



СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

по метрологии

ФБУ «Челябинский ЦСМ»

А.И. Стрехнин

2024

Государственная система обеспечения единства измерений

**Толщиномеры покрытий магнитные
ТМ-МГ4
Методика поверки**

МП-05-2024-20

г. Челябинск
2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на толщиномеры покрытий магнитные ТМ-МГ4 (далее – толщиномеры), предназначенные для измерений толщины диэлектрических покрытий на магнитных основаниях и/или немагнитных токопроводящих основаниях из алюминиевых и цинковых сплавов, с использованием индукционных и/или вихревоковых преобразователей.

1.2 При выполнении всех требований настоящей методики обеспечивается прослеживаемость поверяемого толщиномера к государственному первичному эталону единицы длины – метру ГЭТ 2-2021 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений толщины покрытий в диапазоне значений от 1 до 120000 мкм, утвержденной приказом Росстандарта от 23 декабря 2019 г. № 3276 (ГПС).

1.3 При определении метрологических характеристик используется метод прямых измерений.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение характеристики, для модификаций			
	TM-20МГ4	TM-50МГ4	TM-50МГ4М	ТМИ-200МГ4
Диапазон измерений толщины покрытия, мм	от 0 до 2	от 0 до 5	от 1 до 20	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины покрытия, мм, в диапазоне измерений:				
– от 0 до 2 мм включ.	$\pm (0,03h + 0,003)$	$\pm (0,03h + 0,003)$		-
– св. 2 до 5 мм включ.	-	$\pm (0,05h + 0,005)$		-
– от 1 до 20 мм включ.	-	-		$\pm (0,03h + 0,1)$
Цена единицы наименьшего разряда, в диапазоне измерений:				
от 0 до 2 (5) мм включ.	0,001 мм	0,001 мм	1 мкм	-
от 1 до 10 мм включ.	-	-	-	0,01 мм
св. 10 до 20 мм включ.	-	-	-	0,1 мм
Примечание: h – значение измеренной толщины, мм				

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняются операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при первичной поверке	
		периодической поверке	проверке
Внешний осмотр	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим	10	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Операции по всем пунктам поверки должны проводиться при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °C до плюс 25 °C;
- относительная влажность воздуха от 50 % до 80 %.

3.2 Изменение температуры окружающего воздуха в помещении, где проводится поверка, в течение 1 часа не должно превышать 2 °C.

3.3 Средства измерений, предназначенные для измерений условий окружающей среды, на момент поверки толщинометров должны иметь действующие сведения о положительных результатах поверки, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 Проведение поверки должен выполнять персонал, отвечающий требованиям, предъявляемым к поверителям средств измерений (СИ), знающий принцип действия используемых при проведении поверки эталонов и СИ, изучивший настоящую методику поверки и техническую документацию (ТД) на толщинометр.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки используют средства измерений и вспомогательное оборудование, предоставленные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
8	<p>Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °C до 25 °C, с абсолютной погрешностью не более 1 °C.</p> <p>Средство измерений относительной влажности среды в диапазоне измерений от 50 % до 80 %, с абсолютной погрешностью не более 3 %.</p>	Термогигрометр ТГЦ-МГ4, рег.№ 35319-07
10	<p>Рабочий эталон согласно ГПС, в диапазоне значений от 0,1 до 20,0 мм</p>	<p>Меры толщины покрытий МТ рег. № 50316-12.</p> <p>Вспомогательное оборудование: ферромагнитное основание (Fe), алюминиевое основание (Al), ферромагнитное основание с цинковым покрытием (Fe).</p>

5.2 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средства поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие сведения о положительных результатах поверки, включенные в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

5.3 Допускается применение аналогичных средств поверки и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик средства измерений с требуемой точностью.

6 Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования (условия):

- правила безопасности при эксплуатации средств поверки и толщиномеров, приведенных в их эксплуатационных документах;
- правила безопасности и правила по охране труда, действующие на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр

7.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие толщиномера следующим требованиям:

- комплектность и маркировка толщиномера должна соответствовать эксплуатационным документам;
- наличие предусмотренных пломб для защиты несанкционированного вмешательства;
- на толщиномере не должно быть внешних механических повреждений и дефектов, препятствующих его применению, разъемы и гнезда должны быть чистыми и исправными.

7.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными при соответствии всех, указанных требований.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Перед проведением поверки необходимо подготовить толщиномер и средства поверки к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.

Провести контроль параметров окружающего воздуха в помещении, где будет выполняться поверка.

Выдержать толщиномер не менее двух часов в условиях, приведенных в п.3.1 и 3.2.

8.1.2 У толщиномеров модификаций ТМ-20МГ4, МТ-50МГ4 и ТМИ-200МГ4 необходимо удалить настройки диапазона измерений, установленные пользователем. Для удаления настроек пользователя необходимо нажать одновременно клавиши «↓» и «↑» и удерживать их несколько секунд. После того как на дисплее появится сообщение «Юстировка», необходимо держать преобразователь в воздухе на расстоянии не менее 400 мм от металлических изделий до окончания процесса юстировки.

8.1.3 Проверить установку нуля.

8.1.3.1 У толщиномеров модификаций ТМ-20МГ4, МТ-50МГ4 и ТМИ-200МГ4 проверяют установку нуля, поместив преобразователь на ферромагнитное основание. Если показания толщиномеров ТМ-20МГ4 и ТМ-50МГ4 отличается от нуля более чем на 0,002 мм, то для установки нуля необходимо отвести преобразователь от основания на расстояние не менее 200 мм и нажать клавишу «F». Если показания толщиномера ТМИ-200МГ4 отличается от нуля более чем на 0,05 мм для установки нуля необходимо нажать клавишу «F».

8.1.3.2 У толщиномеров модификации ТМ-50МГ4М в режиме «Настройки» выбрать пункт «Калибровка П» «Установка нуля». Установить преобразователь на основание по нормали к поверхности, нажать на корпус преобразователя таким образом, чтобы его торцевая поверхность полностью прилегала к поверхности основания, при этом не допускается покачивание преобразователя. Добиться устойчивых показаний толщиномера.

Если показания толщиномера отличается от нуля более чем на ± 0,002 мм, отвести преобразователь от основания на расстояние не менее 200 мм и нажать ВВОД.

8.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность толщиномера.

Для проверки работоспособности толщиномеров модификаций ТМ-20МГ4, ТМ-50МГ4 и ТМИ-200МГ4 на ферромагнитное основание последовательно устанавливают, и измеряют меры толщины покрытий МТ (далее по тексту – меры МТ), различной толщины.

Для проверки работоспособности толщиномера модификации ТМ-50МГ4М необходимо войти в режим «Настойки», выбрать базовую (Б) характеристику. Далее, последовательно выбирая материал основания, провести измерения мер МТ различной толщины на каждом из трех оснований. Измерения на ферромагнитном основании проводят с помощью выносного индукционного преобразователя, на основании из алюминиевого сплава и на основании с цинковым покрытием измерения проводят с помощью встроенного вихревокового преобразователя.

При выполнении измерений значения мер МТ, отображаемые на дисплее толщиномера, должны меняться соответствующим образом.

9 Проверка программного обеспечения

9.1 При проведении поверки выполняют операции подтверждения соответствия программного обеспечения (далее – ПО) заявленным идентификационным данным.

Для проверки идентификационных данных ПО необходимо:

- у модификаций ТМ-20МГ4, ТМ-50МГ4 и ТМИ-200МГ4 нажать, и удерживая клавишу РЕЖИМ, включить толщиномер клавишей ВКЛ.
- у модификации ТМ-50МГ4М нажать, и удерживая клавишу «↑», включить толщиномер клавишей РЕЖИМ.

На дисплее должны отобразится: идентификационное наименование ПО, идентификационный номер версии ПО, контрольная сумма исполняемого кода.

9.2 Результат подтверждения соответствия идентификационных данных ПО считается положительным, если идентификационные данные ПО, отображаемые на дисплее толщиномера, соответствуют данным указанным в Описании типа средства измерений в разделе «Программное обеспечение».

При отрицательном результате выполнение дальнейших операций поверки прекращают.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1 Проверку диапазона и определение абсолютной погрешности измерений толщины покрытия выполняют с помощью мер МТ, номинальные значения которых соответствуют началу и концу диапазона измерений толщины покрытия, а также 1-3 точкам внутри диапазона. На каждой мере МТ проводят по пять измерений. Результаты измерений H_i (мм) или H_i (мкм) в зависимости от модификации толщиномера записывают в протокол поверки.

10.2 При поверке толщиномеров модификаций ТМ-20МГ4, ТМ-50МГ4 и ТМИ-200МГ4 меры МТ устанавливают на ферромагнитное основание.

10.3 При поверке толщиномеров модификации ТМ-50МГ4М меры МТ устанавливают на ферромагнитное основание, основание из алюминиевого сплава и ферромагнитное основание с цинковым покрытием, в зависимости от применяемого преобразователя.

Проверку диапазона и определение абсолютной погрешности толщины покрытия выполняют, последовательно с каждым преобразователем, из комплекта поставки.

10.3.1 Для проведения измерений толщиномером ТМ-50МГ4М необходимо клавишей «↓» выбрать базовую (Б) характеристику. С помощью клавиши ВВОД выбрать материал основания, на котором будут проводиться измерения (Al; Zn; Fe).

Примечание – Если индукционный преобразователь не подключен, то в списке выбора ос-

нование «Fe» не будет отображаться.

Измерения с индукционным преобразователем выполняют на ферромагнитном основании (Fe), поверку с вихревоковым преобразователем на основании из алюминиевого сплава (Al) и на ферромагнитном основании с цинковым покрытием (Zn).

10.4 По результатам проведенных измерений, вычисляют:

а) среднее арифметическое значение результатов пяти измерений на каждой мере МТ по формуле:

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

где \bar{H}_j – среднее арифметическое значение толщины покрытия на j -той мере МТ;

H_i – значение толщины покрытия на j -той мере МТ;

j – количество мер МТ ($3 \leq j \leq 5$);

i – количество измерений на каждой мере МТ ($i = 5$).

б) абсолютную погрешность измерений толщины покрытия в каждой поверяемой точке диапазона, ΔH_j по формуле:

$$\Delta H_j = \bar{H}_j - h_{dj} \quad (2)$$

где h_{dj} – действительное значение меры МТ, указанное в протоколе поверки j -той меры МТ.

10.5 Толщиномер считают соответствующим метрологическим требованиям, если диапазон измерений толщины покрытия и абсолютная погрешность толщины покрытия соответствуют требованиям, приведенным в таблице 1.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Положительные результаты поверки толщиномера подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений (толщиномера) или лица, представившего толщиномер на поверку, выдается свидетельство о поверке и/или в паспорт (руководство по эксплуатации) на толщиномер вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки.

11.2 При отрицательных результатах поверки толщиномер признают непригодным к применению и выдают извещение о непригодности установленного образца с указанием причин непригодности.