

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
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»)

Согласовано:

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

Е.П. Соби́на



2024 г.

**«ГСИ. Толщиномеры плёночных материалов радиоизотопные РТЛ-1К.
Методика поверки»**

МП 94-221-2023

Екатеринбург
2024

Предисловие

- 1 Разработана: 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»)
- 2 Исполнители: М.В. Шипицына, ведущий инженер УНИИМ - филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
- 3 Согласована: УНИИМ - филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 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 безопасности проведения поверки.....	6
8 Внешний осмотр средства измерений	7
9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	7
10 Проверка программного обеспечения средства измерений	7
11 Проверка мощности эквивалентной дозы	7
12 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	7
13 Оформление результатов поверки	11
Приложение А (обязательное) Структура Локальной поверочной схемы для средств измерений поверхностной плотности листовых и плёночных материалов	12

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на толщиномеры плёночных материалов радиоизотопные РТЛ-1К (далее - толщиномеры) и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок. Поверка толщинометров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки должна обеспечиваться прослеживаемость толщинометров к государственным первичным эталонам: ГЭТ 2 «Государственный первичный эталон единицы длины - метра», ГЭТ 3 «Государственный первичный эталон единицы массы - килограмма» - в соответствии с Локальной поверочной схемой для средств измерений поверхностной плотности листовых и плёночных материалов, структура которой приведена в Приложении А настоящей методики поверки.

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом косвенных измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки толщинометров, используемых в качестве средств измерений в соответствии с Локальной поверочной схемой для средств измерений поверхностной плотности листовых и плёночных материалов. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений поверхностной плотности, г/м ²	от 4 до 140
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений поверхностной плотности в поддиапазонах, %:	
- от 4 до 14 г/м ² включ.	±5
- св. 14 до 28 г/м ² включ.	±10
- св. 28 до 60 г/м ² включ.	±10
- св. 60 до 140 г/м ²	±10

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:

Приказ Минтруда России от 15.12.2020 № 903н Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок.

Приказ Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке.

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности.

ГОСТ Р 53228-2008 Весы неавтоматического действия. Часть 1. Метрологические и технические требования. Испытания.

МИ 2083-90 Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей.

СП 2.6.1.2612-10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010).

СанПиН 2.6.1.2523-09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

СанПиН 2.6.1.3287-15 Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с радиоизотопными приборами и их устройству.

3 Перечень операций поверки

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

Таблица 2 - Операции поверки

Наименование операции	Обязательность проведения операций при поверке при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которыми выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	8
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	9
Проверка программного обеспечения	Да	Да	10
Проверка мощности эквивалентной дозы	Да	Да	11
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	12

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций, поверка прекращается, толщиномер признают непригодным к эксплуатации.

3.3 Допускается проведение периодической поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений в соответствии с заявлением владельца толщиномера с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки в соответствии с приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» или в соответствии с порядком, действующим на момент проведения поверки.

4 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °C от 15 до 25;
- относительная влажность окружающей среды, %, не более 80.

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению работ по поверке толщиномеров допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации на поверяемый толщиномер, эксплуатационную документацию на средства поверки, настоящую методику поверки и работающие в качестве поверителей в организации, аккредитованной на право поверки средств измерений геометрических величин.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применения средств поверки	Метрологические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений температуры от 15 °С до 25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,7$ °С.	Термогигрометр электронный «CENTER», модель 313, рег. № 22129-09
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений влажности от 10 до 80 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2,5$ %.	
11	Средство измерений мощности эквивалентной дозы: диапазон измерений мощности дозы гамма-излучения от 0,1 до 100 мкЗв/ч, основная относительная погрешность ± 20 %.	Дозиметр-радиометр МКС-АТ6130, рег. № 25206-03
12	Средство измерений длины: диапазон измерений длины от 0 до 110 мм, абсолютная погрешность $\pm 0,03$ мм.	Штангенциркуль ШЦЦ-I-300-0,01, рег. № 72189-18
	Весы неавтоматического действия II класса точности по ГОСТ Р 53228-2008, диапазон измерений массы от 0,01 до 2,00 г.	Весы лабораторные электронные MS (торговая марка Cubis), рег. № 42502-09
	Образцы-имитаторы поверхностной плотности плёночных материалов: диапазон измерений поверхностной плотности от 4 до 140 г/м ² , относительная погрешность $\pm 1,5$ %.	Образцы-имитаторы поверхностной плотности плёночных материалов, входящие в комплектность толщиномера

6.2 Эталоны, применяемые для поверки, должны быть поверены, если представлены средствами измерений утвержденного типа или аттестованы, если представлены средствами измерений неутвержденного типа; средства измерений должны быть поверены, данные о их поверке должны быть внесены в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее - ФИФ ОЕИ).

6.3 Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений в соответствии с Локальной поверочной схемой для средств измерений поверхностной плотности в области измерений поверхностной плотности листовых и плёночных материалов, структура которой приведена в Приложении А настоящей методики поверки.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки необходимо соблюдать требования ГОСТ 12.2.007.0, Приказ Минтруда России № 903н, СП 2.6.1.2612-10, СанПиН 2.6.1.2523-09, СанПиН 2.6.1.3287-15 и требования безопасности, установленные в руководстве по эксплуатации на толщиномер и эксплуатационной документации на средства поверки.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре установить соответствие толщиномера следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида толщиномера сведениям, приведенным в описании типа;
- комплектность должна соответствовать сведениям, приведенным в описании типа;
- наличие маркировки с ясным указанием типа, заводского номера и года выпуска толщиномера;
- наличие предусмотренных пломб;
- отсутствие внешних повреждений, влияющих на работоспособность толщиномера.

8.2 Результаты внешнего осмотра считать положительными, если выполняются требования, указанные в 8.1 настоящей методики.

9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

9.1 Проводят контроль условий поверки с помощью термогигрометра в соответствии с таблицей 3.

9.2 Перед проведением поверки выполняют подготовительные работы, указанные в руководстве по эксплуатации толщиномера и в эксплуатационных документах на средства поверки.

9.3 При опробовании проверить правильность функционирования толщиномера. Необходимо подключить толщиномер к сети питания, установить исправность работы индикаторов.

9.4 Результаты считают положительными, если индикаторы работают исправно.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Идентификационное наименование и номер версии программного обеспечения (далее – ПО) толщиномеров идентифицируется на дисплее блока обработки информации при включении режима настройки толщиномеров.

10.2 Сравнить полученные данные с идентификационными данными, указанными в описании типа толщиномеров.

10.3 Результат подтверждения соответствия встроенного ПО считать положительным, если идентификационные данные соответствуют указанным в описании типа толщиномеров, приведенном в ФИФ ОЕИ.

11 Проверка мощности эквивалентной дозы

11.1 Используя дозиметр, измерить мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на расстоянии 10 см и 1 м от поверхности толщиномера.

11.2 Результаты считают положительными, если мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на расстоянии 10 см от поверхности толщиномера не превышает 100 мкЗв/ч и на расстоянии 1 м от поверхности толщиномера не превышает 3 мкЗв/ч.

12 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Проверку диапазона измерений поверхностной плотности и определение относительной погрешности измерений поверхностной плотности провести с помощью образцов-имитаторов поверхностной плотности, входящих в комплектность толщиномера, в двух точках, равномерно распределенных в поддиапазоне измерений толщиномера.

12.2 Провести измерения геометрических размеров образцов-имитаторов с помощью штангенциркуля в четырех сечениях плоскости рабочей поверхности образца-имитатора, равномерно расположенных соответственно по длине и ширине. В каждом сечении провести пять измерений. За результат измерений длины и ширины образца-имитатора принять среднее арифметическое двадцати измерений длины и ширины соответственно.

12.3 Измерение массы образцов-имитаторов провести с помощью весов лабораторных электронных MS225S. За результат измерений массы образцов-имитаторов принять среднее арифметическое четырех результатов измерений массы.

12.4 Рассчитать действительное значение поверхностной плотности каждого образца-имитатора (ρ_{ni} , г/м²), по формуле

$$\rho_{ni} = \frac{\bar{m}_i}{\bar{a}_i \cdot \bar{b}_i}, \quad (1)$$

где \bar{m}_i – среднее арифметическое значение результатов измерений массы i -го образца-имитатора, г, рассчитанное по формуле (2);

\bar{a}_i – среднее арифметическое значение результатов измерений длины i -го образца-имитатора, м, рассчитанное по формуле (3);

\bar{b}_i – среднее арифметическое значение результатов измерений ширины i -го образца-имитатора, м, рассчитанное по формуле (4):

$$\bar{m}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_m} m_{ij}}{n_m}, \quad (2)$$

$$\bar{a}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_a} \bar{a}_{kij}}{n_a}, \quad (3)$$

$$\bar{b}_i = \frac{\sum_{j=1}^{n_b} \bar{b}_{kij}}{n_b}, \quad (4)$$

где m_{ij} – j -ое значение массы i -го образца-имитатора, г;

\bar{a}_{kij} – j -ое среднее арифметическое значение длины i -го образца-имитатора в k -сечении, м;

\bar{b}_{kij} – j -ое среднее арифметическое значение ширины i -го образца-имитатора в k -сечении, м;

n_m – количество измерений массы, $n_m \geq 4$;

n_a – количество измерений длины, $n_a \geq 4$;

n_b – количество измерений ширины, $n_b \geq 4$.

12.5 Рассчитать среднее квадратическое отклонение результата измерений массы каждого образца-имитатора (S_{mi} , г) по формуле

$$S_{mi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_m} (m_{ij} - \bar{m}_i)^2}{n_m \cdot (n_m - 1)}}. \quad (5)$$

12.6 Рассчитать среднее квадратическое отклонение результата измерений длины каждого образца-имитатора (S_{ai} , м) по формуле

$$S_{ai} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_a} (\bar{a}_{kij} - \bar{a}_i)^2}{n_a \cdot (n_a - 1)}}. \quad (6)$$

12.7 Рассчитать среднее квадратическое отклонение результата измерений ширины каждого образца-имитатора (S_{bi} , м) по формуле

$$S_{bi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_b} (\bar{b}_{kij} - \bar{b}_i)^2}{n_b \cdot (n_b - 1)}}. \quad (7)$$

12.8 Рассчитать среднее квадратическое отклонение результата измерений поверхностной плотности каждого образца-имитатора ($S_{\rho i}$, г/м²) по формуле

$$S_{\rho i} = \sqrt{\left(\frac{S_{mi}}{\bar{a}_i \cdot \bar{b}_i}\right)^2 + \left(\frac{-\bar{m}_i \cdot S_{ai}}{\bar{a}_i^2 \cdot \bar{b}_i}\right)^2 + \left(\frac{-\bar{m}_i \cdot S_{bi}}{\bar{b}_i^2 \cdot \bar{a}_i}\right)^2}. \quad (8)$$

12.9 Рассчитать доверительные границы случайной составляющей погрешности измерений поверхностной плотности ($\varepsilon_{\rho i}$, г/м²) по формуле

$$\varepsilon_{\rho i} = t_p \cdot S_{\rho i}, \quad (9)$$

где t_p – коэффициент Стьюдента, соответствующий доверительной вероятности $P=0,95$, с (n_m-1) степенями свободы.

12.10 Рассчитать границы неисклученной систематической составляющей погрешности результата измерений поверхностной плотности каждого образца-имитатора ($\theta_{\rho i}$, г/м²) по формуле

$$\theta_{\rho i} = k \cdot \sqrt{\left(\frac{\Delta_m}{\bar{a}_i \cdot \bar{b}_i}\right)^2 + \left(\frac{-\bar{m}_i \cdot \Delta_a}{\bar{a}_i^2 \cdot \bar{b}_i}\right)^2 + \left(\frac{-\bar{m}_i \cdot \Delta_a}{\bar{b}_i^2 \cdot \bar{a}_i}\right)^2}, \quad (10)$$

где Δ_m – предел допускаемой абсолютной погрешности весов, г;

Δ_a – предел допускаемой абсолютной погрешности штангенциркуля, мм;

k – поправочный коэффициент, определяемый принятой доверительной вероятностью, при $P=0,95$ равный 1,1.

12.11 Рассчитать погрешность измерений поверхностной плотности каждого образца-имитатора ($\Delta_{\rho i}$, г/м²) по формуле

$$\Delta_{\rho i} = K_{\rho i} \cdot (\varepsilon_{\rho i} + \theta_{\rho i}), \quad (11)$$

где $K_{\rho i}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной составляющей погрешности и неисклученной систематической составляющей погрешности измерений, в соответствии с п. 2.6 МИ 2083-90 при $P=0,95$.

12.12 Рассчитать относительную погрешность измерений поверхностной плотности каждого образца-имитатора ($\delta_{0\rho i}$, г/м²) по формуле

$$\delta_{0\rho i} = \frac{\Delta_{\rho i}}{\rho_{ni}} \cdot 100. \quad (12)$$

Значения относительной погрешности измерений поверхностной плотности образцов-имитаторов должны находиться в пределах $\pm 1,5\%$, в случае невыполнения требования поверка прекращается.

12.13 Образец-имитатор и толщиномер поместить на стенд в соответствии с рисунком 1 настоящей методики поверки. Подготовить толщиномер к работе в соответствии с руководством по эксплуатации толщиномера. Провести 10 измерений поверхностной плотности каждого образца-имитатора, время каждого измерения не менее 90 с.

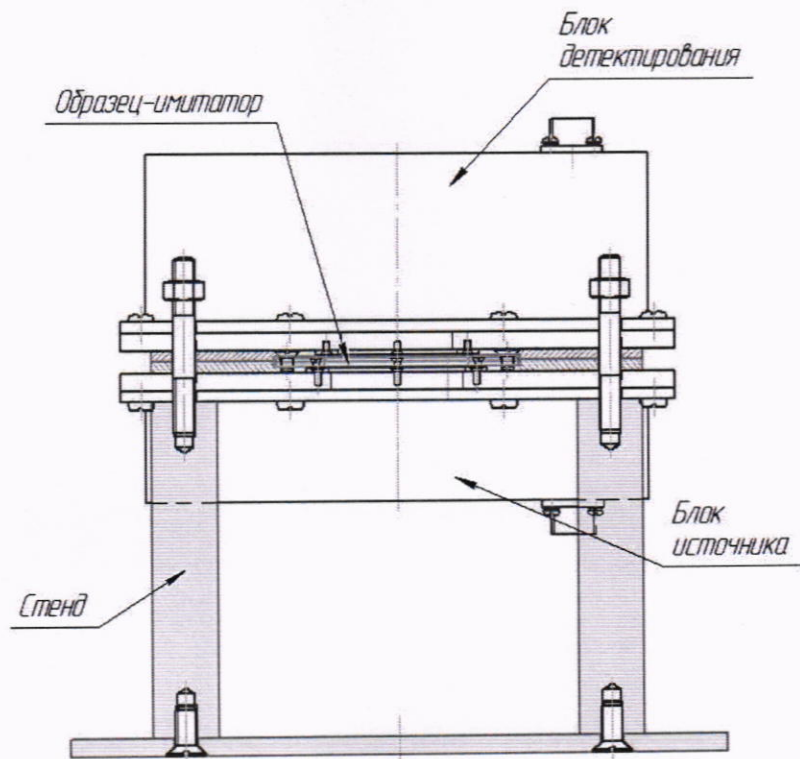


Рисунок 1 – Установка толщиномера и образцов-имитаторов на стенде

12.14 Рассчитать среднее квадратическое отклонение результатов измерений поверхностной плотности (S_i , г/м²) каждого образца-имитатора по формуле

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n (\rho_{ij} - \bar{\rho}_i)^2}{n(n-1)}}, \quad (13)$$

где ρ_{ij} - j -ый результат измерений толщиномером i -ого образца-имитатора, г/м²;
 $\bar{\rho}_i$ - среднее арифметическое значение результатов измерений толщиномером i -ого образца-имитатора, г/м², рассчитанное по формуле

$$\bar{\rho}_i = \frac{\sum_{j=1}^n \rho_{ij}}{n}. \quad (14)$$

12.15 Рассчитать доверительные границы случайной составляющей погрешности измерений поверхностной плотности (ε_i , г/м²) по формуле

$$\varepsilon_i = t \cdot S_i, \quad (15)$$

где t – коэффициент Стьюдента, соответствующий доверительной вероятности $P=0,95$, с $(n-1)$ степенями свободы.

12.16 Рассчитать границу неисключенной систематической составляющей погрешности результата измерений поверхностной плотности (θ_i , г/м²) по формуле

$$\theta_i = |\bar{\rho}_i - \rho_{ni}| + \Delta_{\rho i}. \quad (16)$$

12.17 Рассчитать значение относительной погрешности измерений поверхностной плотности ($\delta_{\rho i}$, г/м²) по формуле

$$\delta_{\rho i} = \frac{K_i \cdot \sqrt{\frac{\theta_i^2}{3} + S_i^2}}{\bar{\rho}_i} \cdot 100, \quad (17)$$

где K_i – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и систематической составляющих погрешности, рассчитанный по формуле

$$K_i = \frac{\varepsilon_i + \theta_i}{S_i + \frac{\theta_i}{\sqrt{3}}}. \quad (18)$$

12.18 Результаты считают положительными, если значения относительной погрешности измерений поверхностной плотности в поддиапазоне измерений находятся в пределах, указанных в таблице 1 настоящей методики поверки.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки заносят в протокол поверки произвольной формы, сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

13.2 При проведении периодической поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений указывается информация об объеме проведенной поверки.

13.3 При положительных результатах поверки толщиномер признают пригодным к эксплуатации, по заявлению владельца толщиномера или лица, представившего толщиномер на поверку, оформляется свидетельство о поверке установленной формы.

13.4 Знак поверки наносится в свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510 или действующим на дату поверки нормативным правовым актом в области обеспечения единства измерений.

13.5 При отрицательных результатах поверки толщиномер к применению не допускают и по заявлению владельца толщиномера или лица, представившего толщиномер на поверку, оформляется извещение о непригодности установленной формы.

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



М.В. Шипицына

Приложение А
(обязательное)

Структура Локальной поверочной схемы для средств измерений поверхностной плотности листовых и плёночных материалов

