

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»
А. Е. Коломин
16 октября 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
Толщиномеры покрытий ТМ-2, ТМ-3, ТМ-4, ТМ-4Т
МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП № 203-32-2023

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящая методика поверки предназначена для проведения первичной и периодической поверки толщиномеров покрытий ТМ-2, ТМ-3, ТМ-4, ТМ-4Т (далее - толщиномеров), изготавливаемых ООО «НВП «КРОПУС», г. Ногинск и предназначенных для измерений толщины диэлектрических и токопроводящих покрытий, нанесенных на токопроводящие магнитные или немагнитные материалы основания, используемых в качестве средств измерений.

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

1.2. При поверке должна быть обеспечена прослеживаемость толщиномеров к Государственному первичному эталону единицы длины - метра (ГЭТ 2-2021). Реализация методики поверки обеспечена путем передачи единицы длины методом сравнения с мерой в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений толщины покрытий в диапазоне значений от 1 до 120000 мкм, утвержденной Приказом Росстандарта №3276 от 23.12.2019.

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

Таблица 1 – Метрологические требования к средству измерений

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений толщины покрытий, мкм - ТМ-2 - ТМ-3 - ТМ-4 M120, H120 M150, H150 M215, H215 - ТМ-4Т M1030L M1060L	от 50 до 2000 от 1 до 100 от 1 до 2000 от 100 до 5000 от 2000 до 15000 от 2000 до 30000 от 5000 до 60000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины, мкм - ТМ-2 - ТМ-3 - ТМ-4, ТМ-4Т	$\pm 0,05 \cdot (100 + X_i)$ $\pm (1 + 0,03 X_i)$ $\pm 0,04 \cdot (100 + X_i)$
Примечание: X_i – измеренное значение толщины покрытий, мкм	

2. ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

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

Таблица 2 – Операции, обязательные при поверке

Наименование операции	Номера пунктов методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да

Наименование операции	Номера пунктов методики поверки	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	да	да
– Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины покрытий: Толщиномеры покрытий ТМ-2 Толщиномеры покрытий ТМ-3 Толщиномеры покрытий ТМ-4 Толщиномеры покрытий ТМ-4Т	10.1 10.2 10.3 10.4	да	да
– Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10.5	да	да
Оформление результатов поверки	11	да	да

2.2 В случае отрицательного результата при проведении одной из операций, поверку толщиномеров прекращают и толщиномер признают не прошедшим поверку.

3. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки толщиномера должны соблюдаться следующие условия:

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

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

4.1 К проведению измерений при поверке и к обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие квалификацию поверителя и изучившие толщиномер и принцип его работы по эксплуатационной документации.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

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

Таблица 3 – Перечень СИ, применяемые при поверке

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8 Подготовка к	Средство измерений температуры	Прибор

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
поверке и опробование средства измерений	окружающей среды: диапазон измерений от +10 до +30°C, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5^\circ\text{C}$; Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 3 %.	комбинированный Testo 608-N1 (рег. № 53505-13)
п. 10 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины покрытий.	Меры толщины покрытий в диапазоне значений толщин от 1 до 60000 мкм, рабочий эталон по ГПС Приказ №3276 от 23.12.2019 г.	Меры толщины покрытий МТ (Рег. № 50316-12); Меры толщины покрытий МП на МО, МП на НТО, НТП на МО, НТП на НТО, ИТП (Рег. №34825-07)

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

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

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

6.2 При проведении поверки необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

- отсутствие механических повреждений толщиномера, кабелей и преобразователей;
- надежность фиксации разъемов;
- наличие маркировочных обозначений (название модификации толщиномера, заводской номер, наименование изготовителя).
- комплектность поверяемого толщиномера должна соответствовать технической документации.

7.2 Толщиномер считается прошедшим операцию поверки с положительным результатом, если он соответствует вышеуказанным требованиям.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

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

8.2 Перед проведением поверки и в процессе выполнения операций поверки проверяют температуру окружающей среды и относительную влажность при помощи термогигрометра. Условия поверки должны соответствовать требованиям, приведённым в п. 3 настоящей методики поверки.

8.3 Подготовить необходимое основание (магнитное или немагнитное) толщиной не менее 2 мм для модификаций ТМ-2, ТМ-4, ТМ-4Т и меры толщины покрытий МТ. Для толщиномеров покрытий ТМ-4Т площадь основания должна быть не менее чем в 3 раза больше площади преобразователя. Для модификации ТМ-3 подготовить образцы НТП на МО.

8.4 Провести опробование толщиномера. При опробовании должны быть выполнены следующие операции:

- проверить работоспособность элементов толщиномера и адекватность выводимой на дисплей информации согласно руководству по эксплуатации.

8.5 Толщиномер считается прошедшим поверку с положительным результатом в части подготовки к поверке и опробования, если условия поверки соответствуют требованиям п.3, все элементы толщиномера функционируют согласно руководству по эксплуатации.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Включить толщиномер и проверить:

- идентификационное наименование программного обеспечения;
- номер версии программного обеспечения;

9.2 Толщиномер считается годным, если идентификационные данные соответствуют таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	Толщиномер ТМ-2	Толщиномер ТМ-3	Толщиномер ТМ-4	Толщиномер ТМ-4Т
Идентификационное наименование ПО				
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.0. и выше	1.4.2 и выше	1.23.6 и выше	1.4.2 и выше

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Проверка диапазона и абсолютной погрешности измерений толщины покрытий. Толщиномеры покрытий ТМ-2

10.1.1 Включить толщиномер покрытий. Выполнить калибровку прибора на магнитном основании и по необходимому образцу толщины покрытий из комплекта мер толщины покрытий МТ (см. ТМ-2.00.00.00.01.РЭ п.6.1).

10.1.2 Выбрать не менее трех мер, значения толщины которых равномерно распределены в диапазоне от 50 до 2000 мкм. На каждой мере выполнить по пять измерений толщины покрытий.

10.1.3 Вычислить среднее арифметическое по формуле (1).

$$X_{и} = \frac{\sum_{i=1}^5 X_i}{5}, \quad (1)$$

где X_i – измеренное значение толщины меры в i -ой точке, мкм;
 i – количество измерений.

10.1.4 Вычислить абсолютную погрешность измерений толщины для каждой измеренной меры по формуле (2).

$$\Delta X = X_u - X_d, \quad (2)$$

где X_u – среднее арифметическое значение толщины меры, рассчитанное по пяти показаниям толщиномера покрытий, мкм;

X_d – действительное значение толщины меры, мкм.

10.1.5 Толщиномер покрытий ТМ-2 считается прошедшим поверку с положительным результатом, если в диапазоне измерений от 50 до 2000 мкм абсолютная погрешность измерений толщины покрытий не превышает: $\pm 0,05 \cdot (100 + X_n)$, мкм, где X_n – измеренное значение толщины покрытий, мкм.

10.1.6 При превышении абсолютной погрешности установленных пределов повторить операции по пунктам 10.1.1 – 10.1.5 методики поверки. При повторном превышении пределов допускаемой абсолютной погрешности толщиномер покрытий признается непригодным к применению.

10.2 Толщиномеры покрытий ТМ-3

10.2.1 Подключить преобразователь к электронному блоку толщиномера покрытий ТМ-3. Включить толщиномер нажатием кнопки . Через 5 секунд толщиномер должен перейти в рабочий режим.

10.2.2 Для проведения поверки выбрать заводскую шкалу и откалибровать по образцам, или запрограммировать новую требуемую шкалу измерений.

10.2.3 Выбрать не менее трех мер толщины покрытий со значениями толщины покрытия приближенными к минимальному, среднему и максимальному значению толщины в диапазоне от 1 до 100 мкм.

10.2.4 На каждой мере выполнить по пять измерений толщины покрытий (в пяти точках, равномерно распределенных по рабочей поверхности мер).

10.2.5 Вычислить среднее арифметическое значение толщины покрытия каждой измеренной меры по формуле 1.

10.2.6 Вычислить абсолютную погрешность измерений толщины покрытия для каждой измеренной меры по формуле 2.

10.2.7 Толщиномер покрытий ТМ-3 считается прошедшим поверку с положительным результатом, если в диапазоне измерений толщины покрытий от 1 до 100 мкм абсолютная погрешность измерений толщины покрытий не превышает $\pm(1 + 0,03 \cdot X_n)$, мкм, где X_n – измеренное значение толщины покрытий, мкм.

10.2.8 При превышении абсолютной погрешности установленных пределов выполнить повторно калибровку заводской шкалы (п. 6.6 ТМ-3.00.00.00.01.РЭ) и провести измерения заново или записать новую шкалу. При повторном превышении пределов

допускаемой абсолютной погрешности толщиномер покрытий признается непригодным к применению.

10.3 Толщиномеры покрытий ТМ-4

10.3.1 Подключить преобразователь к электронному блоку толщиномера покрытий



ТМ-4. Включить толщиномер покрытий, нажатием кнопки

10.3.2 Выбрать соответствующую заводскую шкалу в зависимости от используемого преобразователя (см. таблицу 5). Считать ее в толщиномер. При необходимости откалибровать толщиномер (см. п.6.4 РЭ ТМ-4.00.00.00.01.РЭ). Произвести измерения.

Таблица 5 – Соответствие типа преобразователя и заводской шкалы

Тип преобразователя	Наименование шкалы
M120	Ст. 0-2
M150	Ст. 1-5
M215	Ст. 2-15
H120	Д 16-2
H150	Д 16-5
H215	Д 2-15

Примечание - для повышения точности калибровки необходимо провести предварительно не менее 3 - 5 измерений в разных точках основания, меры на основании и найти среднее значение показаний. В дальнейшем найти такую точку основания, мере, значение показаний на которой будет максимально приближено к среднему значению и провести калибровку, устанавливая преобразователь в эту точку.

10.3.3 Выбрать не менее трех мер из комплекта мер толщины покрытий, значения толщины которых равномерно распределены по проверяемому диапазону. На каждой мере выполнить по пять измерений толщины покрытий (в пяти точках, равномерно распределенных по рабочей поверхности мер).

10.3.4 Вычислить среднее арифметическое значение толщины покрытия для каждой измеренной меры по формуле 1.

10.3.5 Вычислить абсолютную погрешность измерений толщины покрытия для каждой измеренной меры по формуле 2.

10.3.6 Толщиномер покрытий ТМ-4 считается годным, если диапазон измерений толщины покрытий и абсолютная погрешность измерений толщины покрытий не превышает значений, приведенных в таблице 6.

Таблица 6 – Метрологические характеристики толщиномера покрытий ТМ-4

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений толщины покрытий, мкм M120, H120 M150, H150 M215, H215	от 1 до 2000 от 100 до 5000 от 2000 до 15000
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины, мкм	$\pm 0,04 \cdot (100 + X_u)$

10.3.7 При превышении абсолютной погрешности установленных пределов выполнить повторно калибровку или запись в толщиномер покрытий новой шкалы на мерах из комплекта мер толщины покрытий или аналогичных и соответствующей подложке, в

соответствии с п.6.4 РЭ ТМ-4.00.00.00.01.РЭ и повторить операции по пунктам 10.3.1 – 10.3.6 методики поверки.

10.3.8 При повторном превышении пределов допускаемой абсолютной погрешности толщиномер покрытий признается непригодным к применению.

10.4 Толщиномеры покрытий ТМ-4Т

10.4.1 Подключить преобразователь к электронному блоку толщиномера покрытий ТМ-4Т. Включить толщиномер покрытий, нажатием кнопки .

10.4.2 В меню «Шкала» выбрать шкалу «Smm», записанную изготовителем прибора при заводской калибровке.

10.4.3 Выполнить при необходимости калибровку толщиномера покрытий на соответствующем основании (см. п 6.3 ТМ-4Т.00.00.00.01.РЭ).

ШКАЛЫ
Выбрать
Калибровка
Добавить
Удалить

10.4.4 Выбрать не менее трех мер толщины покрытий, значения толщины которых равномерно распределены по диапазону измерений толщиномера. На каждой мере выполнить по пять измерений толщины покрытий.

10.4.5 Вычислить среднее арифметическое значение толщины покрытия для каждой измеренной меры по формуле 1.

10.4.6 Вычислить абсолютную погрешность измерений толщины покрытия по формуле 2.

10.4.7 Толщиномер покрытий ТМ-4Т считается прошедшим поверку с положительным результатом, если диапазон измерений толщины покрытий с преобразователем М1030L составляет от 2000 до 30000 мкм, с преобразователем М1060L составляет от 5000 до 60000 мкм, а абсолютная погрешность измерений толщины покрытий не превышает $\pm 0,04 \cdot (100 + X_n)$, мкм, где X_n – измеренное значение толщины покрытий, мкм.

10.4.8 При превышении абсолютной погрешности установленных пределов выполнить еще раз калибровку прибора или запись в толщиномер покрытий новой шкалы, настроенной на мерах толщины покрытий МТ или аналогичных, в соответствии с п.6.6, п.6.7 ТМ-4Т.00.00.00.01.РЭ и повторить операции по пунктам 10.4.2 – 10.4.7 методики поверки. При повторном превышении пределов допускаемой абсолютной погрешности толщиномер покрытий признается непригодным к применению.

10.5 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.5.1 Толщиномеры считаются прошедшими поверку, если по пунктам 7-9, соответствуют перечисленным требованиям, а полученные результаты измерений по пп. 10.1 – 10.4 находятся в пределах допустимых значений.

10.5.2 В случае подтверждения соответствия толщиномеров метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и толщиномеры признают пригодными к применению.

10.5.3 В случае, если соответствие толщиномеров метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и толщиномеры признают непригодным к применению.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

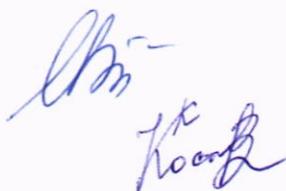
11.1 Сведения о результатах поверки (как положительные, так и отрицательные) передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (ФИФ).

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

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

Заместитель начальника отдела 203

Инженер отдела 203



М.Л. Бабаджанова

В.К. Костылева