

Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии

УРАЛЬСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИ-
ЯТИЯ «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

18 ⁶⁷ марта 2022 г.



«ГСИ. Тензиометры LAUDA. Методика поверки»

МП 58-251-2021

Екатеринбург

2022 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. 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»)
2. ИСПОЛНИТЕЛЬ зам. зав. лаб. 251, Вострокнутова Е.В.
3. СОГЛАСОВАНА директором УНИИМ – филиала ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева» в 2022 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 | 6 |
| 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений..... | 7 |
| 10 Проверка программного обеспечения средства измерений | 7 |
| 11 Определение метрологических характеристик средства измерений | 7 |
| 12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 8 |
| 13 Оформление результатов поверки | 9 |

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на тензиометры LAUDA (далее – тензиометры), выпускаемые LAUDA Scientific GmbH, Германия. Тензиометры подлежат первичной (до ввода в эксплуатацию и после ремонта) и периодической поверке. Поверка тензиометров должна производиться в соответствии с требованиями настоящей методики.

1.2 При проведении поверки прослеживаемость обеспечивается посредством применения средств измерений, прослеживаемых к ГЭТ 3-2020 «Государственному первичному эталону единицы массы (килограмму)» в соответствии с приказом Росстандарта Российской Федерации от 29.12.2018 г. № 2818 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы».

1.3 В настоящей методике поверки реализована поверка методом прямых измерений.

1.4 Настоящая методика поверки применяется для поверки тензиометров, используемых в качестве рабочих средств измерений. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристик | Значение |
|---|-----------------|
| Диапазон измерений поверхностного натяжения, мН/м | от 1,0 до 999,0 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений поверхностного натяжения, мН/м | $\pm 1,0$ |
| Диапазон измерений массы, г | от 0,1 до 5,0 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений массы, г | $\pm 0,005$ |

2 Нормативные ссылки

2.1 В настоящей методике поверки использованы ссылки на следующие документы:- ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартов безопасности труда. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности»;

- Приказ Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»;

- Приказ Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений»;

- Приказ Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- Приказ Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2818 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы»;

- ГОСТ Р 58144-2018 «Вода дистиллированная. Технические условия»;

- ГОСТ 8.428-81 «Государственная система обеспечения единства измерений. Ареометры. Значения коэффициентов поверхностного натяжения жидкостей».

3 Перечень операций поверки

3.1 При поверке 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 которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр | да | да | 8 |
| Подготовка к поверке и опробование | да | да | 9 |
| Определение метрологических характеристик средства измерений | да | да | 11 |
| Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | да | да | 12 |

3.2 В случае невыполнения требований хотя бы к одной из операций, проводится настройка тензиометра и интерфейсного блока в соответствии с руководством по эксплуатации (далее – РЭ). В дальнейшем все операции повторяются вновь, в случае повторного невыполнения требований поверка прекращается и выполняются операции по п. 13.3.

4 Требования к условиям проведения поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С от + 10 до +40
- относительная влажность, %, не более 80

5 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

5.1 К проведению работ по поверке тензиометров допускаются лица, прошедшие обучение в качестве поверителя, изучившие РЭ на тензиометры и настоящую методику поверки.

6 Метрологические и технические требования к средствам поверки

6.1 При проведении поверки применяют оборудование согласно таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|--|---|--|
| п. 9 Подготовка к поверке и опробование средства измерений | Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 10 до плюс 40 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С; | Термогигрометры электронные «CENTER» моделей 310, 311, 313, 314, 315, 316 (ФИФ ОЕИ № 22129-09) |

| Операции поверки, требующие применения средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|--|
| | Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 20 до 90 %, с абсолютной погрешностью не более 3 % | |
| п.11 Определение метрологических характеристик средства измерений | <p>Вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018</p> <p>Эталоны единицы массы, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 1 разряда по ГОСТ 8.021-2015, в диапазоне значений массы от 0,1 до 5,0 г</p> <p>Эталон единицы температуры, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 3 разряда по ГОСТ 8.558-2009, в диапазоне значений температуры от плюс 10 до плюс 40 °С</p> | <p>Гири класса E₂ (ФИФ ОЕИ № 58666-14)</p> <p>Термометры сопротивления платиновые вибропрочные ТСПВ, модификации ТСПВ-1.1, ТСПВ-2.1, ТСПВ-3.1 (ФИФ ОЕИ № 50256-12)</p> <p>Измерители температуры двухканальные прецизионные МИТ 2.05 (ФИФ ОЕИ № 29933-05)</p> |

6.2 Средства измерений, применяемые для поверки, должны быть поверены, эталоны – поверены (аттестованы)

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 1.

7 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

7.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования Приказа Министерства труда и Социальной защиты РФ от 15.12.2020 г. N 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок», требования ГОСТ 12.2.007.0.

8 Внешний осмотр средства измерений

8.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- соответствие внешнего вида тензиометра сведениям, приведенным в описании типа;
- отсутствие видимых повреждений тензиометра;
- соответствие комплектности, указанной в РЭ;
- наличие обозначения и серийного номера, четкость маркировки, а также отсутствие повреждений и дефектов, влияющих на работоспособность тензиометра.

8.2 В случае, если при внешнем осмотре тензиометра 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 п.4 настоящей методики поверки.

9.2 Перед проведением поверки тензиометр готовят к работе в соответствии с РЭ и проводят калибровку.

9.3 При включении тензиометра должны отсутствовать сообщения об ошибках.

10 Проверка программного обеспечения средства измерений

10.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) интерфейсного блока: на главном экране интерфейсного блока выбирают «System» пункт меню «About». Наименование и номер версии ПО интерфейсного блока должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО интерфейсного блока

| Идентификационные данные (признаки) | Значение для модификации | |
|---|--------------------------|-----|
| | TC1 | TD4 |
| Идентификационное наименование ПО | Multi-Panel | |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | не ниже 1.05 | |
| Цифровой идентификатор ПО | - | |

10.2 Проводят проверку идентификационных данных ПО тензиометра: на главном экране интерфейсного блока выбирают «System» пункт меню «About». Наименование и номер версии ПО тензиометра должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 5.

Таблица 5 – Идентификационные данные встроенного ПО тензиометра

| Идентификационные данные (признаки) | Значение для модификации | |
|---|--------------------------|-----|
| | TC1 | TD4 |
| Идентификационное наименование ПО | TC1 | TD4 |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | не ниже 1.4 | |
| Цифровой идентификатор ПО | - | |

11 Определение метрологических характеристик средства измерений

11.1 Определение абсолютной погрешности и диапазона измерений массы, диапазона измерений поверхностного натяжения

11.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений массы проводят следующим образом: в режиме измерений при помощи пластины Вильгельми, предварительно обнуляя показания, проводят нагружения весоизмерительного устройства тензиометра гирями массой, равномерно распределенной по диапазону измерений от 0,1 до 5 г. Измеренные значения массы и поверхностного натяжения тензиометром заносят в протокол.

11.1.2 Определение диапазона измерений массы и поверхностного натяжения проводят одновременно с проверкой абсолютной погрешности измерений массы.

11.2 Определение абсолютной погрешности измерений поверхностного натяжения

11.2.1 В емкость для образца, подготовленную в соответствии с указаниями РЭ тензиометра, помещают необходимый объем дистиллированной воды по ГОСТ Р 58144-2018. Проводят измерение поверхностного натяжения дистиллированной воды при помощи пластины Вильгельми. Термометром по п. 6 настоящей методики поверки измеряют температуру дистиллированной воды в емкости для образца.

12 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

12.1 Рассчитывают значение абсолютной погрешности результатов измерений массы по формуле

$$\Delta_{mi} = m_{ij} - m_i, \quad (1)$$

где Δ_{mi} – абсолютная погрешность результатов измерений массы i -той гири, г;

m_{ij} – j -результат измерения массы i -той гири, г;

m_i – i -ое значение массы гири, указанное в сведениях о поверке, г.

Полученные значения абсолютной погрешности результатов измерений массы должны соответствовать требованиям таблицы 1.

12.2 За диапазон измерений принимают диапазон измерений массы, приведенный в таблице 1, если полученные по формуле (1) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1.

12.3 Значение поверхностного натяжения при использовании пластины Вильгельми рассчитывается по результатам измерений массы по п. 11.1 по формуле

$$\sigma_{\text{п}} = \frac{9,81 \cdot m}{L}, \quad (2)$$

где $\sigma_{\text{п}}$ – рассчитанное поверхностное натяжение по методу Вильгельми, мН/м;

m – масса, действующая на измерительный объект, измеренная тензиометром, г;

L – периметр пластины Вильгельми, м.

Сравнивают полученные результаты с данными таблицы 6. Результаты измерений должны находиться в пределах, указанных в таблице 6.

Таблица 6 – Пределы допускаемых значений поверхностного натяжения при измерении тензиометром с использованием пластины Вильгельми

| | | | | | | |
|--------------------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| Масса гирь, г | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 2,0 | 4,0 |
| Нижний предел показаний, мН/м | 23,4 | 47,8 | 121,0 | 243,0 | 487,1 | 975,1 |
| Верхний предел показаний, мН/м | 25,4 | 49,8 | 123,0 | 245,0 | 489,1 | 977,1 |

Примечание: приведенные в таблице 6 значения нижнего и верхнего пределов показаний рассчитаны при длине и ширине пластины Вильгельми 19,9 мм и 0,2 мм соответственно. При других значениях длины и ширины пластины Вильгельми значения нижнего и верхнего пределов показаний пересчитываются по формуле (2).

За диапазон измерений принимают диапазон измерений поверхностного натяжения, приведенный в таблице 1, если полученные по формуле (2) значения удовлетворяют требованиям таблицы 1.

12.4 Рассчитывают абсолютную погрешность измерений поверхностного натяжения по формуле

$$\Delta = \sigma_{20} - \sigma_{\text{таб.}}, \quad (3)$$

где Δ – абсолютное значение погрешности тензиометра, мН/м;

$\sigma_{\text{таб.}}$ – табличное значение поверхностного натяжения дистиллированной воды при 20 °С по ГОСТ 8.428-81, $\sigma_{\text{таб.}} = 72,6$ мН/м;

σ_{20} – измеренное значение поверхностного натяжения дистиллированной воды, приведенное к температуре 20 °С, мН/м, которое рассчитывается по формуле

$$\sigma_{20} = \sigma_t \left(1 + \frac{(t - 20)}{t_k} \right), \quad (4)$$

где σ_t – измеренное значение поверхностного натяжения дистиллированной воды при текущей температуре t , мН/м;

t – температура проведения измерений, °С;

t_k - эмпирический коэффициент, равный для дистиллированной воды 484.

Полученные значения абсолютной погрешности измерений поверхностного натяжения должны соответствовать требованиям таблицы 1.

13 Оформление результатов поверки

13.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

13.2 При положительных результатах поверки тензиометр признают пригодным к применению и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 г. № 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, или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений. Нанесение знака поверки на тензиометры не предусмотрено.

13.3 При отрицательных результатах поверки тензиометр признают непригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений и оформляют результаты поверки в соответствии с Приказом Минпромторга России от 30.07.2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» или действующими на момент проведения поверки нормативными актами в области обеспечения единства измерений.

13.4 Сведения о результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с Приказом Минпромторга России от 28.08.2020 г. № 2906 «Об утверждении порядка создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений» или действующими на момент проведения поверки нормативно-правовыми актами в области обеспечения единства измерений.

**Зам. зав. лаб. 251 УНИИМ – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»**



Е.В. Вострокнудова