

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Колосин

М.П.

«28» 10 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры буйковые LC3244LD

Методика поверки

МП 208-094-2024

г. Москва
2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	3
3 Требования к условиям проведения поверки	3
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
6 Внешний осмотр средства измерений	5
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	5
8 Проверка программного обеспечения средства измерений	6
9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	6
10 Оформление результатов поверки	8

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на Уровнемеры буйковые LC3244LD (далее – уровнемеры), изготавливаемые «Shanghai Xingshen Instrument Co., Ltd», КНР, и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. При проведении поверки прослеживаемость поверяемых СИ к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459.

1.3. При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются метод непосредственных сличений, прямых и косвенных измерений.

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

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование параметра	Значение параметра
Верхний предел диапазона измерений уровня жидкости, мм	от 300 до 8000
Пределы допускаемой приведённой (к верхнему пределу диапазона измерений) погрешности измерений уровня, %	$\pm 0,2$; $\pm 0,5$

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
4. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	да	да
5. Оформление результатов поверки	10	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 °С до 25 °С;

– разность температур окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), не более 5 °С.

3.2. При проведении периодической поверки в условиях эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды от минус 5 °С до плюс 40 °С;
- измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным, кипящим или воспламеняющимся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление);
- перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено;
- поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной;
- поверка уровнемеров во время грозы категорически запрещена.

3.3. Условия поверки не должны противоречить условиям эксплуатации средств поверки.

3.4. Перед началом поверки необходимо выдержать уровнемер во включённом состоянии в течение не менее 30 минут.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
9.1	Рабочий эталон 1-го или 2-го разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов». Разряд выбирается в зависимости от погрешности поверяемого уровнемера	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭлМетро-СПУ-И-В, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 81895-21
9.1, 9.2	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов»	Рулетка измерительная металлическая РНГ, рег. № 60606-15
9.3	Рабочие эталоны единицы массы 4-го разряда по приказу Росстандарта от 04 июля 2022 г. № 1622 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы»	Гири классов точности E2, F1, F2, M1 ГО-П, рег. № 68887-17; гири класса точности M ₁ ГОСТ OIML R 111-1-2009
9.1, 9.2, 9.3	Средство измерений силы постоянного электрического тока, диапазон измерений от 4 до 20 мА, ПГ ±15 мкА	Мультиметр цифровой 34401А, рег. № 54848-13, калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6, рег. № 52489-13
Вспомогательное оборудование		
7, 9	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -10 °С до +40 °С,	Термогигрометр ИВА-6А-Д, рег. № 46434-11

	ПГ $\pm 0,5$ °С, средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 90 %, ПГ ± 3 %; средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, ПГ $\pm 0,5$ кПа	
9.3	Средства измерений длины, диапазон измерений в зависимости от длины буйка, ПГ ± 1 мм	Рулетка измерительная металлическая Fisco, рег. № 67910-17
9.3	Средства измерений длины, диапазон измерений до 150 мм, ПГ $\pm 0,01$ мм	Штангенциркуль торговой марки «SHAN», рег. № 62052-15
9.3	–	Подвес для гидростатического взвешивания

Примечания:

1. Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.
2. При передаче единицы уровня средствам измерений погрешность эталонов, должна быть как минимум в три раза меньше, чем погрешность средств измерений.

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и имеет группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6. Внешний осмотр средства измерений

Результат внешнего осмотра считается положительным, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности СИ эксплуатационной документации;
- соответствие внешнего вида описанию типа;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;
- наличие заводских номеров и маркировки.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Проверить соответствие условий поверки по п. 3.

7.2. Подготовить СИ, эталоны и вспомогательное оборудование к проведению измерений в соответствии с руководствами по эксплуатации.

7.3. Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.

7.4. При поверке на месте эксплуатации наносят слой бензочувствительной или водочувствительной (при измерениях уровня границы раздела жидких сред (нефть / нефтепродукт – подтоварная вода)) пасты (при необходимости) на участок шкалы рулетки измерительной, в пределах которого будет находиться контрольная точка.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1. Считать данные о программного обеспечения (далее – ПО) в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результат проверки считают положительным, если идентификационные данные соответствуют таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	PACT WARE 5.0
Номер версии (идентификационный номер) ПО	5.0.2.22.NET 4.0.30319.42000

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

9.1. Определение погрешности измерений уровня на уровнемерной установке или рулеткой на вертикальном стенде в лабораторных условиях

Определение погрешности измерений уровня проводится на пяти проверяемых точках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений уровня: H_{min} ; $0,25H_{max}$; $0,5H_{max}$; $0,75H_{max}$; H_{max} , где H_{min} , H_{max} – значение нижнего и верхнего пределов диапазона измерений уровня поверяемого уровнемера. Допускается отклонение выбранной точки на $\pm 10\%$ относительно рассчитанного значения.

Число измерений на каждой поверяемой точке должно быть не менее двух.

Приведённую погрешность измерений уровня γ , %, определяют по формуле

$$\gamma = \frac{H_i - H_э}{H_{max}} \cdot 100, \quad (1)$$

где H_i – уровень, измеренный уровнемером, мм;

$H_э$ – уровень, измеренный эталоном, мм;

H_{max} – верхний предел диапазона измерений уровня поверяемого уровнемера, мм.

При считывании информации об измеренном уровне по токовому выходу H_i , мм, рассчитать по формуле

$$H_i = \frac{(A_{\text{вых.}i} - A_H)}{(A_B - A_H)} \cdot (H_{max} - H_{min}) + H_{min}, \quad (2)$$

где $A_{\text{вых.}i}$ – измеренное значение выходного сигнала, соответствующее измеряемому уровню H_i , мА;

A_H , A_B – нижний и верхний пределы выходного сигнала, мА;

H_{min} , H_{max} – нижний и верхний пределы измерений уровня, соответствующие пределам.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности в каждой точке при каждом измерении не превышают пределов, приведённых в таблице 1.

9.2. Определение погрешности измерений уровня на месте эксплуатации при периодической поверке

Если имеется возможность повышения (понижения) уровня жидкости в резервуаре до значений, которые однозначно определены технологической системой объекта (конструкцией резервуара, например, по известным значениям верхнего и нижнего уровней), поверка проводится в этих контрольных отметках при повышении и понижении уровня (при прямом и обратном ходе).

Количество проверяемых точек должно быть не менее двух.

После набора необходимого уровня жидкость в резервуаре должна быть выдержана не менее 30 минут перед началом измерений.

9.2.1 Определение погрешности измерений уровня рулеткой измерительной при периодической поверке на месте эксплуатации

Опускают рулетку измерительную с грузом через измерительный люк резервуара и по её шкале фиксируют высоту поверхности раздела «жидкость – газовое пространство» (далее – высота газового пространства).

Уровень жидкости в контрольной отметке определяют вычитанием из значения базовой высоты резервуара значения высоты газового пространства.

Проверяют и при необходимости производят подстройку «нуля» в следующей последовательности:

1) определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки измерительной ΔH_0 , мм, по формуле

$$\Delta H_0 = H_0^y - H_0^z, \quad (3)$$

где H_0^y – показания поверяемого уровнемера, мм;

H_0^z – значение по эталону, мм, рассчитывают по формуле

$$H_0^z = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^Г - T_B^П)] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^Г)_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^Г)], \quad (4)$$

где H_6 – базовая высота меры вместимости, значение которой определяется при поверке;

$\alpha_{ст}$ – температурный коэффициент линейного расширения материала стенки меры вместимости, значение которого принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для стали и $10 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для бетона;

α_s – температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки, значение которого принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для стали и $23 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для алюминия;

$T_B^П$ – температура воздуха при поверке меры вместимости, значение которой определяется по протоколу поверки, $^\circ\text{C}$;

$T_B^Г$ – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^\circ\text{C}$;

$(H_0^Г)_i$ – высота газового пространства нулевого уровня при i -м измерении при помощи m рулетки, мм;

– число измерений высоты газового пространства, $m \geq 5$.

2) уровень жидкости в каждой j -й контрольной отметке H_j^z , мм, вычисляют по формуле

$$H_j^z = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^Г - T_B^П)] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_j^Г)_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^Г)], \quad (5)$$

где $(H_j^Г)_i$ – высота газового пространства в j -й контрольной точке при i -м измерении при помощи рулетки, мм;

j – номер контрольной отметки.

Определяют уровень H_i в поверяемой точке.

Рассчитывают значение приведённой погрешности γ , %, по формуле (1).

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности в каждой точке при каждом измерении не превышают пределов, приведённых в таблице 1.

9.3. Определение погрешности измерений уровня косвенным методом в лабораторных условиях

При нулевом уровне масса настроечного груза равна массе буйка. Увеличению уровня соответствует уменьшение массы настроечного груза на значение m_{max} , кг, рассчитываемое по формуле

$$m_{max} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot H_{max} \cdot (\rho_{ж} - \rho_{г}), \quad (6)$$

где π – число Пи;

H_{max} – верхний предел диапазона измерений уровнемера (указан на маркировочной табличке уровнемера), м;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкости (указана на маркировочной табличке уровнемера), кг/м³;

$\rho_{г}$ – плотность газа в условиях измерений, кг/м³;

d – диаметр буйка, м.

Примечания:

1. Для уровнемеров, измеряющих уровень раздела сред, вместо плотности газа использовать плотность второй, более лёгкой плотности жидкости, указанной на маркировочной табличке уровнемера.

2. Диаметр буйка измерить в трёх точках: в средней части и на расстоянии 0,1 от торцов. Измерение выполняют не менее двух раз во взаимно перпендикулярных направлениях в каждой точке длины буйка и вычисляют их среднеарифметическое значение.

Масса груза с подвесом, m , кг, для любой точки измерений уровня рассчитывается по формуле

$$m = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{H_z}{H_{max}} \cdot (\rho_{ж} - \rho_{г}), \quad (7)$$

Провести измерения уровня и рассчитать погрешность согласно п. 9.1.

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения погрешности в каждой точке при каждом измерении не превышают пределов, приведённых в таблице 1.

10. Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

10.2. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3. Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) дополнительно по заявлению владельца свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

10.4. Знак поверки на СИ не наносится.

10.5. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и дополнительно по заявлению владельца оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

А.А. Сулин

