

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГБУ «ВНИИМС»)



СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»

А.Е. Коломин

« 24 » 05 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УРОВНЯ ГИДРОСТАТИЧЕСКИЕ FD-01.2

Методика поверки
МП 208-029-2022

г. Москва
2022

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Общие положения	3
3.	Требования к условиям проведения поверки	3
4.	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	3
5.	Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6.	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	4
7.	Внешний осмотр средства измерений	4
8.	Подготовка к поверке и опробование средства измерений.....	5
9.	Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	6
10.	Оформление результатов поверки	8
	Приложение А.....	9

1. Общие положения

Настоящая методика распространяется на преобразователи уровня гидростатические FD-01.2 (далее – преобразователи уровня), изготавливаемые фирмой «PROFIMESS GmbH», Германия, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость преобразователей к Государственному первичному эталону единицы длины (уровня) ГЭТ 2-2021, в соответствии с ГПС для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, согласно Приказу Росстандарта от 30.12.2019 №3459. Реализован метод прямых измерений и непосредственного сличения с рабочими эталонами.

2. Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 — Операции, выполняемые при поверке

Операции поверки	Пункт	Вид поверки	
		первичная	периодическая
Внешний осмотр	9.1	Да	Да
Опробование	9.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик:	9.3		
- поверка в лабораторных условиях (полный демонтаж)	9.3.1	Да	Да
- поверка без демонтажа	9.3.2	Нет	Да

3. Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки в лабораторных условиях (при полном демонтаже) преобразователя уровня должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), °С от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % до 95
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,0
- разность температур окружающего воздуха и поверочной жидкости, не более, °С 5

Температура вдоль пути распространения звуковых колебаний должна быть постоянной. В помещении не должно быть сквозняков и сильных конвекционных воздушных потоков.

При проведении поверки без демонтажа в условиях эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной жидкости, °С от 5 до 35
- относительная влажность воздуха, % до 95
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,0

Должны отсутствовать источники вибрации, магнитных и электрических полей, влияющие на работу преобразователя уровня.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие эксплуатационную документацию на преобразователь, на средства поверки и оборудование, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 – Применяемые средства поверки

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
3	Диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С, погрешность $\pm 0,3$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, погрешность ± 2 %, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, погрешность $\pm 2,5$ гПа	Термогигрометр ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д (Регистрационный № 46434-11)
9	Рулетка измерительная с грузом/без груза 2-го или 3-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого уровнемера	Рулетка измерительная металлическая РНГ, поверенная в качестве эталона (рег. № 60606-15)
8, 9	Диапазон измерений силы тока от 4 до 20 мА, погрешность ± 3 мкА	Калибратор многофункциональный и коммуникатор ВЕАМЕХ МС6-Ех (рег. № 52489-13)

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых преобразователей с требуемой точностью.

5.3 Эталоны и средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо выполнять требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на преобразователь.

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019 и требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

6.3 При проведении поверки на объекте в условиях эксплуатации необходимо выполнять требования охраны труда и правила техники безопасности проведения работ в соответствии с действующими на объекте документами.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 Перед началом поверки преобразователь должен быть осмотрен.

7.2 Необходимо проконтролировать:

- отсутствие механических повреждений;
- соответствие наименования изделия, обозначения, заводского номера, маркировки, приведённым в эксплуатационной документации;
- комплектность, в соответствии с эксплуатационной документацией.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением первичной поверки выполняют следующие подготовительные работы:

Если преобразователь уровня поверяется с помощью вспомогательной трубы с жидкостью и рулеткой с грузом, преобразователь уровня необходимо либо опустить емкостной керамический датчик относительного давления с открытой мембраной на дно трубы и путем долива/отлива изменять уровень жидкости в трубе, либо опускать поднимать емкостной керамический датчик изменяя, таким образом, степень его погружения в заранее набранной жидкости.

Если преобразователь уровня поверяется на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости, то его монтаж производится в соответствии с руководством по эксплуатации установки.

Перед проведением работ по поверке выдержать преобразователь уровня во включенном состоянии при номинальном напряжении в течение 1 часа. Проверить установленные параметры согласно эксплуатационной документации.

Перед проведением периодической поверки выполняют следующие подготовительные работы:

При поверке с полным демонтажем необходимо:
демонтировать преобразователь уровня с резервуара;
провести поверку руководствуясь п. 8.1 данной методики.

При поверке без демонтажа в условиях эксплуатации с помощью рулетки с грузом необходимо:

остановить технологический процесс в резервуарном парке и обеспечить перекачку измеряемой жидкости из одной емкости в другую;

произвести отстой измеряемой жидкости в емкости не менее 2 ч.

8.2 Проверка функционирования преобразователя уровня.

При опробовании проверяется функционирование преобразователя уровня. Для этого увеличивают и уменьшают уровень жидкости, в поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости, либо в резервуаре, на котором установлен преобразователь уровня. Результат опробования считают положительным если, при этом значения токового выхода 4-20 мА равномерно увеличиваются и уменьшаются в зависимости от направления перемещения жидкости. Данную операцию проводят на всем диапазоне измерений поверяемого преобразователя уровня.

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

9.1 При первичной поверке и при периодической поверке с полным демонтажем

9.1.1 Определение основной приведенной погрешности измерений уровня преобразователем уровня осуществляется с помощью вспомогательной трубы с жидкостью, либо уровнемерной установки с непосредственным изменением уровня жидкости. Подготавливается преобразователь уровня согласно п. 8.1 настоящей методики.

Основная приведенная погрешность определяется при повышении или понижении уровня жидкости.

Определение основной приведенной погрешности измерений уровня проводится следующим образом. Задаются пять проверяемых точек, равномерно распределенных по всему диапазону измерений уровня:

$$H_n; 0,25H_v; 0,5H_v; 0,75H_v; H_v,$$

где H_n , H_v – значение нижнего и верхнего пределов диапазона измерений уровня поверяемого преобразователя уровня согласно эксплуатационной документации.

Основная приведенная погрешность определяется при прямом и обратном ходе, т.е. при повышении или понижении уровня жидкости.

В процессе поверки жидкость устанавливается (либо емкостной керамический датчик погружается) на требуемое значение уровня. После этого одновременно снимаются показания поверяемого преобразователя уровня и эталона.

При этом измеряется эталонное значение уровня в миллиметрах. Далее определяется расчетное значение токового сигнала соответствующего данной точке:

$$I_p = 4 + \frac{(H_z - H_{min}) \times 16}{(H_{max} - H_{min})}, \quad (1)$$

где

где H_z – значение уровня, измеренное с помощью эталона;

H_{min} , H_{max} – минимальное и максимальное значение диапазона измерений уровня (значение в миллиметрах точек преобразователя уровня настроенных на выходные сигналы 4 мА и 20 мА соответственно), мм.

По миллиамперметру снимается значение по токовому выходу преобразователя уровня соответствующее текущей точке уровня I_i не менее 3-х значений и по формуле 2 определяется среднее значение тока для данной точки.

$$\bar{I}_y = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}, \quad (2)$$

где

I_i – значение токового выходного сигнала преобразователя уровня измеренное миллиампер-метром, в мА.

Определение основной приведенной погрешности измерений уровня производится по формуле:

$$\gamma_y = \frac{(\bar{I}_y - I_p)}{16} \cdot 100\% \quad (3)$$

9.2 При периодической поверке без демонтажа определение метрологических характеристик выполняют следующим образом

Допускается проводить периодическую поверку преобразователей уровня без демонтажа на месте эксплуатации в случае выполнения следующих условий.

Если среда, где установлены преобразователи уровня, соответствует требованиям эксплуатационной документации на преобразователи уровня, и измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление), допускается проводить определение погрешности измерений уровня непосредственно на мере вместимости (без демонтажа преобразователя уровня). При этом поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной, перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено.

Проводят измерение уровня при исходном уровне жидкости в мере вместимости. Измерение уровня осуществляется с помощью рулетки измерительной с грузом. Если имеется возможность заполнения/опорожнения меры вместимости до определенных уровней, значение которых однозначно определены, например, конструкцией резервуара, проходящих трубопроводов или технологическим процессом, то поверка может производиться по данным уровням.

Порядок поверки следующий.

Преобразователь уровня подготавливаются к поверке согласно п. 8 настоящей методики.

Включить поверяемый преобразователь уровня и зафиксировать на нем нулевую контрольную точку, опустить эталонную измерительную рулетку через измерительный люк меры вместимости и по ее шкале зафиксировать высоту поверхности раздела «жидкость - газовое пространство» (далее - высота газового пространства).

Далее определяется расчетное значение токового сигнала соответствующего данной точке согласно формуле 1.

При применении эталонной измерительной рулетки за значение H_3 , принять значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^\Gamma - T_B^\Pi)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{0ji}^\Gamma}{m} \cdot [1 + \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Gamma)] \quad (4)$$

где H_6 — базовая высота резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, мм;

$\alpha_{ст}$ - температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, 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 эталонной измерительной ленты, 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^Π - температура воздуха при поверке резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, $^\circ\text{C}$;

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

$(H_0^i)_{ij}$ - высота газового пространства при i -том измерении в j -той точке, мм;

m - число измерений высоты газового пространства, принимаемое не менее пяти.

Высоту газового пространства в каждой контрольной точке при каждом измерении, определить в следующей последовательности:

- эталонную измерительную рулетку, опустить через измерительный люк меры вместимости ниже поверхности жидкости на глубину около 1000 мм;
- первый отсчет (верхний) взять по шкале измерительной рулетки. При этом, для облегчения измерений и расчетов рекомендуется совмещать отметку целых значений метра на шкале рулетки с верхним краем измерительного люка;
- измерительную рулетку поднять (строго вверх без смещения в стороны) до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части ленты и взять отсчет по шкале ленты (нижний отсчет) с точностью до 1 мм.

Для более точного измерения уровня поверхность рулетки необходимо натереть пастой.

Измерить высоту газового пространства в каждой контрольной точке не менее пяти раз.

Повышают уровень жидкости до каждой контрольной отметки, устанавливаемой по эталонной измерительной рулетке, затем уровень жидкости понижают до каждой контрольной отметки, снимают показания средств измерений и результаты, полученные с эталонной измерительной рулетки вносят в протокол поверки преобразователя уровня.

По миллиамперметру снимается значение по токовому выходу преобразователя уровня соответствующее текущей точке уровня I_i не менее 3-х значений и по формуле 2 определяется среднее значение тока для данной точки.

Определение основной приведенной погрешности измерений уровня производится по формуле 3.

Результаты поверки считаются положительными, если значение основной приведенной погрешности измерений уровня не превышает значений $\pm 0,35\%$.

10. Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении А.

10.2 Положительные результаты поверок оформляются записью в паспорте на уровнемер. Знак поверки наносится в паспорт уровнемера. Сведения о результатах поверки уровнемера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3 При отрицательных результатах периодической поверки уровнемер считают непригодным к применению. Сведения о результатах поверки уровнемера передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

Заместитель начальника отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

А.М. Шаронов

Научный сотрудник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Д.Ю. Семенюк

Приложение А

Протокол поверки

Преобразователь уровня гидростатический FD-01.2 _____

Заводской номер преобразователя уровня _____

Дата поверки _____

Диапазон измерений уровня _____

Средства поверки _____

(Наименование средства поверки, заводской номер и погрешность, сведения о поверке)

Условия проведения поверки:

Температура окружающего воздуха _____

Относительная влажность воздуха _____

Атмосферное давление _____

Результаты поверки

1. Внешний осмотр: _____

2. Опробование:

Проверка функционирования преобразователя уровня _____

3 Определение погрешности измерений уровня (прямой ход / обратный ход)

Точка	прямой ход				обратный ход			
	Нэт, мм	Изм, мА	Ip, мА	γI, %	Нэт, мм	Изм, мА	Ip, мА	γI, %
<i>H_n</i>								
<i>0,25 H_в</i>								
<i>0,5 H_в</i>								
<i>0,75 H_в</i>								
<i>H_в</i>								

Результат поверки: пригоден/ не пригоден

Поверитель _____ / _____ /
(подпись)