



СОГЛАСОВАНО
Главный метролог
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»

В.А. Лапшинов

22.11.2024

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры радарные CTRAD8

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-642-2024

Москва
2024

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на уровнемеры радарные CTRAD8 (далее – уровнемеры), и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

1.2 При проведении поверки уровнемера обеспечивается передача единицы уровня к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 и Государственному первичному специальному эталону единицы длины ГЭТ 199-2024 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3459.

1.3 Метрологические характеристики уровнемера определяют методом прямых измерений и (или) методом непосредственного сличения.

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

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня ¹⁾ , м	от 0,08 до 80
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня ²⁾ , мм: - при $L \leq 30000$ мм - при $L > 30000$ мм	± 1 $\pm 2,5$
Пределы допускаемой приведенной погрешности преобразования измеренного значения уровня в выходной токовый сигнал от 4 до 20 мА, % диапазона преобразования	$\pm 0,04$
¹⁾ Указан максимальный диапазон измерений. Фактические значения указываются в паспорте. ²⁾ При поверке уровнемера на месте эксплуатации пределы допускаемой абсолютной погрешности составляют ± 3 мм. Примечание – Принято следующее обозначение: L – значение расстояния до поверхности продукта, мм.	

2 Перечень операций поверки средства измерений

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	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	да	да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	да	да	8
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	9

Наименование операции	Обязательность проведения операции при поверке		Номер пункта методики поверки
	первичной	периодической	
Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня:			
- в лаборатории	да	да ¹⁾	9.1
- на месте эксплуатации без демонтажа	-	да ¹⁾	9.2
Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения уровня в выходной токовый сигнал от 4 до 20 мА	да	да	9.3
¹⁾ Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня при первичной поверке проводят в лаборатории, при периодической – в лаборатории или на месте эксплуатации без демонтажа.			

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лаборатории должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +15 до +25
- относительная влажность, % от 40 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 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;
- измеряемая среда – жидкость;
- отсутствие осадков и ветра, препятствующих проведению поверки;
- обеспечивается возможность изменения уровня жидкости в резервуаре;
- параметры и свойства жидкости в резервуаре соответствуют требованиям эксплуатационных документов (далее – ЭД) 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 должна быть спокойной;
- в каждой контрольной точке выдерживают заданную высоту наполнения резервуара не менее двух часов.

3.3 Условия проведения поверки должны также удовлетворять условиям эксплуатации средств поверки, изложенным в их ЭД.

4 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
9.1	Рабочий эталон 1-го в соответствии с частью 1 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3459, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ мм	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ (рег. № 56506-14)
9.1	Рабочий эталон 1-го в соответствии с частью 2 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3459, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,8$ мм	Тахеометр электронный Leica TS60 I (рег. № 61950-15)
9.2	Рабочий эталон 2-го в соответствии с частью 1 приказа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 № 3459 (рулетка измерительная по ГОСТ 7502–98 класса точности 2)	Рулетка измерительная металлическая Р100У2Г (рег. № 51171-12)
9.3	Средство измерений сигнала силы постоянного тока, диапазон измерений от 4 до 20 мА, пределы допускаемой приведенной погрешности измерений $\pm 0,013$ % диапазона измерений	Мультиметр 3458А (рег. № 25900-03)
7	Средство измерений температуры окружающей среды, диапазон измерений в соответствии с требованиями раздела 3, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5$ °С	Измеритель влажности и температуры ИВТМ 7 М 5-Д (рег. № 71394-18)
	Средство измерений относительной влажности, диапазон измерений в соответствии с требованиями раздела 3, пределы допускаемой абсолютной погрешности ± 2 %	
	Средство измерений атмосферного давления, диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кПа	
8	Персональный компьютер с программным обеспечением «Radar80G»	—
9.1	Имитатор поверхности продукта	—
9.1, 9.2	HART-коммуникатор или преобразователь интерфейсов	—
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, обеспечивающие требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.		

5 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 ЭД;
- инструкций по охране труда.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

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

6.2 Результаты внешнего осмотра средства измерений считают положительными, если:

- внешний вид уровнемеров соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- механические повреждения, препятствующие применению уровнемера, отсутствуют;
- надписи и обозначения четкие.

6.3 При невыполнении перечисленных выше требований результаты поверки считают отрицательными, поверку прекращают.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контролируют фактические условия поверки на соответствие требованиям раздела 3 настоящей методики поверки.

7.2 Уровнемер выдерживают в условиях, указанных в разделе 3, не менее двух часов.

7.3 Изучают ЭД уровнемера и средств поверки, настоящую методику поверки;

7.4 Средства поверки и уровнемер подготавливают к работе в соответствии с ЭД.

7.5 К выходному токовому каналу уровнемера подключают мультиметр, к выходному цифровому каналу уровнемера – HART-коммуникатор или преобразователь интерфейсов.

7.6 Опробование уровнемера проводят одновременно с определением метрологических характеристик.

7.7 Результаты подготовки к поверке и опробования средства измерений считают положительными, если:

- фактические условия поверки соответствуют требованиям раздела 3 настоящей методики поверки;
- требования, изложенные в пунктах 7.2 – 7.5, выполнены.

7.8 При невыполнении перечисленных выше требований результаты поверки считают отрицательными, поверку прекращают.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Номер версии программного обеспечения (далее – ПО) уровнемера фиксируют согласно разделу 3 руководства по эксплуатации уровнемера.

8.2 Результаты проверки ПО средства измерений считают положительными, если номер версии ПО уровнемера соответствует номеру версии ПО, приведенному в описании типа уровнемера.

8.3 При несоответствии номера версии ПО уровнемера данным, приведенным в описании типа уровнемера, результаты поверки считают отрицательными, поверку прекращают.

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

9.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лаборатории

9.1.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня проводят в пяти контрольных точках ($j = 1, 2, 3, 4, 5$), соответствующих 0, 25, 50, 75, 100 % диапазона измерений. Допускаемое отклонение в каждой контрольной точке ± 100 мм.

9.1.2 Для уровнемеров с верхним пределом диапазона измерений 30000 мм и более одна из контрольных точек должна выбираться из диапазона (29900-30000) мм таким образом, чтобы в диапазоне измерений до 30000 мм было не менее трех контрольных точек.

9.1.3 Электронный тахеометр допускается использовать только в тех контрольных точках, нормируемые пределы абсолютной погрешности измерений уровня уровнемера в которых составляют $\pm 2,5$ мм.

9.1.4 Показания уровнемера снимают по цифровому выходному сигналу.

9.1.5 В нулевой контрольной точке ($j = 0$), значение расстояния до имитатора поверхности в которой выбирается произвольно внутри диапазона измерений и не должно соответствовать значениям в других контрольных точках, определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и средства поверки.

9.1.6 Поправку на несоответствие показаний уровнемера и средства поверки ΔL_0 , мм, вычисляют по формуле

$$\Delta L_0 = L_0 - L_0^3, \quad (1)$$

где L_0 — значение, измеренное уровнемером в нулевой контрольной точке, мм;
 L_0^3 — значение, измеренное средством поверки в нулевой контрольной точке, мм.

9.1.7 В каждой контрольной точке ($j = 1, 2, 3, 4, 5$) вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , мм, по формуле

$$\Delta_j = L_j - L_j^3 - \Delta L_0, \quad (2)$$

где L_j — значение, измеренное уровнемером j -ой контрольной точке, мм;
 L_j^3 — значение, измеренное средством поверки в j -ой контрольной точке, мм.

9.1.8 Результаты определения диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня считают положительными, если значение абсолютной погрешности в каждой контрольной точке ($j = 1, 2, 3, 4, 5$) не выходит за пределы, указанные в таблице 1.

9.1.9 Если значение абсолютной погрешности измерений уровня в любой контрольной точке выходит за пределы, указанные в таблице 1, результаты определения диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня считают отрицательными, поверку прекращают.

9.2 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня на месте эксплуатации без демонтажа

9.2.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня на месте эксплуатации без демонтажа проводят в трех контрольных точках ($j = 1, 2, 3$), равномерно распределенных внутри диапазона измерений в соответствии с технологическим процессом.

9.2.2 В нулевой контрольной точке ($j = 0$), отличной от контрольных точек ($j = 1, 2, 3$) и расположенной внутри диапазона измерений уровнемера, определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки.

9.2.3 Пределы допускаемой абсолютной погрешности уровнемера в каждой контрольной точке должны быть не менее чем в три раза больше пределов абсолютной погрешности используемых средств поверки.

9.2.4 В каждой контрольной точке ($j = 0, 1, 2, 3$) фиксируют значение уровня, измеренное уровнемером, и не менее пяти раз определяют расстояние до поверхности жидкости с помощью

рулетки следующим образом:

- на участок шкалы рулетки до 1000 мм наносят слой пасты, чувствительной к измеряемой жидкости;
- рулетку опускают через измерительный люк резервуара ниже поверхности жидкости на глубину не более 1000 мм;
- фиксируют показания рулетки по верхнему краю измерительного люка или до риски направляющей планки (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 определяют вычитанием нижнего показания рулетки из верхнего;
- определяют среднее арифметическое значение расстояния до поверхности жидкости H_j^P , мм, по формуле

$$\bar{H}_j^P = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n H_{ji}^P \cdot (1 - \alpha_s \cdot (20 - t_v)), \quad (3)$$

- где n – количество измерений расстояния до поверхности жидкости с помощью рулетки (не менее 5);
- H_{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_v – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^\circ\text{C}$.

В каждой контрольной точке рассчитывают значение уровня, рассчитанное по показаниям рулетки, L_j^P , мм, по формуле

$$L_j^P = L_{\max} - \bar{H}_j^P, \quad (4)$$

- где L_{\max} – значение расстояния от уровнемера до точки, принятой за начало отсчета уровня жидкости, мм.

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

$$\Delta L_0 = L_0^y - L_0^P, \quad (5)$$

- где L_0^y – значение уровня, измеренное уровнемером в нулевой контрольной точке мм;
- L_0^P – значение уровня, рассчитанное по показаниям рулетки, в нулевой контрольной точке, мм.

9.2.1 В каждой контрольной точке ($j = 1, 2, 3$) вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , мм, по формуле

$$\Delta_j = L_j^y - L_j^P - \Delta L_0, \quad (6)$$

- где L_j^y – значение уровня, измеренное уровнемером j -ой контрольной точке, мм;
- L_j^P – значение уровня, рассчитанное по показаниям рулетки в j -ой контрольной точке, мм.

9.2.2 Результаты поверки считают положительными, если значение погрешности измерений уровня в каждой контрольной точке, кроме нулевой, не выходит за пределы, указанные в таблице 1.

9.2.3 Если значение абсолютной погрешности измерений уровня в любой контрольной точке выходит за пределы, указанные в таблице 1, результаты определения диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня считают отрицательными, поверку прекращают.

9.3 Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения уровня в выходной токовый сигнал от 4 до 20 мА

9.3.1 Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения уровня в выходной токовый сигнал от 4 до 20 мА проводят в пяти контрольных точках, соответствующих 4, 8, 12, 16, 20 мА.

9.3.2 В каждой контрольной точке на выходном токовом канале уровнемера устанавливают требуемое значение выходного сигнала, измеряют значение силы постоянного тока на выходном токовом канале уровнемера мультиметром и вычисляют приведенную погрешность γ_{I_j} , %, по формуле

$$\gamma_{I_j} = \frac{I_{\text{зад}j} - I_{\text{изм}j}}{16} \cdot 100, \quad (7)$$

где $I_{\text{зад}j}$ – значение силы постоянного тока, установленное на выходном токовом канале уровнемера, мА;

$I_{\text{изм}j}$ – значение силы постоянного тока, измеренное мультиметром, мА.

9.3.3 Результаты определения приведенной погрешности преобразования измеренного значения уровня в выходной токовый сигнал от 4 до 20 мА считают положительными, если значение приведенной погрешности в каждой контрольной точке не выходит за пределы, указанные в таблице 1.

9.3.4 Если значение приведенной погрешности преобразования измеренного значения уровня в выходной токовый сигнал от 4 до 20 мА в любой контрольной точке выходит за пределы, указанные в таблице 1, результаты приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА считают отрицательными, поверку прекращают.

10 Оформление результатов поверки

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

10.2 При положительных результатах поверки уровнемер признают пригодным к применению. Сведения о положительных результатах поверки передают в ФИФОЕИ. Для уровнемеров, предназначенных для работы при избыточном давлении или поверенных на месте эксплуатации без демонтажа, в ФИФОЕИ дополнительно передают соответствующие сведения.

По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают свидетельство о поверке, на которое наносят знак поверки. В свидетельстве о поверке уровнемеров, предназначенных для работы при избыточном давлении или поверенных на месте эксплуатации без демонтажа, в ФИФОЕИ отражают соответствующие сведения.

10.3 При отрицательных результатах поверки уровнемер признают непригодным к применению. Сведения об отрицательных результатах поверки передают в ФИФОЕИ. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдают извещение о непригодности с указанием основных причин.

Ведущий инженер по метрологии



А.А. Сафиуллин