 287-79 Штангенциркуль с цифровой индикацией двусторонний с глубиномером ШЦЦ-I (далее – штангенциркуль) рег. № 36462-07
п. 9.2.2 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками	Средства измерений длины по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840 в ред. Приказа № 2018 от 15.08.2022, применяемые в качестве эталона согласно локальной поверочной схеме в диапазоне измерений длины от 0 до 100 мм с абсолютной погрешностью измерений $\pm 0,04$ мм.	Штангенциркуль с цифровой индикацией двусторонний с глубиномером ШЦЦ-I (далее – штангенциркуль) рег. № 36462-07
п. 9.2.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины проточек	Средства измерений длины по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840 в ред. Приказа № 2018 от 15.08.2022, применяемые в качестве эталона согласно локальной поверочной схеме в диапазоне измерений длины от 0 до 10 мм с абсолютной погрешностью измерений $\pm 0,03$ мм.	Индикатор часового типа ИЦ (далее – индикатор часового типа) рег. № 58190-14
п. 9.3.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки	Средства измерений длины по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840 в ред. Приказа № 2018 от 15.08.2022, применяемые в качестве эталона согласно локальной поверочной схеме в диапазоне измерений длины от 0 до 100 мм с абсолютной погрешностью измерений $\pm 0,04$ мм.	Штангенциркуль с цифровой индикацией двусторонний с глубиномером ШЦЦ-I (далее – штангенциркуль) рег. № 36462-07
п. 9.3.2		

<p>Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего диаметра меры и глубины проточек</p>		
<p>п. 9.3.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками</p>	<p>Средства измерений длины по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840 в ред. Приказа № 2018 от 15.08.2022, применяемые в качестве эталона согласно локальной поверочной схеме в диапазоне измерений длины от 0 до 250 мм с абсолютной погрешностью измерений <math>\pm 0,04</math> мм.</p>	
<p>п. 9.4.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения диаметров искусственных дефектов и ширины проточки</p>	<p>Эталоны единицы длины и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840 в ред. Приказа № 2018 от 15.08.2022, в диапазоне измерений длины от 0,5 до 10,0 мм с абсолютной погрешностью измерений <math>\pm 0,005</math> мм.</p>	<p>Меры длины концевые плоскопараллельные до 100 мм набор №1, КТ 1 (далее - меры концевые) рег. № 38376-13</p>
<p>п. 9.4.2 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего и внутреннего диаметров мер</p>	<p>Средства измерений длины по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840 в ред. Приказа № 2018 от 15.08.2022, применяемые в качестве эталона согласно локальной поверочной схеме в диапазоне измерений длины от 0 до 100 мм с абсолютной погрешностью измерений <math>\pm 0,04</math> мм.</p>	<p>Штангенциркуль с цифровой индикацией двусторонний с глубиномером ШЦЦ-I (далее – штангенциркуль) рег. № 36462-07</p>
<p>п. 9.4.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки</p>		

и расстояния между искусственными дефектами		
п. 9.4.4 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов и глубины проточки	Средства измерений длины по государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 г. № 2840 в ред. Приказа № 2018 от 15.08.2022, применяемые в качестве эталона согласно локальной поверочной схеме в диапазоне измерений длины от 0 до 10 мм с абсолютной погрешностью измерений $\pm 0,03$ мм.	Индикатор часового типа ИЦ (далее – индикатор часового типа) рег. № 58190-14
п. 9.1.1, 9.1.2, 9.4.1	Вспомогательное оборудование: 1) Микроскоп большой инструментальный БМИ-1 (далее – микроскоп) рег. № 1363-60	
п. 9.4.4	Вспомогательное оборудование: 1) Штатив с магнитным основанием для измерительных головок ШМ-ПН по ГОСТ 10197-70 2) Плита поверочная Micron, рег. № 50635-12. Размеры плиты 630 x 400 мм. Допускаемое отклонение от плоскостности рабочей поверхности 30 мкм	

## **6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

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

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 Внешним осмотром комплекта мер должно быть установлено:

- соответствие комплектности комплекта мер требованиям паспорта и описанию типа;
- отсутствие явных механических повреждений и загрязнений, влияющих на работоспособность комплекта мер;
- наличие маркировки на мерах в соответствии с паспортом и описанием типа.

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

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Если комплект мер и средства поверки 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 Провести контроль условий поверки, используя средства измерений, удовлетворяющие требованиям, указанным в таблице 3.

8.3 Подготовить комплект мер и средства поверки к работе в соответствии с их РЭ (паспортом).

8.4 При наличии смазки и загрязнений, препятствующих измерениям, на поверхностях мер удалить их с помощью чистой хлопчатобумажной ткани и протереть обезжиривающим средством.

## **9 Определение метрологических характеристик средства измерений**

### **9.1 Определение метрологических характеристик мер СОП-Х-У и Hawkeye**

#### **9.1.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов**

9.1.1.1 Измерения проводятся при помощи концевых мер и микроскопа в качестве компаратора.

9.1.1.2 Установить концевую меру на измерительный стол микроскопа и выполнить измерение.

9.1.1.3 Установить меру (СОП-Х-У) на измерительный стол микроскопа на торцевую поверхность со стороны искусственных дефектов. Выполнить измерения глубины первого искусственного дефекта меры с помощью микроскопа. Измерения провести по три раза с левой и правой торцевых поверхностей меры.

9.1.1.4 Выполнить пункты 9.1.1.1 для всех концевых мер и 9.1.1.2 для всех искусственных дефектов мер СОП-Х-У и Hawkeye.

9.1.1.5 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.1.

#### **9.1.2 Определение шероховатости Ra рабочих поверхностей меры и ее абсолютной погрешности**

9.1.2.1 Установить меру МШПС-2.0К на измерительный стол микроскопа.

9.1.2.2 Выполнить измерения профиля поверхности меры МШПС-2.0К с помощью микроскопа в соответствии с его РЭ.

9.1.2.3 При необходимости вычесть наклон измеренного профиля.

9.1.2.4 С помощью горизонтальных маркеров измерить высоту  $h_{изм}$  ступеньки меры МШПС-2.0К.

9.1.2.5 Установить меру на измерительный стол микроскопа на одну из рабочих поверхностей меры (для Hawkeye на рабочую поверхность меры).

9.1.2.6 Выполнить измерения профиля поверхности с помощью микроскопа в соответствии с его РЭ.

9.1.2.7 Измерить значения  $Ra_{изм}$  по шести прямым равномерно распределённым по площади измеренного в пункте 9.1.2.6 профиля поверхности меры.

9.1.2.8 Выполнить пункты 9.1.2.1 – 9.1.2.7 еще в двух точках, равномерно распределённых на данной рабочей поверхности меры.

9.1.2.9 Установить меру (СОП-Х-У) на измерительный стол микроскопа на вторую рабочую поверхность меры и выполнить пункты 9.1.2.1 – 9.1.2.8.

9.1.2.10 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.2.

## **9.2 Определение метрологических характеристик мер TST**

#### **9.2.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины меры**

9.2.1.1 Выполнить измерения толщины меры с помощью микрометра или штангенциркуля. Измерения провести в десяти равномерно распределенных точках по периметру меры.

9.2.1.2 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.3.

#### **9.2.2 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками**

9.2.2.1 Выполнить измерения ширины первой проточки с помощью штангенциркуля. Измерения провести в десяти равномерно распределенных точках по длине проточки.

9.2.2.2 Выполнить пункт 9.2.2.1 для всех проточек.

9.2.2.3 Выполнить измерения расстояния между соседними проточками с помощью штангенциркуля. Измерения провести в десяти равномерно распределенных точках по длине соседних проточек.

9.2.2.4 Выполнить пункт 9.2.2.3 для всех соседних проточек.

9.2.2.5 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.4.

### **9.2.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины проточек**

9.2.3.1 Установить меру и штатив с магнитным основанием для измерительных головок ШМ-ПН на поверочную плиту.

9.2.3.2 Выполнить измерения глубины первой проточки с помощью индикатора часового типа, установленного на штатив. Измерения провести в десяти равномерно распределенных точках по длине проточки.

9.2.3.3 Выполнить пункт 9.2.3.2 для всех проточек.

9.2.3.4 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.5.

### **9.3 Определение метрологических характеристик мер RFET**

#### **9.3.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки**

9.3.1.1 Выполнить измерения толщины стенки с помощью штангенциркуля. Измерения провести с каждой стороны меры в пяти равномерно распределенных точках по длине окружности меры.

9.3.1.2 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.6.

#### **9.3.2 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего диаметра меры и глубины проточек**

9.3.2.1 Выполнить измерения внешнего диаметра меры с помощью штангенциркуля. Измерения провести в десяти равномерно распределенных точках по длине меры.

9.3.2.2 Выполнить измерения внешнего диаметра меры в месте нанесения первой проточки с помощью штангенциркуля. Измерения провести в десяти равномерно распределенных точках по длине окружности проточки.

9.3.2.3 Выполнить пункт 9.3.2.2 для всех проточек.

9.3.2.4 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.7.

#### **9.3.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками**

9.3.3.1 Выполнить измерения ширины первой проточки с помощью штангенциркуля. Измерения провести в десяти равномерно распределенных точках по длине окружности меры.

9.3.3.2 Выполнить пункт 9.3.3.1 для всех проточек.

9.3.3.3 Выполнить измерения расстояния между соседними проточками с помощью штангенциркуля. Измерения провести в десяти равномерно распределенных точках по длине окружности меры.

9.3.3.4 Выполнить пункт 9.3.3.3 для всех соседних проточек.

9.3.3.5 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.8.

### **9.4 Определение метрологических характеристик мер КММД-ПГ**

#### **9.4.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения диаметров искусственных дефектов и ширины проточки**

9.4.1.1 Выполнить измерения диаметров сквозных отверстий, диаметров глухих сверлений с плоским дном и ширины проточки на мерах № 1 и № 2 с помощью микроскопа.

9.4.1.2 Измерения проточки провести в двадцати точках, расположенных по длине окружности меры.

9.4.1.3 Измерение диаметра для каждого сквозного или глухого отверстия выполнить в пяти разных ориентациях меры относительно окуляра микроскопа.

9.4.1.4 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.9.

#### **9.4.2 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего и внутреннего диаметров мер**

9.4.2.1 Выполнить измерения внешнего и внутреннего диаметров мер с помощью штангенциркуля.

9.4.2.2 Измерения внешнего диаметра мер провести в десяти равномерно распределенных точках по длине меры.

9.4.2.3 Измерения внутреннего диаметра мер провести на каждом конце меры по пять раз в разных точках, расположенных по длине окружности меры.

9.4.2.4 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.10.

#### **9.4.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки и расстояния между искусственными дефектами**

9.4.3.1 Выполнить измерения толщины стенки на каждом конце мер в пяти точках, расположенных по длине окружности меры.

9.4.3.2 Выполнить измерения расстояния между соседними искусственными дефектами с помощью штангенциркуля.

9.4.3.3 Выполнить пункт 9.4.3.2 для всех соседних искусственных дефектов.

9.4.3.4 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.11.

#### **9.4.4 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов и глубины проточки**

9.4.4.1 Установить меру и штатив с магнитным основанием для измерительных головок ШМ-ПН на поверочную плиту.

9.4.4.2 Выполнить измерения глубины первого искусственного дефекта в виде глухого сверления с плоским дном с помощью индикатора часового типа, установленного на штатив. Измерения провести в пяти равномерно распределенных точках по поверхности искусственного дефекта и в его центре.

9.4.4.3 Выполнить пункт 9.4.4.2 для всех искусственных дефектов.

9.4.4.4 Выполнить измерения глубины проточки с помощью индикатора часового типа, установленного на штатив. Измерения провести в шести равномерно распределенных точках по длине окружности меры.

9.4.4.5 Произвести обработку результатов измерений в соответствии с пунктом 10.12.

### **10 Подтверждение соответствия средств измерений метрологическим требованиям**

#### **10.1 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов мер СОП-Х-У и Hawkeye**

10.1.1 Результатом измерений глубины искусственных дефектов по пунктам 9.1.1.1 – 9.1.1.3 является среднее арифметическое глубины искусственных дефектов  $H_{cp}$ , мм, рассчитываемое для каждого искусственного дефекта и меры по формуле

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

где  $H_i$  – значение  $i$ -го измерения, мм;

$n$  – количество измерений.

10.1.2 Вычислить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата шести измерений измеряемой величины  $S$ , мм, по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (H_i - H_{cp})^2}{n-1}}, \quad (2)$$

где  $H_i$  – значение  $i$ -го измерения, мм;

$H_{cp}$  – среднее арифметическое значение измеряемой величины, мм;

$n$  – количество измерений.

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

$$G_1 = \frac{|H_{\max} - H_{cp}|}{S}, \quad G_2 = \frac{|H_{\min} - H_{cp}|}{S}, \quad (3)$$

где  $H_{\max}$  – максимальное значение результата измерений, мм;

$H_{\min}$  – минимальное значение результата измерений, мм.

Если  $G_1 > G_T$ , то  $H_{\max}$  исключают, как маловероятное значение, если  $G_2 > G_T$ , то  $H_{\min}$  исключают, как маловероятное значение (здесь критическое значение критерия Граббса для шести измерений  $G_T = 1,973$ ).

Провести дополнительные измерения (если количество оставшихся результатов измерений стало меньше шести, повторить пункты 10.1.1 – 10.1.3, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным шести).

10.1.4 Вычислить СКО среднего арифметического измеряемой величины  $S_{\bar{x}}$ , мм, по формуле

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (4)$$

где  $S$  – СКО результата шести измерений измеряемой величины, мм;

$n$  – количество измерений.

10.1.5 Вычислить доверительные границы  $\varepsilon$ , мм, случайной погрешности оценки измеряемой величины при  $P=0,95$ :

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}}, \quad (5)$$

где  $t=2,571$  – значение коэффициента Стьюдента для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и числа измерений равным шести;

$S_{\bar{x}}$  – СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

10.1.6 Вычислить СКО неисключенной систематической погрешности  $S_{\Theta}$ , мм, (далее – НСП) измеряемой величины по формуле

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (6)$$

где  $\Theta_{\Sigma}$  – сумма НСП применяемых средств измерений, мм, рассчитываемая по формуле:

$$\Theta_{\Sigma} = |\Theta_{\text{мик}} + \Theta_{\text{изм}}| \quad (7)$$

где  $\Theta_{\text{мик}}$  – абсолютная погрешность микроскопа, указанная в протоколе поверки микроскопа

$\Theta_{\text{изм}}$  – абсолютная погрешность измерений, рассчитываемая по формуле

$$\Theta_{\text{изм}} = H_{cp} - H_{\text{эт}} \quad (8)$$

где  $H_{\text{эт}}$  – измеренное значение концевой меры, мм.

10.1.7 Вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение оценки измеряемой величины  $S_{\Sigma}$ , мм, по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}, \quad (9)$$

где  $S_{\Theta}$  - среднее квадратическое отклонение НСП измеряемой величины, мм;  
 $S_{\bar{x}}$  - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

10.1.8 Вычислить коэффициент  $K$  по формуле

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}}, \quad (10)$$

где  $\varepsilon$  - доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины, мм;

$\Theta_{\Sigma}$  – сумма НСП применяемых средств измерений, мм;

$S_{\bar{x}}$  - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм;

$S_{\Theta}$  - среднее квадратическое отклонение НСП измеряемой величины, мм.

10.1.9 Вычислить абсолютную погрешность измеряемой величины  $\Delta$ , мм, по формуле

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (11)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП.

10.1.10 Для каждого искусственного дефекта произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов согласно пунктам 10.1.2 – 10.1.9 методики поверки.

10.1.11

10.1.12 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.1.1, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

## 10.2 Расчет шероховатости $Ra$ рабочих поверхностей и ее абсолютной погрешности мер СОП-Х-У и Hawkeye

10.2.1 Рассчитать значение шероховатости  $Ra$  для каждого значения  $Ra_{изм}$  по формуле

$$Ra = Ra_{изм} \times \frac{h_{ном}}{h_{изм}}, \quad (12)$$

где  $Ra_{изм}$  – значения шероховатости, измеренные в пункте 9.1.3.7, мкм;

$h_{изм}$  - измеренное значение высоты выступа в шаговой структуре меры МШПС-2.0К, мкм;

$h_{ном}$  — номинальное значение высоты выступа в шаговой структуре меры МШПС-2.0К, мкм.

10.2.2 Вычислить среднее арифметическое шероховатостей  $Ra_{cp}$ , мкм, рассчитываемое для каждой измеренной точки поверхности меры по формуле

$$Ra_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n Ra_i}{n}, \quad (13)$$

где  $Ra_i$  – значение  $i$ -го измерения, мкм;

$n$  – количество измерений.

10.2.3 Для каждой измеренной точки поверхности меры рассчитать абсолютную погрешность измерений шероховатости  $Ra$  рабочих поверхностей  $\Delta Ra$ , мкм, по формуле

$$\Delta Ra = Ra_{cp} - Ra_{ном}, \quad (14)$$



где  $Ra_{cp}$  - среднее арифметическое шероховатости Ra рабочей поверхности, мкм;

$Ra_{ном}$  - действительное значение шероховатости Ra рабочей поверхности, указанное в паспорте на меру, мкм.

10.2.4 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.1.2, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

### 10.3 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения толщины меры TST

10.3.1 Результатом измерений толщины меры по пункту 9.2.1.1 является среднее арифметическое толщины меры,  $X_{cp}$ , мм, рассчитываемое по формуле

$$X_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}, \quad (15)$$

где  $X_i$  – значение  $i$ -го измерения, мм;

$n$  – количество измерений.

10.3.2 Вычислить среднее квадратическое отклонение (СКО) результата десяти измерений измеряемой величины  $S$ , мм, по формуле

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{cp})^2}{n-1}}, \quad (16)$$

где  $X_i$  – значение  $i$ -го измерения, мм;

$X_{cp}$  – среднее арифметическое значение измеряемой величины, мм;

$n$  – количество измерений.

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

$$G_1 = \frac{|X_{max} - X_{cp}|}{S}, \quad G_2 = \frac{|X_{min} - X_{cp}|}{S}, \quad (17)$$

где  $X_{max}$  - максимальное значение результата измерений, мм;

$X_{min}$  - минимальное значение результата измерений, мм.

Если  $G_1 > G_T$ , то  $X_{max}$  исключают, как маловероятное значение, если  $G_2 > G_T$ , то  $X_{min}$  исключают, как маловероятное значение (здесь критическое значение критерия Граббса для десяти измерений  $G_T = 2,482$ ).

Провести дополнительные измерения (если количество оставшихся результатов измерений стало меньше десяти), повторить пункты 10.3.1 – 10.3.3, чтобы количество измерений без грубых погрешностей оставалось равным десяти).

10.3.4 Вычислить СКО среднего арифметического измеряемой величины  $S_x$ , мм, по формуле

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (19)$$

где  $S$  - СКО результата десяти измерений измеряемой величины, мм;

$n$  – количество измерений.

10.3.5 Вычислить доверительные границы  $\varepsilon$ , мм, случайной погрешности оценки измеряемой величины при  $P=0,95$ :

$$\varepsilon = t \cdot S_x, \quad (20)$$

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 измеряемой величины, мм.

10.3.6 Вычислить СКО неисключенной систематической погрешности  $S_{\Theta}$ , мм, (далее – НСП) измеряемой величины по формуле

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (21)$$

где  $\Theta_{\Sigma}$  – сумма НСП применяемых средств измерений (в данном случае – НСП микрометра или штангенциркуля), мм. За НСП берется абсолютная погрешность микрометра или штангенциркуля, указанная в его протоколе поверки.

10.3.7 Вычислить суммарное среднее квадратическое отклонение оценки измеряемой величины  $S_{\Sigma}$ , мм, по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_{\bar{x}}^2}, \quad (22)$$

где  $S_{\Theta}$  - среднее квадратическое отклонение НСП измеряемой величины, мм;

$S_{\bar{x}}$  - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм.

10.3.8 Вычислить коэффициент  $K$  по формуле

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_{\bar{x}} + S_{\Theta}}, \quad (23)$$

где  $\varepsilon$  - доверительные границы случайной погрешности оценки измеряемой величины, мм;

$\Theta_{\Sigma}$  - сумма НСП применяемых средств измерений, мм;

$S_{\bar{x}}$  - СКО среднего арифметического измеряемой величины, мм;

$S_{\Theta}$  - среднее квадратическое отклонение НСП измеряемой величины, мм.

10.3.9 Вычислить абсолютную погрешность измеряемой величины  $\Delta$ , мм, по формуле

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}, \quad (24)$$

где  $K$  – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП.

10.3.10 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.2.1, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

#### 10.4 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками мер TST

10.4.1 Результатом измерений ширины проточек по пунктам 9.2.2.1 – 9.2.2.2 является среднее арифметическое ширины проточек  $L_{иср}$ , мм, рассчитываемое для каждой проточки по формуле (1).

10.4.2 Для каждой проточки произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.4.3 Результатом измерений расстояния между проточками по пунктам 9.2.2.3 – 9.2.2.4 является среднее арифметическое расстояния между проточками  $L_{прср}$ , мм, рассчитываемое для всех соседних проточек по формуле (1).

10.4.4 Для всех соседних проточек произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения расстояния между проточками согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.4.5 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.2.2, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

### **10.5 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения глубины проточек мер TST**

10.5.1 Результатом измерений глубины проточек по пунктам 9.2.3.2 – 9.2.3.3 является среднее арифметическое глубины проточек  $H_{нрср}$ , мм, рассчитываемое для всех проточек по формуле (1).

10.5.2 Для всех проточек рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения глубины проточек в миллиметрах согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность индикатора часового типа, указанная в протоколе его поверки.

10.5.3 Для всех проточек рассчитать глубину проточек в % от толщины меры по формуле

$$H_{\%} = \frac{H_{нрср}}{X_{ср}} \cdot 100, \quad (25)$$

где  $H_{нрср}$  - среднее арифметическое глубины проточек, мм;

$X_{ср}$  - среднее арифметическое толщины меры, мм.

10.5.4 Для всех проточек рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения глубины проточек в % от толщины меры по формуле

$$\Delta H_{\%} = \frac{\Delta H_{нрср}}{X_{ср}} \cdot 100, \quad (26)$$

где  $\Delta H_{нрср}$  - абсолютная погрешность воспроизведения глубины проточек, мм;

$X_{ср}$  - среднее арифметическое толщины меры, мм.

10.5.5 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.2.3, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

### **10.6 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки мер RFET**

10.6.1 Результатом измерений толщины стенки меры по пункту 9.3.1.1 является среднее арифметическое толщины стенки меры  $X_{стср}$ , мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.6.2 Произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки меры согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.6.3 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.3.1, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

### **10.7 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения внешнего диаметра меры; определение глубины проточек и абсолютной погрешности измерений глубины проточек мер RFET**

10.7.1 Результатом измерений внешнего диаметра меры по пункту 9.3.2.1 является среднее арифметическое внешнего диаметра меры  $D_{ср}$ , мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.7.2 Произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения внешнего диаметра меры согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.7.3 Результатом измерений внешнего диаметра меры в месте нанесения проточки по пунктам 9.3.2.2 - 9.3.2.3 является среднее арифметическое внешнего диаметра меры в месте нанесения проточки  $D_{прср}$ , мм, рассчитываемое для каждой проточки по формуле (1).

10.7.4 Для каждой проточки рассчитать абсолютную погрешность воспроизведения внешнего диаметра меры в месте нанесения проточки в миллиметрах согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.7.5 Рассчитать глубину каждой проточки  $H_{прср}$ , % от толщины стенки, по формуле

$$H_{прср} = \frac{D_{ср} - D_{прср}}{2 \cdot X_{стср}} \cdot 100, \quad (27)$$

где  $D_{ср}$  - среднее арифметическое внешнего диаметра меры, мм;

$D_{прср}$  - среднее арифметическое внешнего диаметра меры в месте нанесения проточки, мм;

$X_{стср}$  - среднее арифметическое толщины стенки меры, мм.

10.7.6 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.3.2, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

## **10.8 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками мер RFET**

10.8.1 Результатом измерений ширины проточек по пунктам 9.3.3.1 – 9.3.3.2 является среднее арифметическое ширины проточек  $L_{шср}$ , мм, рассчитываемое для каждой проточки по формуле (1).

10.8.2 Для каждой проточки произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в свидетельстве о поверки.

10.8.3 Результатом измерений расстояния между соседними проточками по пунктам 9.3.3.3 – 9.3.3.4 является среднее арифметическое расстояния между проточками  $L_{прср}$ , мм, рассчитываемое для всех соседних проточек по формуле (1).

10.8.4 Для всех соседних проточек произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения расстояния между проточками согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.8.5 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.3.3, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

## **10.9 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения диаметров искусственных дефектов и ширины проточки мер КММД-ПГ**

10.9.1 Результатом измерений диаметров сквозных отверстий на мерах № 1 и № 2 по пункту 9.4.1.3 являются средние арифметические значения диаметров сквозных отверстий  $D_{сквср}$ , мм, рассчитываемые по формуле (1).

10.9.2 Для каждого диаметра сквозного отверстия произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения диаметра сквозного отверстия согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность микроскопа, указанная в

протоколе его поверки.

10.9.3 Результатом измерений диаметров глухих сверлений с плоским дном на мере № 1 по пункту 9.4.1.3 являются средние арифметические значения диаметров глухих сверлений с плоским дном  $D_{зсп}$ , мм, рассчитываемые по формуле (1).

10.9.4 Для каждого диаметра глухого сверления с плоским дном произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения диаметра глухого сверления с плоским дном согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность микроскопа, указанная в протоколе его поверки.

10.9.5 Результатом измерений ширины проточки на мере № 1 по пункту 9.4.1.2 является среднее арифметическое значение ширины проточки  $L_{иср}$ , мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.9.6 Произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточки согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность микроскопа, указанная в протоколе его поверки.

10.9.7 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.4.1, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

#### **10.10 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения внешнего и внутреннего диаметров мер КММД-ПГ**

10.10.1 Результатом измерений внешнего диаметра мер по пункту 9.4.2.2 является среднее арифметическое внешнего диаметра мер  $D_{внешиср}$ , мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.10.2 Результатом измерений внутреннего диаметра мер по пункту 9.4.2.3 является среднее арифметическое внутреннего диаметра мер  $D_{внутриср}$ , мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.10.3 Произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения внешнего диаметра согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.10.4 Произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения внутреннего диаметра согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.10.5 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.4.2, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

#### **10.11 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки и расстояния между искусственными дефектами**

10.11.1 Результатом измерений толщины стенки по пункту 9.4.3.1 является среднее арифметическое толщины стенки  $X_{стсп}$ , мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.11.2 Произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.11.3 Результатом измерений расстояния между соседними искусственными дефектами по пункту 9.4.3.2 является среднее арифметическое расстояния между искусственными дефектами  $L_{дсп}$ , мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.11.4 Для каждого расстояния между соседними искусственными дефектами произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения расстояния между соседними искусственными дефектами согласно пунктам 10.4.2 – 10.4.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность штангенциркуля, указанная в протоколе его поверки.

10.11.5 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.4.3, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в

таблице 1.

### **10.12 Расчет абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов и глубины проточки**

10.12.1 Результатом измерений глубины искусственных дефектов по пунктам 9.4.4.2 – 9.4.4.3 является среднее арифметическое глубины искусственных дефектов  $H_{\text{дср}}$ , мм, рассчитываемое для всех искусственных дефектов по формуле (1).

10.12.2 Для каждого искусственного дефекта произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов согласно пунктам 10.1.2 – 10.1.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность индикатора часового типа, указанная в протоколе его поверки.

10.12.3 Результатом измерений глубины проточки по пункту 9.4.4.4 является среднее арифметическое глубины проточки  $H_{\text{прср}}$ , мм, рассчитываемое по формуле (1).

10.12.4 Произвести расчет абсолютной погрешности воспроизведения глубины проточки согласно пунктам 10.1.2 – 10.1.9 методики поверки. За НСП берется абсолютная погрешность индикатора часового типа, указанная в протоколе его поверки.

10.12.5 Комплект мер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом по пункту 9.4.4, если измеренные значения соответствуют данным, указанным в таблице 1.

10.13 Комплект мер считается прошедшим поверку с положительным результатом и допускается к применению, если все операции поверки пройдены с положительным результатом. В ином случае комплект мер считается прошедшим поверку с отрицательным результатом и не допускается к применению.

## **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 В случае, если по результатам поверки средство измерений соответствует обязательным требованиям к рабочим эталонам 4 разряда по ГПС № 2840 и рабочим эталонам 3 разряда по ГПС № 2657, то в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются сведения как о средстве измерений, применяемом в качестве эталона, с приложением протокола поверки.

11.3 При положительных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено свидетельство о поверке в установленной форме.

11.4 При отрицательных результатах поверки по заявлению владельца средства измерений может быть оформлено извещение о непригодности в установленной форме с указанием причин непригодности.

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

Разработчики:

Начальник отдела  
ФГУП «ВНИИОФИ»

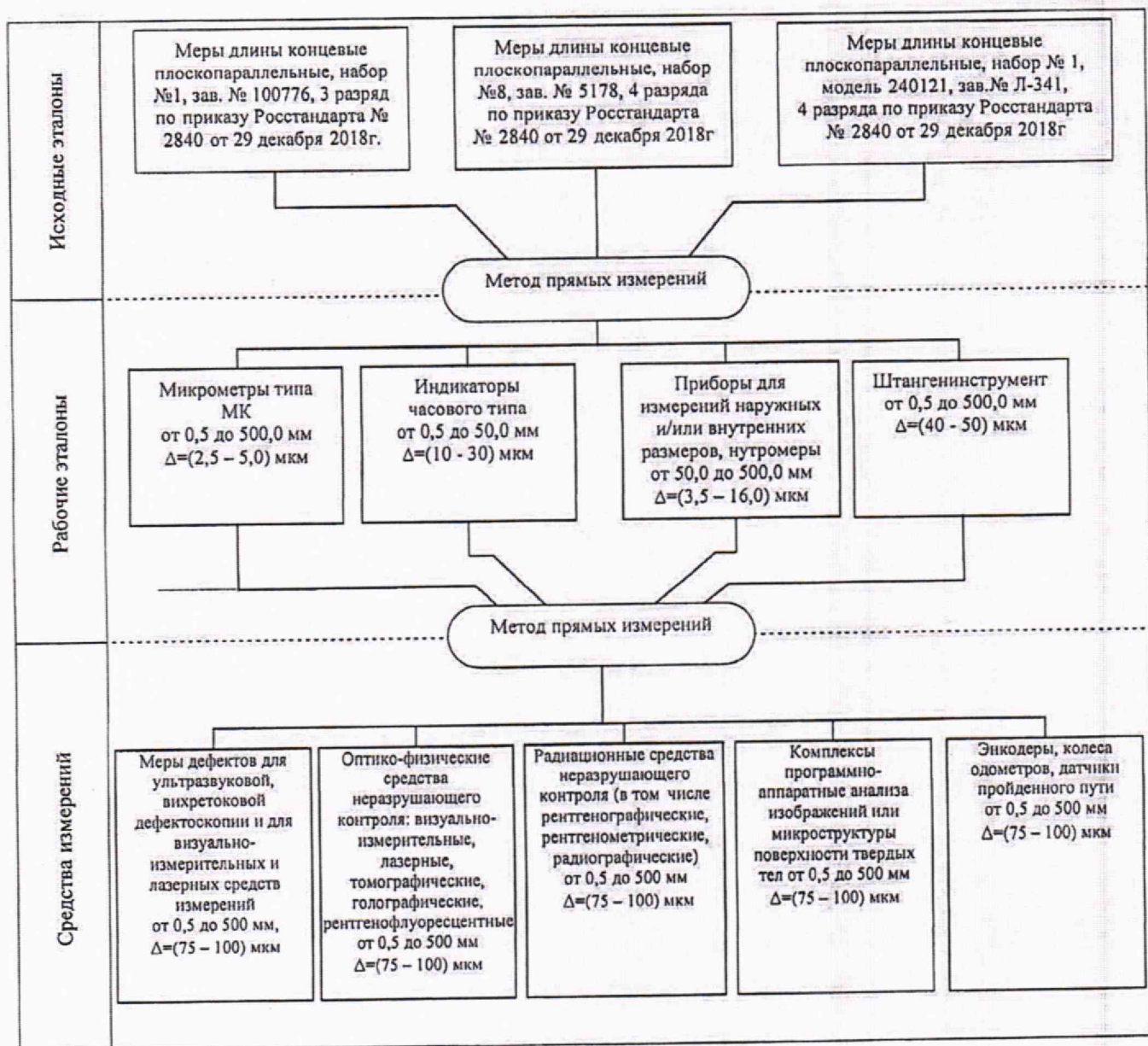


А.В. Иванов

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

Локальная поверочная схема 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:

A.1 Внешний осмотр \_\_\_\_\_

A.2 Опробование \_\_\_\_\_

A.3 Результаты определения метрологических характеристик:

1 Определение метрологических характеристик мер СОП-Х-У

1.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов

Таблица 1 – Измеренные значения глубины искусственных дефектов В миллиметрах

Номер измерений	1	2	3	4	5	6
Дефект 1						
Дефект ...						
Дефект n						

Продолжение таблицы 1

Среднее арифметическое глубины дефектов, мм	Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений глубины дефектов S, мм	СКО среднего арифметического глубины дефектов $S_{\bar{x}}$ , мм	Доверительные границы случайной погрешности оценки глубины дефектов при P=0,95 ε, мм	СКО неисключенной систематической погрешности S <sub>φ</sub> , мм	Суммарное СКО оценки глубины дефектов S <sub>Σ</sub> , мм	Коэффициент К	Абсолютная погрешность измерений глубины дефектов Δ, мм



1.2 Определение шероховатости  $Ra$  рабочих поверхностей меры и ее абсолютной погрешности

Таблица 2 - Определение шероховатости  $Ra$  рабочих поверхностей меры

Номер измерений	$Ra$ , мкм						$Ra_{cp}$ , мкм	$\Delta Ra$ , мкм
	1	2	3	4	5	6		
Сторона 1								
Точка 1								
Точка 2								
Точка 3								
Сторона 2								
Точка 1								
Точка 2								
Точка 3								

2 Определение метрологических характеристик мер TST

2.1 Определение толщины меры и абсолютной погрешности воспроизведения толщины меры

Таблица 3 – Измеренные значения толщины меры

Номер измерений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Толщина, мм										

Продолжение таблицы 3

Среднее арифметическое толщины меры, мм	Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений толщины меры $S$ , мм	СКО среднего арифметического толщины меры $S_{\bar{x}}$ , мм	Доверительные границы случайной погрешности оценки толщины меры при $P=0,95$ $\epsilon$ , мм	СКО неисключенной систематической погрешности $S_{\theta}$ , мм	Суммарное СКО оценки толщины меры $S_{\Sigma}$ , мм	Коэффициент $K$	Абсолютная погрешность измерений толщины меры $\Delta$ , мм

2.2 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками

Таблица 4 – Измеренные значения ширины проточек В миллиметрах

Номер измерений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Проточка 1										
Проточка ...										
Проточка n										

Продолжение таблицы 4

Среднее арифметическое ширины проточки, мм	Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений ширины проточки $S$ , мм	СКО среднего арифметического ширины проточки $S_{\bar{x}}$ , мм	Доверительные границы случайной погрешности оценки ширины проточки при $P=0,95$ $\epsilon$ , мм	СКО неисключенной систематической погрешности $S_{\theta}$ , мм	Суммарное СКО оценки ширины проточки $S_{\Sigma}$ , мм	Коэффициент $K$	Абсолютная погрешность измерений ширины проточки $\Delta$ , мм

### 2.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины проточек

Таблица 5 – Измеренные значения глубины проточек В миллиметрах

Номер измерений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Проточка 1										
Проточка ...										
Проточка n										

Продолжение таблицы 5

Среднее арифметическое глубины проточки, мм	Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений глубины проточки S, мм	СКО среднего арифметического глубины проточки $S_{\bar{x}}$ , мм	Доверительные границы случайной погрешности оценки глубины проточки при P=0,95 ε, мм	СКО неисключенной систематической погрешности S <sub>с</sub> , мм	Суммарное СКО оценки глубины проточки S <sub>Σ</sub> , мм	Коэффициент К	Абсолютная погрешность измерений глубины проточки Δ, мм

### 3 Определение метрологических характеристик мер RFET1

#### 3.1 Определение толщины стенки и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки

Таблица 6 – Измеренные значения толщины стенки меры

Номер измерений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Толщина стенки, мм										

Продолжение таблицы 6

Среднее арифметическое толщины стенки меры, мм	Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений толщины стенки меры S, мм	СКО среднего арифметического толщины стенки меры $S_{\bar{x}}$ , мм	Доверительные границы случайной погрешности оценки толщины стенки меры при P=0,95 ε, мм	СКО неисключенной систематической погрешности S <sub>с</sub> , мм	Суммарное СКО оценки толщины стенки меры S <sub>Σ</sub> , мм	Коэффициент К	Абсолютная погрешность измерений толщины стенки меры Δ, мм

#### 3.2 Определение внешнего диаметра меры и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего диаметра меры; определение глубины проточек и абсолютной погрешности измерений глубины проточек

Таблица 7 – Измеренные значения внешних диаметров меры и проточек В миллиметрах

Номер измерений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Диаметр меры										
Проточка 1										
Проточка ...										

Проточка n									
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Продолжение таблицы 7

Среднее арифметическое внешнего диаметра, мм	Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений внешнего диаметра S, мм	СКО среднего арифметического внешнего диаметра $S_{\bar{x}}$ , мм	Доверительные границы случайной погрешности оценки внешнего диаметра при P=0,95 ε, мм	СКО неисключенной систематической погрешности S <sub>с</sub> , мм	Суммарное СКО оценки внешнего диаметра S <sub>Σ</sub> , мм	Коэффициент К	Абсолютная погрешность измерений внешнего диаметра Δ, мм

Продолжение таблицы 7

Номер измерений	Глубина проточки, % от толщины	Абсолютная погрешность измерений глубины проточки, % от толщины
Проточка 1	9,06	1,24
Проточка ...	13,58	1,16
Проточка n	19,02	1,27

### 3.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения ширины проточек и расстояния между проточками

Таблица 8 – Измеренные значения ширины проточек В миллиметрах

Номер измерений	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Проточка 1										
Проточка ...										
Проточка n										

Продолжение таблицы 8

Среднее арифметическое ширины проточки, мм	Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений ширины проточки S, мм	СКО среднего арифметического ширины проточки $S_{\bar{x}}$ , мм	Доверительные границы случайной погрешности оценки ширины проточки при P=0,95 ε, мм	СКО неисключенной систематической погрешности S <sub>с</sub> , мм	Суммарное СКО оценки ширины проточки S <sub>Σ</sub> , мм	Коэффициент К	Абсолютная погрешность измерений ширины проточки Δ, мм

## 4 Определение метрологических характеристик мер Навкееуе

### 4.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов

Таблица 9 – Измеренные значения глубины искусственных дефектов В миллиметрах

Номер измерений	1	2	3	4	5	6
Дефект 1						

Дефект ...						
Дефект n						

Продолжение таблицы 9

Среднее арифметическое глубины дефектов, мм	Среднее квадратическое отклонение (СКО) результата измерений глубины дефектов $S_x$ , мм	СКО среднего арифметического глубины дефектов $S_{\bar{x}}$ , мм	Доверительные границы случайной погрешности оценки глубины дефектов при $P=0,95$ $\epsilon$ , мм	СКО неисключенной систематической погрешности $S_{\theta}$ , мм	Суммарное СКО оценки глубины дефектов $S_{\Sigma}$ , мм	Коэффициент К	Абсолютная погрешность измерений глубины дефектов $\Delta$ , мм

4.3 Определение шероховатости Ra рабочих поверхностей меры и ее абсолютной погрешности

Таблица 10 - Определение шероховатости Ra рабочих поверхностей меры

Номер измерений	Ra, мкм						Ra <sub>ср</sub> , мкм	$\Delta Ra$
	1	2	3	4	5	6		
Точка 1								
Точка 2								
Точка 3								

5 Определение метрологических характеристик мер КММД-ПГ

5.1 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения диаметров искусственных дефектов и ширины проточки

Мера № 1

Таблица 11 – Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения диаметров искусственных дефектов и ширины проточки

Точка	Номер измерения	Позиция	ИД1	ИД2	ИД3	ИД4	ИД5	Проточка
1	1	Измеренное значение диаметра искусственных дефектов, мм						
	2							
	3							
	4							
	5							
2	1		-	-	-	-		
	2		-	-	-	-		
	3		-	-	-	-		
	4		-	-	-	-		
	5		-	-	-	-		
3	1		-	-	-	-		
	2		-	-	-	-		
	3		-	-	-	-		
	4		-	-	-	-		
	5		-	-	-	-		
4	1	-	-	-	-			

	2		-	-	-	-		
	3		-	-	-	-		
	4		-	-	-	-		
	5		-	-	-	-		
-		Среднее арифметическое значение измерений, мм						
		Номинальное значение, мм						
		Измеренное отклонение от номинального значения, мм						
		Доверительные границы погрешности результата измерения при $P=0,95$ , мм						
		Пределы доверительной границы погрешности измерения при $P=0,95$ , мм						

Мера № 2

Таблица 12 – Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения диаметров искусственных дефектов

Точка	Номер измерения	Позиция	ИД1	ИД2	ИД3	ИД4	ИД5	ИД6
1	1	Измеренное значение диаметра искусственных дефектов, мм						
	2							
	3							
	4							
	5							
		Среднее арифметическое значение измерений, мм						
		Номинальное значение, мм						
		Измеренное отклонение от номинального значения, мм						
		Доверительные границы погрешности результата измерения при $P=0,95$ , мм						

		Пределы доверительной границы погрешности измерения при $P=0,95$ , мм						
--	--	---	--	--	--	--	--	--

5.2 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего и внутреннего диаметров мер

Мера № 1

Таблица 13 – Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего и внутреннего диаметров меры № 1

Конец меры	Номер измерения	Положение	Внешний диаметр	Внутренний диаметр
1	1	Измеренное значение диаметра, мм		
	2			
	3			
	4			
	5			
2	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
-		Среднее арифметическое значение измерений, мм		
		Номинальное значение, мм		
		Измеренное отклонение от номинального значения, мм		
		Доверительные границы погрешности результата измерения при $P=0,95$ , мм		
		Пределы доверительной границы погрешности измерения при $P=0,95$ , мм		

Мера № 2

Таблица 14 – Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения внешнего и внутреннего диаметров меры № 2

Конец меры	Номер измерения	Положение	Внешний диаметр	Внутренний диаметр
1	1	Измеренное значение диаметра, мм		
	2			
	3			
	4			
	5			
2	1			
	2			

	3		
	4		
	5		
-	Среднее арифметическое значение измерений, мм		
	Номинальное значение, мм		
	Измеренное отклонение от номинального значения, мм		
	Доверительные границы погрешности результата измерения при $P=0,95$ , мм		
	Пределы доверительной границы погрешности измерения при $P=0,95$ , мм		

5.3 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки и расстояния между искусственными дефектами

Мера № 1

Таблица 15 – Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки меры № 1

Конец меры	Номер измерения	Измеренное значение толщины стенки меры, мм	Значение
1	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
2	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
-	Среднее арифметическое значение измерений, мм		
	Номинальное значение, мм		
	Измеренное отклонение от номинального значения, мм		
	Доверительные границы погрешности результата измерения при $P=0,95$ , мм		
	Пределы доверительной границы погрешности измерения при $P=0,95$ , мм		

Таблица 16 – Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения расстояния между искусственными дефектами меры № 1

Точка	Номер измерения	Позиция	ИД1 и ИД2	ИД2 и ИД3	ИД3 и ИД4	ИД4 и ИД5	ИД5 и проточка
1	1	Измеренное значение расстояния между					
	2						

	3	искусственными дефектами, мм					
	4						
	5						
-		Среднее арифметическое значение измерений, мм					
		Номинальное значение, мм					
		Измеренное отклонение от номинального значения, мм					
		Доверительные границы погрешности результата измерения при P=0,95, мм					
		Пределы доверительной границы погрешности измерения при P=0,95, мм					

мера № 2

Таблица 17 – Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения толщины стенки меры № 2

Конец меры	Номер измерения	Измеренное значение толщины стенки меры, мм	Значение
1	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
2	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
-		Среднее арифметическое значение измерений, мм	
		Номинальное значение, мм	
		Измеренное отклонение от номинального значения, мм	
		Доверительные границы погрешности результата измерения при P=0,95, мм	
		Пределы доверительной границы погрешности измерения при P=0,95, мм	



Таблица 18 – Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения расстояния между искусственными дефектами меры № 2

Точка	Номер измерения	Позиция	ИД1 и ИД2	ИД2 и ИД3	ИД3 и ИД4	ИД4 и ИД5	ИД5 и ИД6
1	1	Измеренное значение расстояния между искусственными дефектами, мм					
	2						
	3						
	4						
	5						
	-	Среднее арифметическое значение измерений, мм					
	-	Номинальное значение, мм					
	-	Измеренное отклонение от номинального значения, мм					
	-	Доверительные границы погрешности результата измерения при P=0,95, мм					
	-	Пределы доверительной границы погрешности измерения при P=0,95, мм					

5.4 Определение номинального значения и абсолютной погрешности воспроизведения глубины искусственных дефектов и глубины проточки

Мера № 1

Таблица 19

Точка	Номер измерения	Позиция	ИД1	ИД2	ИД3	ИД4	Проточка
1	1	Измеренное значение глубины искусственных дефектов, мм					
	2						
	3						
	4						
	5						
2	1		-	-	-		
	2		-	-	-		
	3		-	-	-		
	4		-	-	-		
	5		-	-	-		
3	1		-	-	-		
	2		-	-	-		
	3		-	-	-		
	4		-	-	-		

	5		-	-	-		
4	1		-	-	-		
	2		-	-	-		
	3		-	-	-		
	4		-	-	-		
	5		-	-	-		
		Среднее арифметическое значение измерений, мм					
		Среднее арифметическое значение измерений, % толщины стенки					
		Номинальное значение, % толщины стенки					
		Измеренное отклонение от номинального значения, % толщины стенки					
		Доверительные границы погрешности результата измерения при P=0,95, мм					
		Доверительные границы погрешности результата измерения при P=0,95, % толщины стенки					
		Пределы доверительной границы погрешности измерения при P=0,95, % толщины стенки					

Заключение: \_\_\_\_\_

Средство измерений признать пригодным (или непригодным) для применения

Поверитель: \_\_\_\_\_  
Подпись

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
ФИО