



СОГЛАСОВАНО

Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

М.П.

2023 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры ультразвуковые EasyTREK

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-144-2023

г. Чехов, 2023 г.

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры ультразвуковые EasyTREK (далее – уровнемеры), и устанавливает методику его первичной и периодической поверки.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	SCD-3***-*	SP*-3***-*
Диапазоны измерений расстояния до поверхности продукта (уровня), м	от 1 до 60; от 0,6 до 30; от 0,6 до 15	от 0,25 до 3; от 0,2 до 4; от 0,25 до 5; от 0,25 до 6; от 0,35 до 6; от 0,35 до 8; от 0,35 до 10; от 0,45 до 15; от 0,6 до 25
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня), мм	$\pm(0,2 \%$ от измеренного значения + 0,1 % от диапазона измерений)	$\pm(0,2 \%$ от измеренного значения + 0,05 % от диапазона измерений)*
* Не менее 3,5 мм.		

1.3 Прослеживаемость при поверке уровнемеров обеспечивается в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений (далее – СИ) уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3459, к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ2-2010.

1.4 Метрологические характеристики поверяемого уровнемера определяют методом прямых измерений или методом непосредственного сличения.

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	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной	периодической	
Внешний осмотр средства измерений	да	да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	8
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:	да	да	10.1
	–	да	10.2
Примечание – Периодическую поверку уровнемера модификации SP*-3***-* проводят при полном демонтаже по 10.1 или без демонтажа на месте эксплуатации по 10.2. Периодическую поверку уровнемера модификации SCD-3***-* проводят только при полном демонтаже по 10.1.			

2.2 При получении отрицательных результатов по какому-либо пункту методики поверки поверку прекращают.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лабораторных условиях при полном демонтаже уровнемера должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
- относительная влажность, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106

3.2 При проведении поверки на месте эксплуатации без демонтажа уровнемера должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, относительная влажность и атмосферное давление удовлетворяют условиям эксплуатации уровнемера и средств поверки;
- отсутствие осадков и ветра, препятствующих проведению поверки;
- обеспечивается возможность изменения уровня жидкости в резервуаре;
- параметры и свойства жидкости в резервуаре соответствуют требованиям эксплуатационных документов уровнемера;
- жидкость в резервуаре не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды;
- в резервуаре отсутствует избыточное давление, допускается разгерметизация резервуара;
- перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) должно быть отключено;
- поверхность жидкости в резервуаре должна быть спокойной;
- в каждой контрольной точке выдерживают заданную высоту наполнения резервуара не менее двух часов.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, эксплуатационные документы уровнемера и средств поверки.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7 – 10	Средство измерений температуры окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7 М 5-Д (регистрационный № 71394-18 в ФИФОЕИ)
	Средство измерений относительной влажности окружающей среды с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
	Средство измерений атмосферного давления с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10.1	Средство воспроизведения длины: диапазон измерений не менее диапазона измерений поверяемого уровнемера, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения $\pm 0,3$ мм	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня, модификация ЭЛИМЕТРО СПУ-А-30 (регистрационный № 56506-14 в ФИФОЕИ)
10.1	Средство измерений длины: диапазон измерений не менее диапазона измерений поверяемого уровнемера, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(1+1,0 \cdot 10^{-6} \cdot D)$, где D – измеряемое расстояние, мм	Тахеометр электронный Leica TS60 I (регистрационный № 61950-15 в ФИФОЕИ);
10.2	Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502–98: диапазон измерений не менее диапазона измерений поверяемого уровнемера, класс точности 2	Рулетка измерительная металлическая 2-го класса точности модификации P100Y2Г (регистрационный номер 51171-12 в ФИФОЕИ) (далее – рулетка)
10.1, 10.2	Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазон измерений от 4 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm(0,01 \% \text{ показания} + 1 \text{ мкА})$	Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R) регистрационный № 52489-13 в ФИФОЕИ) (далее – калибратор)
<p>Примечания</p> <p>1. Допускается использование средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.</p> <p>2. Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть зарегистрированы в ФИФОЕИ, утвержденного типа, поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.</p> <p>3. Эталоны единиц величин, применяемые при поверке, должны быть аттестованы в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений и утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.</p>		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и уровнемера, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- внешний вид и комплектность уровнемера;
- отсутствие механических повреждений уровнемеров, препятствующих применению уровнемера;
- четкость надписей и обозначений.

7.2 Результаты поверки по 7 считают положительными, если:

- внешний вид и комплектность уровнемера соответствуют описанию типа и эксплуатационным документам уровнемера;
- механические повреждения, препятствующие применению уровнемера, отсутствуют;
- надписи и обозначения четкие.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационные документы уровнемера;
- изучают настоящую методику поверки и руководства по эксплуатации средств поверки;
- средства поверки и уровнемер устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационных документов;
- к выходному каналу уровнемера подключают калибратор;
- контролируют фактические условия поверки на соответствие требованиям раздела 3 настоящей методики поверки;
- выполняют иные необходимые подготовительные и организационные мероприятия.

8.2 В качестве имитатора поверхности продукта должна использоваться отражающая поверхность, выполненная из металла (стали, дюраля или латуни) или дерева размером не менее 800×800 мм, которую располагают перпендикулярно оси излучения уровнемера.

8.3 Уровнемер выдерживают в условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов, при этом во включенном состоянии при номинальном напряжении не менее 1 часа.

8.4 Опробование уровнемера проводят одновременно с определением его метрологических характеристик по 10.1 или 10.2.

8.5 Результаты поверки по 8 считают положительными при выполнении требований, изложенных в 8.1 – 8.4.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Фиксируют идентификационные данные ПО уровнемера в соответствии с разделом 1.3 паспорта уровнемера и сравнивают их с соответствующими идентификационными данными, представленными в описании типа уровнемеров.

9.2 Результаты поверки по 9 считают положительными, если идентификационные данные программного обеспечения совпадают с указанными в описании типа уровнемера.

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

10.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) при полном демонтаже

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) проводят при прямом и обратном ходе путем перемещения имитатора уровня вдоль оси распространения ультразвукового сигнала в пяти контрольных точках, соответствующих L_{\min} , $0,25 \cdot L_{\max}$, $0,5 \cdot L_{\max}$, $0,75 \cdot L_{\max}$, L_{\max} , где L_{\min} и L_{\max} – минимальное и максимальное значения диапазона измерений уровнемера. Допускаемое отклонение в каждой контрольной точке ± 100 мм или ± 3 % внутри диапазона измерений уровнемера.

10.1.2 Расстояние до имитатора устанавливают на требуемое значение и снимают показания уровнемера и средства поверки. За результат измерений уровнемера в j -ой контрольной точке \bar{L}_j , мм, принимают среднее арифметическое значение результатов измерений уровнемера, определяемое по формуле:

$$\bar{L}_j = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n L_{ji}, \quad (1)$$

где n – число измерений в контрольной точке (не менее трех);

L_{ji} – значение расстояния до поверхности продукта (уровня) в j -ой контрольной точке при i -ом измерении, измеренное уровнем, мм.

Если уровень настроен на передачу значения высоты наполнения, то значение расстояния до поверхности продукта (уровня) в j -ой контрольной точке при i -ом измерении H_{ji} , мм, вычисляют по формуле

$$L_{ji} = L_{\max} - H_{ji}, \quad (2)$$

где L_{\max} – максимальное значение расстояния до поверхности продукта (уровня), измеряемое уровнем (параметр настройки уровня P04), мм;

H_{ji} – значение высоты наполнения, соответствующее измеренному уровнем значению расстояния до поверхности продукта (уровня) в j -ой контрольной точке при i -ом измерении, мм.

Значение, измеренное уровнем при i -ом измерении, H_i , мм, вычисляют по формуле

$$X_{ji} = \frac{(X_{\max} - X_{\min}) \cdot (I_{ji} - 4)}{16} + X_{\min}, \quad (3)$$

где X_{\max} – значение расстояния до поверхности продукта (уровня) (высоты наполнения), соответствующее выходному сигналу уровня 20 мА, мм;

X_{\min} – значение расстояния до поверхности продукта (уровня) (высоты наполнения), соответствующее выходному сигналу уровня 4 мА, мм;

I_{ji} – значение выходного сигнала уровня, мА.

10.1.3 В каждой контрольной точке вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , %, по формуле

$$\Delta_j = \bar{L}_j - L_j^3, \quad (4)$$

где H_j^3 – значение расстояния до имитатора поверхности продукта, измеренное средством поверки, мм.

10.1.4 Результаты поверки уровня считают положительными, если значения абсолютной погрешности в каждой контрольной точке не выходят за пределы, указанные в таблице 1 настоящей методики поверки.

10.2 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) без демонтажа на месте эксплуатации

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений расстояния до поверхности продукта (уровня) проводят в пяти контрольных точках ($j = 1, 2, 3, 4, 5$), равномерно распределенных в рабочем диапазоне измерений в соответствии с технологическим процессом. В нулевой контрольной точке ($j = 0$) определяют поправку на несоответствие показаний уровня и рулетки.

10.2.2 В каждой контрольной точке не менее пяти раз определяют расстояние до поверхности жидкости с помощью рулетки следующим образом:

- на участок шкалы рулетки до 1000 мм наносят слой пасты;
- рулетку опускают через измерительный люк резервуара ниже поверхности жидкости на глубину не более 1000 мм;
- фиксируют показания рулетки по верхнему краю измерительного люка (верхнее показание);
- поднимают рулетку строго вверх без смещения в стороны до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части рулетки и фиксируют показания рулетки (нижнее показание);
- расстояние до поверхности жидкости (уровня) определяют вычитанием нижнего показания рулетки из верхнего;
- определяют среднее арифметическое значение расстояния до поверхности жидкости (уровня) L_j^p , мм, по формуле:

$$\bar{L}_j^p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n L_{ji}^p \cdot (1 - \alpha_s \cdot (20 - t_B)), \quad (5)$$

- где n – количество измерений расстояния до поверхности жидкости с помощью рулетки (не менее 5);
- L_{ji}^p – значение расстояния до поверхности жидкости, измеренное с помощью рулетки при i -ом измерении в j -ой контрольной точке, мм.
- α_s – температурный коэффициент линейного расширения рулетки, $1/^\circ\text{C}$;
- t_B – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^\circ\text{C}$.

10.2.3 В каждой контрольной точке фиксируют значение расстояния до поверхности жидкости (уровня), измеренное уровнемером, L_j^y , мм. Если уровнемер настроен на передачу значения высоты наполнения, то значение расстояния до поверхности жидкости (уровня) в j -ой контрольной точке L_j^y , мм, вычисляют по формуле

$$L_j^y = L_{\max} - H_j^y, \quad (6)$$

- где H_j^y – значение высоты наполнения, соответствующее измеренному уровнемером значению расстояния до поверхности жидкости (уровня) в j -ой контрольной точке, мм.

Значение, измеренное уровнемером, вычисляют по формуле (3).

10.2.4 В нулевой контрольной точке ($j = 0$) вычисляют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки ΔL_0 , мм, по формуле

$$\Delta L_0 = L_0^y - \bar{L}_0^p, \quad (7)$$

- где L_0^y – значение расстояния до поверхности жидкости (уровня), измеренное уровнемером в нулевой контрольной точке мм;
- \bar{L}_0^p – среднее арифметическое значение расстояния до поверхности жидкости (уровня), измеренное рулеткой в нулевой контрольной точке, мм.

10.2.5 В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , %, по формуле

$$\Delta_j = (L_j^y - \Delta L_0) - \bar{L}_j^p. \quad (8)$$

10.2.6 Результаты поверки уровнемера считают положительными, если значения абсолютной погрешности в каждой контрольной точке не выходят за пределы, указанные в таблице 1 настоящей методики поверки.

11 Оформление результатов поверки

11.1 При проведении поверки оформляют протокол результатов поверки в свободной форме.

11.2 При положительных результатах поверки уровнемер признают пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают свидетельство о поверке, знак поверки наносят на свидетельство о поверке.

11.3 При отрицательных результатах поверки уровнемер признают непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают извещение о непригодности с указанием основных причин.