

СОГЛАСОВАНО

Первый заместитель генерального
директора – заместитель по научной
работе ФГУП «ВНИИФТРИ»



А.Н. Щипунов

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Комплект мер толщины никелевого покрытия

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 651-23-053

р.п. Менделеево
2024 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.....	5
8 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	5
9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	6
10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	8

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок комплекта мер толщины никелевого покрытия (далее по тексту – комплект мер), изготовленного ООО «НТЦ «Эталон», г. Санкт-Петербург, используемого в качестве рабочего эталона в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений толщины покрытий в диапазоне от 50 до 350 мкм (Приложение А).

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001, мкм	от 50 до 150
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001-01, мкм	от 100 до 150
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001-02, мкм	от 150 до 250
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001-03, мкм	от 200 до 300
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001-04, мкм	от 250 до 350
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения толщины покрытия, %	± 15

1.3 Необходимо обеспечение прослеживаемости поверяемого комплекта мер к государственным первичным эталонам единиц величин посредством использования аттестованных (поверенных) в установленном порядке средств поверки.

По итогам проведения поверки должна обеспечиваться прослеживаемость поверяемого комплекта мер к государственному первичному эталону единицы длины ГЭТ 2-2021 в области измерений толщины покрытий, в соответствии с локальной поверочной схемой для средств измерений толщины покрытий в диапазоне от 50 до 350 мкм (Приложение А).

Методика поверки реализуется посредством методов прямых измерений.

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

2.1 При проведении первичной (в том числе после ремонта) 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	да	да	8
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9
Определение номинальных значений и относительной погрешности воспроизведения толщины никелевого покрытия	да	да	9.1

2.2 Поверка комплекта мер осуществляется аккредитованными в установленном

порядке юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями.

2.3 Поверка любой меры, входящей в комплект мер, прекращается в случае получения отрицательного результата при проведении хотя бы одной из операций, приведенных в таблице 2, а меру признают не прошедшей поверку. Комплект мер признают не прошедшим поверку, если ни одна мера не прошла поверку.

2.4 Допускается проведение поверки на меньшем количестве мер из комплекта мер.

3 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от плюс 15 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха при 25°С, не более, % 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению поверки комплекта мер допускается инженерно-технический персонал со средним или высшим техническим образованием, имеющий право на поверку (аттестованными в качестве поверителей), изучивший устройство и принцип работы поверяемого комплекта мер и средств поверки по эксплуатационной документации.

5 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

5.1 Рекомендуемые средства поверки указаны в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 3.1 Требования к условиям проведения поверки	Средство измерений температуры в диапазоне измерений от -10 °С до +60 °С, пределы допускаемой погрешности измерений $\pm 0,4$ °С. Средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 10 % до 95 %, пределы допускаемой погрешности измерений ± 3 %. Средство измерений абсолютного давления в диапазоне от 300 до 1200 гПа, пределы допускаемой погрешности измерений ± 5 гПа	Прибор комбинированный Testo 622 (далее – прибор), рег. №53505-13
п. 9.1 Определение номинальных значений и относительной погрешности воспроизведения толщины никелевого покрытия	Эталоны единицы длины – метра и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 4 разряда согласно приказа Росстандарта №2018 от 15.08.2022г. «О внесении изменений в Государственную поверочную схему 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» утвержденную приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 №2840 в диапазоне значений от 0,5 до 100,0 мм	Микроскопы видеоизмерительные MB и MBZ; MBZ-400 (ТТ) (ЧПУ) (далее – микроскоп) рег. № 74241-19

5.2 Средства поверки должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке.

5.3 Приведенные средства поверки могут быть заменены на их аналоги, обеспечивающие определение метрологических характеристик комплекта мер с требуемой точностью.

6 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

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

6.3 Освещенность рабочего места поверителя должна соответствовать требованиям санитарных правил и норм СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03.

7 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие комплекта мер следующим требованиям:

- соответствие комплектности комплекта мер руководству по эксплуатации;
- наличие маркировки комплекта мер, маркировки меры и серийного номера;
- отсутствие загрязнений и следов коррозии мер;
- отсутствие механических повреждений комплекта мер.

7.2 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если комплект мер соответствует требованиям, приведенным в п. 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 разделе 3, то их выдерживают при этих условиях не менее часа.

8.2 Подготовить меры из комплекта мер и средства поверки к работе в соответствии с их руководствами по эксплуатации (далее – РЭ).

9 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

9.1 Определение номинальных значений и относительной погрешности воспроизведения толщины никелевого покрытия

9.1.1 На микроскоп установить щуп для измерений толщины покрытия и провести его калибровку согласно руководства по эксплуатации на микроскоп.

9.1.2 Установить меру ТМКБ.9.20.486.03.01.001 на предметный стол микроскопа.

9.1.3 Измерить толщину покрытия x_i , мм, как расстояние между плоскостью, образованной тремя точками «1» на основании меры без покрытия, и точкой «3» на основании с покрытием (рисунок 1).

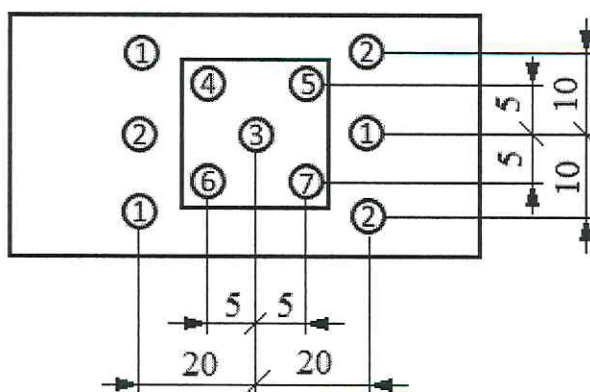


Рисунок 1 – Расположение точек для измерения толщины покрытия на основании меры

9.1.4 Повторить операцию пункта 9.1.3 для измерений толщины покрытия, как расстояния между плоскостью, образованной тремя точками «1» на основании меры без покрытия, и точками «4», «5», «6» и «7» на основании с покрытием.

9.1.5 Повторить операцию пункта 9.1.3 для измерений толщины покрытия, как расстояния между плоскостью, образованной тремя точками между тремя точками «2» на основании меры без покрытия и точками «3», «4», «5», «6» и «7» на основании с покрытием.

9.1.6 Повторить операции пунктов 9.1.3 – 9.1.5 еще 4 раза.

9.1.7 Вычислить по формуле (1) среднее арифметическое значение толщины никелевого покрытия, $\bar{x}$, мм, по десяти измерениям:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{10} x_i}{10} . \quad (1)$$

9.1.8 Вычислить среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) результата десяти измерений по формуле (2):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2}{4}} . \quad (2)$$

9.1.9 Вычислить СКО среднего арифметического измеряемой величины $S_{\bar{x}}$, мм, по формуле (3):

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{10}} . \quad (3)$$

9.1.10 Вычислить доверительные границы ε , мм, случайной погрешности оценки измеряемой величины при $P=0,95$ по формуле (4):

$$\varepsilon = t \cdot S_{\bar{x}} , \quad (4)$$

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

9.1.11 Вычислить СКО неисключенной систематической погрешности (далее – НСП) S_{Θ} , мм, по формуле (5):

$$S_{\Theta} = \frac{\Theta_{\Sigma}}{\sqrt{3}}, \quad (5)$$

где Θ_{Σ} – сумма НСП применяемых средств измерений (в данном случае – НСП микроскопа), мм. За НСП берется абсолютная погрешность измерений длины, используемых средств измерений, указанная в описании типа.

9.1.12 Вычислить суммарное СКО оценки измеряемой величины S_{Σ} , мм, по формуле (6):

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_x^2}. \quad (6)$$

9.1.13 Вычислить коэффициент K , зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и НСП, по формуле (7):

$$K = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_x + S_{\Theta}}. \quad (7)$$

9.1.14 Вычислить абсолютную погрешность воспроизведения толщины никелевого покрытия по формуле (8):

$$\Delta = K \cdot S_{\Sigma}. \quad (8)$$

9.1.15 Вычислить относительную погрешность воспроизведения толщины никелевого покрытия, δ , % по формуле (9):

$$\delta = \frac{\Delta}{x} \cdot 100 \quad (9)$$

9.1.16 Повторить операции пунктов 9.1.3 – 9.1.15 для всех мер входящих в комплект мер.

9.1.17 Результаты поверки по данному разделу считать положительными, если измеренные значения толщины покрытия в пункте 9.1.3 - 9.1.6, 9.1.16 и относительная погрешность воспроизведения толщины никелевого покрытия соответствуют указанным в графе 2 таблицы 4.

Таблица 4 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001, мкм	от 50 до 150
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001-01, мкм	от 100 до 150
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001-02, мкм	от 150 до 250
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001-03, мкм	от 200 до 300
Толщина покрытия меры ТМКБ.9.20.486.03.01.001-04, мкм	от 250 до 350
Пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения толщины покрытия, %	± 15

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 Результаты поверки оформляются протоколом (Приложение Б).

10.2 Комплект мер признается годным, если в ходе поверки все результаты положительные.

10.3 Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ).

10.4 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.

10.5 При положительных результатах поверки по заявлению владельца комплекта мер или лица, предъявившего его на поверку, на комплект мер выдается свидетельство о поверке, и (или) в паспорт комплекта мер вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

10.6 Комплект мер, имеющий отрицательные результаты поверки в обращение не допускается и на него выдается извещение о непригодности к применению с указанием причин забракования.

Начальник НИО-10 ФГУП «ВНИИФТРИ»

 М.С. Шкуркин

Начальник 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.В. Стрельцов

Инженер 1 категории 103 отдела ФГУП «ВНИИФТРИ»

 А.С. Неумолотов

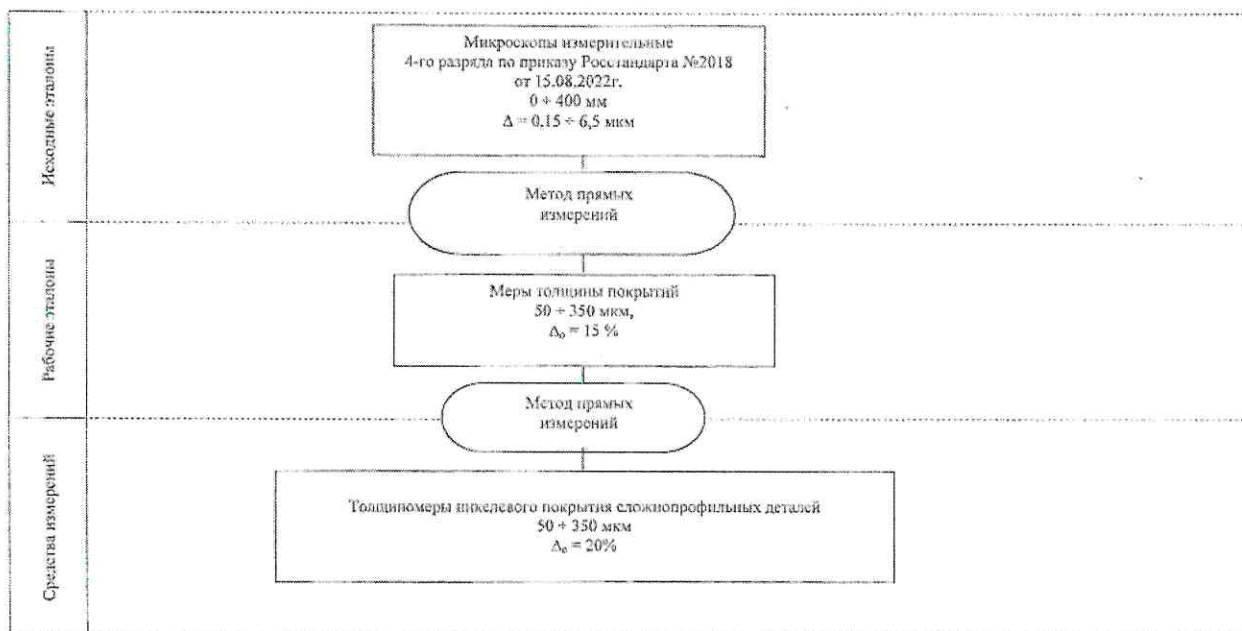
Приложение А (рекомендуемое)

Локальная поверочная схема для средств измерений толщины покрытий в диапазоне от 50 до 350 мкм

УТВЕРЖДАЮ
Главный метролог
ФГУП «ВНИИФТРИ»

 Д.Н. Пилипенко
2024 г.

Локальная поверочная схема для средств измерений толщины покрытий в диапазоне от 50 до 350 мкм



(Форма протокола поверки)
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ от (дата завершения поверки)

Вид поверки			
Период проведения поверки (даты)			
Владелец СИ			
Место выполнения работы (адрес, корпус)			
Наименование, тип (модификация) средства измерений, регистрационный номер в ФИФ			
В составе			
Отметка о поверке в сокращенном объеме			
Номер знака предыдущей поверки		Год выпуска СИ	
Заводской (серийный) номер			
Номер и наименование методики поверки			

Условия проведения операций поверки:	нормируемые	текущие	ед. изм.
Температура окружающей среды			°C
.....			

Средства поверки:

--

Результаты поверки: приложение к настоящему протоколу или операции в соответствии с методикой поверки с указанием полученных значений и допусков с выводами о соответствии по каждому пункту

Заключение: метрологические характеристики соответствуют/не соответствуют требованиям, установленным в описании типа, и средство измерений признано пригодным/непригодным к применению (в качестве рабочего эталона __ разряда согласно _____ поверочной схеме _____)

указываются все поверочные схемы, которым соответствует поверенное СИ

Поверитель

подпись

Фамилия, имя, отчество