

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследова-
тельный институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
Уральский научно-исследовательский институт метрологии - филиал
Федерального государственного унитарного предприятия
«Всероссийский научно-исследовательский институт
метрологии им. Д.И. Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»)

СОГЛАСОВАНА:

Директор УНИИМ - филиала
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

Е.П. Собина

2024 г.



«ГСИ. Толщиномеры контактные Labthink.
Методика поверки»

МП 2-233-2024

Екатеринбург
2024

ПРЕДИСЛОВИЕ

Разработана: Уральским научно-исследовательским институтом метрологии – филиалом Федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И.Менделеева»
(УНИИМ – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»)

Исполнители: И.о. заведующего лабораторией 233 Трибушевская Л.А.
Ведущий инженер лаборатории 233 Добренчикова Л.Г.

Согласована УНИИМ – филиалом ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева»
«___» 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ	5
4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	5
5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ	5
6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ	5
7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСТНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ	6
8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	7
10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ	9
11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ	9
12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	10

Государственная система обеспечения единства измерений
Толщиномеры контактные Labthink. Методика поверки

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на толщиномеры контактные Labthink (далее – толщиномеры), предназначенные для контактных измерений толщины металлических и неметаллических материалов (бумаги, гофрированного картона, ткани и других). Поверка толщиномеров должна проводиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость толщиномеров к ГЭТ 2-2021 «Государственному первичному эталону единицы длины – метра» согласно Государственной поверочной схемы 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 декабря 2018 г. № 2840.

1.3 В настоящей методике поверки реализован метод прямых измерений с помощью мер длины концевых плоскопараллельных.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки толщиномеров, используемых в качестве средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Метрологические характеристики толщиномеров

Наименование характеристики	Значение		
	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3
Диапазон измерений толщины, мм	0 до 2	0 до 6	от 0 до 12
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений толщины, мм – при измерении от 0 до 1 мм включ. (на любом участке диапазона измерений); – при измерении св. 1 мм до верхнего предела измерений включ.		$\pm 0,001$	$\pm 0,001 \cdot L^*$
Повторяемость результата измерений «M», мкм, не более		0,8	
Повторяемость результата измерений «H», мкм, не более		0,4	
Цена единицы наименьшего разряда, мм		0,0001	

* L – измеряемая толщина, мм.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящей методике использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Росстандарта от Государственная поверочная схема для средств измерений
29 декабря 2018 г. № 2840 длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм

Примечание - При использовании настоящей методики целесообразно проверить действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей методикой следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то раздел, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ

3.1 Первичную поверку толщинометров выполняют до ввода в эксплуатацию, а также после их ремонта.

3.2 Периодическую поверку выполняют в процессе эксплуатации толщинометров.

3.3 При проведении первичной и периодической поверок толщинометров должны быть выполнены операции, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций поверки при		Пункт методики поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	9
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	10
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям			11
Проверка диапазона измерений, цены единицы наименьшего разряда, определение среднеквадратического отклонения (повторяемости) и абсолютной погрешности измерений толщины	да	да	11.1

3.4 При получении отрицательного результата при проведении любой из операций по таблице 3.1, поверку толщинометров следует прекратить.

4 ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C 20 ± 4 ;
- изменение температуры окружающего воздуха в течение 1 часа, °C, не более 1; от 20 до 80.
- относительная влажность воздуха, %

5 ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛИСТАМ, ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИМ ПОВЕРКУ

5.1 К проведению работ по поверке толщинометров допускаются лица, прошедшие специальное обучение на поверителя, ознакомившиеся с эксплуатационной документацией на толщинометров, работающие в метрологической службе предприятия, аккредитованной на право поверки средств измерений.

6 МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ПОВЕРКИ

6.1 При проведении поверки должны быть использованы средства поверки, указанные в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Метрологические и технические требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Раздел 9 Подготовка к поверке и опробование	<p>Средство измерений температуры и относительной влажности с диапазонами измерений, охватывающими условия по п. 4</p> <p>Средства измерений параметра шероховатости Ra в диапазоне измерений от 0,2 до 1,0 мкм, $\delta=20\%$</p> <p>Средство измерений силы от 50 до 300 гс, $\Delta=\pm12$ гс</p> <p>Микрометр с диапазоном измерений от 0 до 25 мм, $\Delta=\pm4$ мкм;</p> <p>Рабочие эталоны длины 3-го разряда* в диапазоне значений от 0,5 до 100 мм</p>	<p>Термогигрометр электронный «CENTER» модели 313, диапазоны измерений: температура воздуха от +10 до +30 °C, $\Delta=\pm0,5$ °C; относительная влажность воздуха от 15 % до 85 %, $\Delta=\pm3$ %, рег. № 22129-09</p> <p>Прибор для измерений параметров шероховатости поверхности серии TIME3221, рег. № 58865-14</p> <p>Граммометр ГМ-1, рег. № 6749-78</p> <p>Микрометр МК и МК Ц, МК25, рег. № 32779-06;</p> <p>Меры длины концевые плоско-параллельные образцовые 3-го разряда длиной 100 мм, рег. № 9771-98</p>
п. 11.1 Проверка диапазона измерений, цены единицы наименьшего разряда, определение среднеквадратического отклонения (повторяемости) и абсолютной погрешности измерений толщины	Рабочие эталоны длины 3-го разряда* в диапазоне значений от 0,5 до 100 мм	Меры длины концевые плоско-параллельные образцовые 3-го разряда длиной 100 мм, рег. № 9771-98

* Государственная поверочная схема 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, утвержденная Приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены (аттестованы), средства измерений – поверены.

6.3 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице 6.1.

7 ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

7.1 При проведении поверки должны выполняться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на применяемые средства поверки и поверяемое СИ.

8 ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие толщиномеров следующим требованиям:

- наличие всех надписей маркировки, которые идентифицируют каждый экземпляр, средства измерений;
- комплектность должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений толщиномера и контактных измерительных поверхностей, влияющих на эксплуатационные свойства и внешний вид.

8.2 В случае если при внешнем осмотре толщиномера выявлены повреждения или дефекты, способные оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки, поверка может быть продолжена только после устранения этих повреждений или дефектов.

9 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с таблицей 6.1.

9.2 Толщиномеры и средства поверки должны быть подготовлены к поверке в соответствии с технической документацией на них и выдержаны в помещении, где проводится поверка, при температуре, указанной в п. 4.1, не менее 3 ч.

9.3 При проведении поверки толщиномеров необходимо соблюдать требования безопасности, прописанные в руководстве по эксплуатации на толщиномеры и средства поверки.

9.4 Перед проведением испытаний должны быть выполнены подготовительные работы согласно требованиям указанным в разделе 3 руководства по эксплуатации.

9.5 Проверку работоспособности толщиномера выполняют нажатием кнопки «Auto Test» в меню управления тестированием в главном окне ПО. Контактная прижимная лапка должна опуститься до соприкосновения с неподвижной измерительной поверхностью, в меню «Статус тестирования» появится надпись «Находится в напряженном состоянии, пожалуйста, не помещайте образец», затем прижимная лапка переместится в режим готовности и в меню «Статус тестирования» отобразится надпись «Пожалуйста, поместите образец». Необходимо разместить меру длины концевую с номинальным значением, не превышающим диапазон измерений, на неподвижную измерительную поверхность в основании толщиномера под прижимной лапкой. В меню «Статус тестирования» нажать на кнопку «Подтверждение образца» в системе управления тестированием, прижимная лапка должна опуститься до соприкосновения с измерительной поверхностью меры длины концевой в соответствии с заданной скоростью и временем измерения в меню «Настройка параметров». Результаты опробования считаются удовлетворительными если в окне «Детализация кривой результатов теста» отобразится точка измерения толщины и всплынет окно «Результаты теста» в котором отобразится измеренное значение меры длины концевой.

9.6 Проверка шероховатости измерительных поверхностей толщиномера

9.6.1 Шероховатость измерительных поверхностей толщиномера определяют при первичной поверке с помощью контактного прибора для измерений параметров шероховатости поверхности.

9.6.2 Проводят двукратные измерения шероховатости каждой измерительной поверхности толщиномера по методике, приведенной в технической документации на прибор для измерений параметров шероховатости поверхности.

9.6.3 Параметр шероховатости R_a измерительных поверхностей толщиномера не должен превышать 0,630 мкм.

9.7 Проверка давления, созданного устройством с подвижной прижимной измерительной лапкой

9.7.1 Давление, создаваемое устройством с подвижной прижимной измерительной лапкой, определяют при первичной поверке с помощью граммометра и микрометра.

9.7.2 Диаметр измерительной поверхности прижимной лапки определяют с помощью микрометра в четырех диаметральных сечениях. За действительное значение диаметра прижимной лапки принимают среднее значение из измеренных диаметров.

9.7.3 Измерительное усилие определяют граммометром.

9.7.4 Давление, создаваемое устройством с подвижной прижимной лапкой, определяют по формуле

$$P = \frac{F}{S} \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

$$S = \frac{\pi \cdot \bar{d}^2}{4}. \quad (2)$$

где P – давление, создаваемое устройством с подвижной прижимной лапкой, кПа;

F – измеренное усилие, создаваемое устройством с подвижной прижимной лапкой, Н;

S – площадь контакта измерительной поверхности подвижной прижимной измерительной лапки, м²;

\bar{d} – действительное значение диаметра измерительной поверхности прижимной лапки, м;

π – математическая константа, примерно равная 3,14.

Давление, создаваемое устройством с подвижной прижимной измерительной лапкой, должно соответствовать данным таблицы 9.1

Таблица 9.1 – Характеристики давления, создаваемого устройством с подвижной прижимной измерительной лапкой

Наименование характеристики	Значение
Давление, создаваемое устройством с подвижной прижимной измерительной лапкой, кПа*	
- при измерении толщины пленки с площадью контакта 50 мм ²	17,5±1
- при измерении толщины бумаги с площадью контакта 200 мм ²	100,0±1
- при измерении толщины бумаги с площадью контакта 200 мм ²	50,0±1

9.8 Проверка отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей

9.8.1 Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей толщиномеров проверяют по концевым мерам длины.

9.8.2 Концевую меру или блок концевых мер последовательно устанавливают между измерительными поверхностями в положении 1, 2, 3, 4 на расстоянии b от края измерительной поверхности, как показано на рисунке 2 и проводят измерения с помощью функций ПО в ручном режиме при каждом положении меры. Для исключения влияния отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей концевых мер их устанавливают между измерительными поверхностями толщиномера одним и тем же краем АВ.

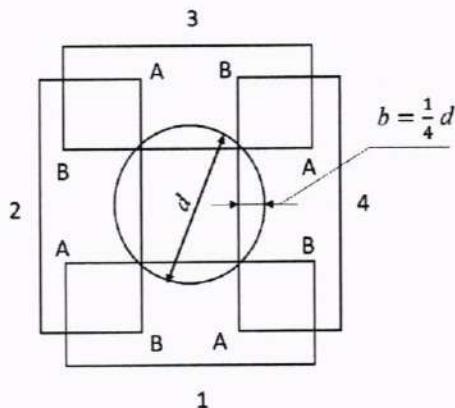


Рисунок 2 – Расположение мер длины концевых плоскопараллельных при определении отклонения от параллельности плоских измерительных поверхностей

9.8.3 Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей толщиномера определяют как наибольшую разность показаний толщиномера при четырех положения меры.

9.8.4 Отклонение от параллельности плоских измерительных поверхностей не должно превышать 5 мкм.

10 ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

10.1.1 Идентификационные данные и номер версии ПО, проверяют в главном окне ПО при нажатии кнопки «About». Идентификационные данные и номер версии ПО должны соответствовать данным, приведенным в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	C640M/H Thickness Tester
Номер версии (идентификационный номер ПО)	3.X.X.X
Цифровой идентификатор ПО	-

*«Х» не относится к метрологически значимой части ПО и принимает значение от 0 до 9

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

11.1 *Проверка диапазона измерений, цены единицы наименьшего разряда, определение среднеквадратического отклонения (повторяемости) и абсолютной погрешности измерений толщины*

11.1.1 Абсолютную погрешность измерений толщины определяют с помощью мер длины концевых (далее – КМД) во всем диапазоне измерений с шагом 1 мм и на любом участке в 1 мм с шагом 0,2 мм. Измерения в каждой точке проводят не менее десяти раз с помощью функций ПО в ручном и автоматическом режиме выбирая любую скорость измерения (медленно, нормально или быстро). При определении абсолютной погрешности проверяют цену единицы наименьшего разряда при отсчете показаний.

11.1.2 По результатам измерений вычисляют среднее арифметическое, измеренное толщинометром значение, каждой j -ой КМД, \bar{X}_j , мкм, по формуле

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ji}}{n}, \quad (3)$$

где x_{ji} - i -ое единичное измеренное толщиномером значение j -ой КМД, мкм;
 n - количество измерений j -ой КМД.

11.1.3 Вычисляют систематическую составляющую абсолютной погрешности измерений для каждой j -ой КМД, θ_j , по формуле

$$\theta_j = |\bar{X}_j - \bar{X}_{j\text{д}}| + \Delta_{\text{эт}}, \quad (4)$$

где $\bar{X}_{j\text{д}}$ - действительное значение срединной длины j -ой КМД, мкм;
 \bar{X}_j - значение j -ой КМД, измеренной толщиномером, мкм
 $\Delta_{\text{эт}}$ - погрешность определения действительного значения срединной длины КМД, мкм.

11.1.4 Вычисляют среднеквадратическое отклонение (повторяемости) случайной составляющей абсолютной погрешности для каждой j -ой КМД, S_j , мкм по формуле

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_{ji} - \bar{x}_j)^2}{n-1}}, \quad (5)$$

где x_{ji} - i -ое единичное измеренное толщиномером значение j -ой КМД, мкм;
 \bar{x}_j - среднее арифметическое, измеренное толщиномером значение j -ой КМД, мкм;
 n - количество измерений j -ой КМД.

11.1.5 Вычисляют абсолютную погрешность измерений толщиномера для каждой j -ой КМД, Δ_j , мкм, по формуле

$$\Delta_j = \frac{t \cdot \frac{S_j}{\sqrt{n}} + \theta_j}{\frac{S_j}{\sqrt{n}} + \sqrt{\frac{\theta_j^2}{3}}} \cdot \sqrt{\frac{\theta_j^2}{3} + \frac{S_j^2}{n}}, \quad (6)$$

где t – коэффициент Стьюдента, который при доверительной вероятности $P=0,95$ и числе результатов измерений $n=10$ составляет 2,262.

11.1.6 Диапазон измерений, цена единицы наименьшего разряда при отсчете показаний должны соответствовать данным, указанным в таблице 1.1. Рассчитанные значения среднеквадратического отклонения (повторяемости) каждой j -ой КМД не должны превышать значений указанных в таблице 1.1. Рассчитанные значения абсолютной погрешности измерений каждой j -ой КМД должны находиться в пределах допускаемой абсолютной погрешности, указанной в таблице 1.1.

12 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

12.2 При положительных результатах поверки толщиномер признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с действующими на дату проведения поверки нормативными актами в области обеспечения единства измерений.

12.3 Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки средство измерений признают непригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии действующими на дату проведения поверки нормативными правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

12.5 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд

по обеспечению единства измерений в соответствии с действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

И.о. заведующего лабораторией 233

Ведущий инженер лаборатории 233

Л.А. Трибушевская

Л.Г. Добренчикова