

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

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

«19» апреля 2024 г.

«ГСИ. Преобразователи уровня буйковые Сапфир-22»

Методика поверки

МП 208-040-2024

г. Москва
2024

СОДЕРЖАНИЕ

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки средства измерений	3
3	Требования к условиям проведения поверки.....	3
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6	Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки.....	5
7	Внешний осмотр средства измерений	5
8	Подготовка к поверке и опробование преобразователя.....	6
9	Проверка программного обеспечения преобразователя	6
10	Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователя метрологическим требованиям	7
11	Оформление результатов поверки	13
	ПРИЛОЖЕНИЕ А (рекомендуемое)	14
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ В.....	17
	ПРИЛОЖЕНИЕ Г	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ Д.....	19

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика распространяется на преобразователи уровня буйковые Сапфир-22, изготавливаемые по ТУ 4214-019-42334258-2006 (далее – преобразователи), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 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

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность операции	
		первичной поверке	первичной поверке
1. Внешний осмотр преобразователя	7	Да	Да
2. Подготовка к поверке и опробование преобразователя	8	Да	Да
3. Проверка программного обеспечения преобразователя	9	Да	Да
4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователей метрологическим требованиям:	10		
- поверка в лабораторных условиях (полный демонтаж)	10.1	Да	Да
- поверка без демонтажа	10.2	Нет	Да
5 Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

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

- температура окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), °C от 21 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7
- разность температур окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), не более, °C 1

В помещении должны отсутствовать источники вибрации, магнитных и электрических полей, влияющие на работу преобразователя.

3.2 При проведении периодической поверки преобразователей допускается проводить определение погрешности измерений уровня непосредственно на мере вместимости (без демонтажа преобразователя) при соблюдении следующих условий:

Измеряемый продукт в мере вместимости, на которой установлен преобразователь, не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды; в мере вместимости отсутствует избыточное давление; мера вместимости допускает разгерметизацию. При этом поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной, перемешивающее устройство в мере вместимости (при его наличии) отключено.

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

-температура окружающего воздуха и поверочной среды, °С	от 5 до 35
-относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
-атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

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

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны использоваться следующие средства поверки, указанные в таблице 5.1.

Таблица 5.1

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
3	Средство измерений параметров окружающего воздуха. 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 % и ± 3 %, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, погрешность $\pm 2,5$ гПа	Термогигрометр ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11)
10.1	Установка поверочная уровнемерная с непосредственным изменением уровня жидкости, соответствующая рабочему эталону 1-го, 2-го или 3-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459, с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого средства измерений и пределами погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности поверяемого средства измерений	Стенды для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ исп. Ж (рег. № 56506-14)
10.1	Рабочие эталоны единицы массы 4 разряда по приказу Росстандарта от 04.07.2022 г. № 1622 – набор гирь суммарной массы равной массе буйка с подвеской	Гири от 1 мг до 20 кг классов точности E1, E2, F1, F2, M1, поверенные в качестве эталона (рег. № 52768-13)
10.1, 10.2	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 средства измерений	Рулетка измерительная металлическая Fisco мод. TS30/2, поверенная в качестве эталона (рег. № 67910-17)

Таблица 5.1 продолжение

1	2	3
8, 10	Средство измерений сопротивления номинальным значением 100 Ом, класс точности 0,01	Катушка электрического сопротивления измерительная Р331 (рег. № 1162-58)
8, 10	Средство измерений напряжения постоянного тока, верхний предел измерений напряжения постоянного тока 5 В, класс точности 0,015	Вольтметр универсальный В7-54М, (рег. № 50973-12)
Вспомогательное оборудование		
8, 10	Источник питания постоянного напряжения, верхний предел установки напряжения постоянного тока 36 В	Источник питания UT5003ED (рег. № 54631-13)

5.2 Допускается применение других 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 Перед началом поверки и в процессе ее проведения необходимо выполнять требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений.

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.

ВНИМАНИЕ! Поверяемое средство измерений при проведении работ во взрывоопасной зоне резервуаров-хранилищ нефтепродуктов должен быть подключен к схеме проверки через соответствующий барьер (блок) искрозащиты.

7 Внешний осмотр средства измерений

Внешний осмотр проводят визуально.

При внешнем осмотре необходимо установить соответствие преобразователя следующим требованиям:

- комплектность средства измерений должна соответствовать требованиям технической документации фирмы-изготовителя;
- внешний вид преобразователей должен соответствовать изображениям в описании типа;
- должны отсутствовать механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики средства измерений, а также препятствующие проведению поверки;
- маркировка средства измерений должна соответствовать данным, указанным в паспорте.

Результат внешнего осмотра считают положительным, если при его проведении было установлено соответствие поверяемого средства измерений вышеуказанным требованиям.

8 Подготовка к поверке и опробование преобразователя

8.1 Первичную поверку преобразователей выполняют только в лабораторных условиях. Перед проведением поверки в лабораторных условиях выполняют следующие подготовительные работы.

Преобразователи предварительно выдерживают при температуре окружающего воздуха, указанной в п.3 настоящей методики не менее 3 ч.

Если преобразователи поверяют на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости, то их монтаж производят в соответствии с руководством по эксплуатации установки.

Если преобразователи поверяют при помощи измерительной рулетки и вспомогательной трубы с жидкостью, то преобразователи должны быть установлены в рабочее положение с соблюдением указаний руководства по эксплуатации на них.

Если преобразователи поверяют при помощи набора гирь, то преобразователи должны быть установлены в рабочее положение с соблюдением указаний руководства по эксплуатации на них.

8.2 Периодическую поверку преобразователей выполняют либо в лабораторных условиях, либо без демонтажа в условиях эксплуатации.

Перед проведением поверки преобразователей в лабораторных условиях необходимо:

- демонтировать преобразователь с резервуара;
- провести подготовительные работы согласно п. 8.1 данной методики.

Перед проведением поверки преобразователей без демонтажа в условиях эксплуатации необходимо:

- остановить технологический процесс в резервуарном парке и обеспечить перекачку контролируемой среды из одной емкости в другую;
- произвести отстой контролируемой среды в емкости не менее 2 ч.

8.3 При опробовании проверяют работоспособность преобразователя и функционирование корректора нуля.

Работоспособность преобразователя проверяют, изменяя уровень жидкости в равномерной установке, либо во вспомогательной трубе (мере вместимости), или изменяя массу разновесов, имитирующую изменение измеряемого уровня от нижнего предельного значения до верхнего. Результат считают положительным, если наблюдается изменение выходного измерительного сигнала преобразователя.

Функционирование корректора нуля проверяют при любом промежуточном значении выходного измерительного сигнала. Корректор нуля поворачивают по часовой стрелке. При этом должно наблюдаться изменение выходного измерительного сигнала. Затем корректор нуля поворачивают против часовой стрелки. При этом должно наблюдаться изменение выходного измерительного сигнала в противоположную сторону. Результат считают положительным, если выполнены оба условия.

9 Проверка программного обеспечения преобразователя

9.1 Проверить в соответствии с эксплуатационной документацией идентификационный номер (номер версии) программного обеспечения и сравнить его с приведённым в паспорте.

9.2 Результат проверки считать положительным, если номера версий идентичны и соответствуют таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	регулирующий 8.0.4.3; УБЭ_4.0
Номер версии (идентификационный номер) ПО	7.95 ; 4.0
Цифровой идентификатор ПО	T42

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия преобразователя метрологическим требованиям

10.1 Первичная поверка или периодическая поверка с полным демонтажем

Первичная поверка или периодическая поверка с полным демонтажем выполняется одним из следующих способов.

10.1.1 Определение основной приведенной погрешности измерений уровня преобразователем при помощи уровнемерной установки, либо вспомогательной трубы с жидкостью и эталонной рулетки.

10.1.1.1 Основную приведенную погрешность определяют при повышении или понижении уровня жидкости.

10.1.1.2 Определение основной приведенной погрешности измерений уровня проводят следующим образом. Задают пять поверяемых точек, равномерно распределенных по всему диапазону измерений уровня:

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

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

10.1.1.3 Основную приведенную погрешность определяют при прямом и обратном ходу, т.е. при повышении или понижении уровня жидкости.

В процессе поверки жидкость устанавливают на требуемое значение уровня. После этого одновременно снимаются показания поверяемого преобразователя и эталона.

Число измерений на каждой поверяемой отметке должно быть не менее трех.

За результат измерений в каждой поверяемой точке принимают среднее арифметическое значение результатов измерений, определяемое по формуле:

$$\bar{H} = \frac{\sum_{i=1}^n H_i}{n}, \quad (1)$$

где H_i – значение уровня по показаниям преобразователя, мм,
 n – число измерений.

10.1.1.4 Основную приведенную погрешность измерения уровня в каждой поверяемой точке определяют по формуле:

$$\gamma_H = \frac{\bar{H} - H_э}{H_{max} - H_{min}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где $H_э$ – значение уровня, измеренное с помощью эталона, мм;

H_{min} , H_{max} – минимальное и максимальное значение диапазона измерений преобразователя уровня, мм.

10.1.1.5 При использовании средств поверки для измерения выходного токового сигнала преобразователя (4-20 мА, или 0-5 мА), значение измеряемого преобразователем уровня вычисляют по формуле:

$$\bar{H} = H_{max} - \frac{(H_{max} - H_{min})}{I_{max} - I_{min}} \cdot (\bar{I} - I_{min}), \quad (3)$$

где

I_{max} , I_{min} – соответствующие значения силы тока диапазона выходного сигнала преобразователя;

\bar{I} – среднее арифметическое значение результатов измерений силы тока в каждой поверяемой точке, определяемое по формуле:

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n} \quad (4)$$

где I_i – значение токового выходного сигнала с преобразователя измеренное миллиамперметром, в мА.

Далее значение основной приведенной погрешности в каждой точке определяют по формуле 2.

10.1.1.6 Результаты поверки считают положительными, если основная приведенная погрешность измерений уровня γ_d в любой точке не превышает нормируемого значения γ_d для класса точности преобразователя в соответствии с таблицей 10.1

10.1.1.7 Основная погрешность преобразователя не должна превышать при первичной поверке – $0,8\gamma_d$, при периодической поверке γ_d .

Таблица 10.1 – Пределы допускаемой приведенной погрешности

Пределы допускаемой основной приведенной погрешности, γ_p , %:	
Сапфир-22-ДУ	$\pm 0,5; \pm 1,0$
Сапфир-22МП-ДУ; Сапфир-22МП1-ДУ	$\pm 0,25; \pm 0,5; \pm 1,0$
Дополнительная приведенная погрешность преобразователей от диапазона изменения выходного сигнала, вызванная изменением температуры окружающего воздуха, на каждые 10 °С, не более: %:	$\pm 0,25$ со значением $\gamma_p = \pm 0,25$; $\pm 0,45$ со значением $\gamma_p = \pm 0,5$; $\pm 0,6$ со значением $\gamma_p = \pm 1,0$;

10.1.2 Определение основной приведенной погрешности измерений уровня преобразователем при помощи набора гирь.

10.1.2.1 При определении основной погрешности и вариации выходного сигнала изменение измеряемого уровня имитируют изменением массы настроечного груза (разновесов), воздействующего на рычаг преобразователя в точке подвески буйка.

При нулевом уровне масса настроечного груза равна массе буйка с подвеской. Увеличению уровня соответствует уменьшение массы настроечного груза на величину m_{\max} , рассчитываемую по формуле:

$$m_{\max} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot H_{\max} = V \cdot \rho_{\text{ж}}, \quad (5)$$

где d – диаметр буйка, см, определенный как среднее арифметическое результатов измерений диаметра, проводимых в трех сечениях каждой секции буйка: посередине и на расстоянии 0,1 длины секции от ее торцов. Каждое измерение диаметра в сечении производят в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Измерения должны проводиться с точностью $\pm 0,01$ мм;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность контролируемой жидкости, г/см^3 ;

H_{\max} – верхний предел измерений преобразователя, см;

V – объём буйка, см^3 .

Для преобразователей границы раздела жидких сред начальная масса груза m_0 подсчитывается по формуле:

$$m_0 = V \cdot \rho_{\text{в}}, \quad (5a)$$

где $\rho_{\text{в}}$ – плотность верхней жидкой фазы, г/см^3 .

Примечание. Для преобразователей границы раздела жидких сред в формуле (5) вместо $\rho_{\text{ж}}$ следует подставлять разность плотностей контролируемых жидкостей $\Delta\rho_{\text{ж}}$.

10.1.2.2 Основную погрешность преобразователей определяют следующими способами:

1) устанавливают массу разновесов, соответствующую номинальным значениям уровня, и измеряют действительный выходной сигнал преобразователя;

2) устанавливают расчетное значение выходного сигнала, соответствующее номинальному значению измеряемого уровня, и определяют действительную массу разновесов, соответствующую установленному значению выходного сигнала.

Схемы включения приборов для измерения выходного сигнала преобразователя приведены на рис. Б.1, В.1, Г.1, Д.1 приложения.

10.1.2.3 Определение значения выходного сигнала производят непосредственно в мА по показаниям миллиамперметра или в мВ по падению напряжения на образцовом сопротивлении.

10.1.2.4 При выборе средств для определения погрешности должны быть соблюдены следующие условия:

1) при определении значений выходного сигнала в мА

$$\left(\frac{\Delta m}{m_{\max}} + \frac{\Delta J}{J_{\max} - J_0} \right) \cdot 100 \leq C \cdot \gamma_d, \quad (6)$$

где Δm – предел допускаемой абсолютной погрешности суммы разновесов, создающих m_{\max} , г;

ΔJ – предел допускаемой абсолютной погрешности прибора, контролирующего выходной сигнал, при верхнем предельном значении выходного сигнала поверяемого преобразователя, мА;

J_{\max} – верхнее предельное значение выходного сигнала, мА;

J_0 – нижнее предельное значение выходного сигнала, мА;

Примечание. $J_0 = 0$ для преобразователей с выходными сигналами 0-5 и 0-20 мА;

$J_0 = 4$ мА для преобразователей с выходным сигналом 4-20 мА.

γ_d – предел допускаемой основной погрешности поверяемого преобразователя в процентах от верхнего предела измерения;

C – коэффициент, равный 1/4.

2) при определении значений выходного сигнала в мВ по падению напряжения на образцовом сопротивлении

$$\left(\frac{\Delta m}{m_{\max}} + \frac{\Delta U}{U_{\max} - U_0} + \frac{\Delta}{R_{об}} \right) \cdot 100 \leq C \cdot \gamma_d, \quad (7)$$

где ΔU – предел абсолютной погрешности прибора, контролирующего выходной сигнал, при верхнем предельном значении выходном значении выходного сигнала поверяемого преобразователя, в тех же единицах, что и U_{\max} ;

U_{\max} и U_0 – соответственно верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, определяемые по формулам:

$$U_{\max} = J_{\max} \cdot R_{об}; \quad U_0 = J_0 \cdot R_{об}, \text{ мВ}$$

ΔR – предел допускаемой абсолютной погрешности образцового сопротивления $R_{об}$ в тех же единицах, что и $R_{об}$.

Примечание. Допускается принимать $1/4 < C \leq 1/3$ при числе измерений на каждой поверяемой точке не менее 3. При этом за действительное значение измеряемой величины принимают среднее значений из результатов трех измерений. Допускается при $1/4 < C \leq 1/3$ проводить измерение один раз, если значение основной погрешности не превышает $0,6\gamma_d$.

10.1.2.5 Основную погрешность определяют сравнением действительных значений выходного сигнала с расчетными при использовании способа, указанного в п. 10.1.2.2, 1), и сравнением действительных значений массы разновесов с номинальными при использовании способа, указанного в п. 10.1.2.2, 2).

10.1.2.6 Расчетные значения выходного сигнала для заданного номинального значения измеряемого уровня определяются по формуле:

$$J_p = \frac{m}{m_{\max}} (J_{\max} - J_0) + J_0, \quad (8)$$

где J_p – расчетное значение выходного сигнала, соответствующее измеряемому уровню, мА;

m – значение массы настроечного груза, соответствующее измеряемому уровню, в тех же единицах, что и m_{\max} .

Значение массы настроечного груза m в граммах рассчитывают по формуле:

$$m = \frac{\pi d^2}{4} (\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{г}}) \cdot H = V(\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{г}}) \cdot \frac{H}{H_{\max}}, \quad (9)$$

где H – проверяемое значение измеряемого уровня в тех же единицах измерения, что и H_{\max} ;

$\rho_{\text{г}}$ – плотность газа в условиях измерения, в тех же единицах измерения, что и $\rho_{\text{ж}}$.

Примечание. Для преобразователей границы раздела жидких сред в формулу (9) вместо $(\rho_{\text{г}} - \rho_{\text{ж}})$ следует подставлять разность плотностей контролируемых жидкостей $\Delta\rho_{\text{ж}}$.

Расчетные значения выходного сигнала, выраженные в напряжении постоянного тока, определяют по формуле:

$$U_p = J_p \cdot R_{\text{об}}, \quad (10)$$

где U_p – расчетное значение выходного сигнала, мВ.

10.1.2.7 Основную погрешность определяют не менее чем на пяти значениях измеряемого уровня, достаточно равномерно распределенных в диапазоне измерения, в том числе при значениях, соответствующих нижнему и верхнему предельным значениям выходного сигнала. Интервал между значениями измеряемого уровня не должен превышать 30 % диапазона измерений.

Основную погрешность определяют при значении измеряемого уровня, полученном при приближении к нему как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе).

Перед проверкой при обратном ходе преобразователь выдерживают в течение 5 мин под действием верхнего предельного значения измеряемого уровня.

Перед определением основной погрешности должно быть проверено и, в случае необходимости, откорректировано значение выходного сигнала, соответствующее нулевому значению измеряемого уровня.

Установка значения входного сигнала производится после выдержки преобразователя при включенном питании в течение 0,5 ч после подачи и сброса измеряемого уровня, равного 80-100 % верхнего предела измерений.

Точность установки выходного сигнала должна быть не хуже $0,2\gamma_{\text{д}}$ ($\gamma_{\text{д}}$ – пределы допускаемой основной приведенной погрешности) без учета погрешности контрольных средств.

10.1.2.12 Основную погрешность γ в процентах от верхнего предела измерений вычисляют по формулам:

- при поверке по способу, указанному в п. 10.1.2.2, 1)

$$\gamma = \frac{J - J_p}{J_{\max} - J_0} \cdot 100 \quad (11) \quad \text{и} \quad \gamma = \frac{U - U_p}{U_{\max} - U_0} \cdot 100 \quad (11)$$

где J – действительное значение выходного сигнала (среднее арифметическое действительных значений выходного сигнала при многократных поверках) при измерении на выходе тока, мА;

U – действительное значение выходного сигнала (среднее арифметическое действительных значений выходного сигнала при многократных поверках) при измерении на выходе падения напряжения на образцовом сопротивлении, мВ;

- при поверке по способу, указанному в п. 10.1.2.2, 2)

$$\gamma = \frac{m_n - m_d}{m_{\max}} \cdot 100 \quad (12)$$

где m_n – номинальное значение массы настроечного груза, соответствующей номинальному значению измеряемого уровня;

m_d – действительное значение массы настроечного груза (среднее арифметическое действительных значений массы при многократных поверках), в тех же единицах, что и m_n .

Вычисления γ проводят с точностью до второго знака после запятой.

10.1.2.8 Результаты поверки считают положительными, если основная приведенная погрешность измерений уровня в любой точке не превышает нормируемого значения γ_d для класса точности преобразователя в соответствии с таблицей 10.1

10.1.2.9 Основная погрешность преобразователя не должна превышать при первичной поверке – $0,8\gamma_d$, при периодической поверке γ_d .

10.2 При периодической поверке без демонтажа

Проводят измерение уровня при исходном уровне жидкости в мере вместимости. Измерение уровня осуществляют при помощи 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 поверку можно проводить по данным уровням.

Порядок поверки следующий.

Преобразователи подготавливают 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).

Поправку ΔH_0 , мм, определяют по формуле:

$$\Delta H_0 = H_0^n - H_0^3 \quad (13)$$

где H_0^n - показания проверяемого преобразователя уровня, мм,

H_0^3 - показание эталонного средства измерений уровня, мм.

Примечание - При применении эталонной измерительной рулетки за значение H_0^3 , мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^\Gamma - T_B^\Pi)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^\Gamma}{m} \cdot [1 + \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Gamma)], \quad (14)$$

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 ленты эталонной измерительной 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^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, $^\circ\text{C}$;

$(H_0^\Gamma)_i$ - высота газового пространства при i -том измерении, мм;

m - число измерений высоты газового пространства, принимаемое не менее пяти. Повышают уровень жидкости до контрольной отметки, устанавливаемой по эталонной измерительной ленте, затем уровень жидкости понижают до каждой контрольной отметки, снимают показания средств измерений и результаты, полученные с эталонной измерительной рулетки вносят в протокол поверки преобразователя.

Уровень жидкости H_y , мм, измеренный преобразователем в j -той контрольной отметке, с учетом поправки, определяют по формуле:

$$H_y = H_{пуj} - \Delta H_0. \quad (15)$$

где $H_{пуj}$ — показание поверяемого преобразователя, мм

ΔH_0 — поправка на несоответствие показаний поверяемого преобразователя и эталонной измерительной рулетки, найденная по формуле (13).

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 ленты измерительной эталонной 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 ленты измерительной рулетки необходимо натереть пастой, чувствительной к хранимому продукту.

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

Уровень жидкости в каждой контрольной точке H_3 , мм, вычислить по формуле:

$$H_3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^\Gamma - T_B^\Pi)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^\Gamma}{m} \cdot [1 + \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Gamma)] \quad (16)$$

Определение основной приведенной погрешности измерений уровня производят по формуле (2).

При использовании миллиамперметра для измерения выходного токового сигнала преобразователя (4-20 мА, или 0-5 мА), значение измеряемого средством измерений уровня вычисляют по формуле (3).

Результаты поверки при периодической поверке на месте эксплуатации считаются положительными, если действительная приведенная погрешность измерений в каждой поверяемой точке не превышает значений основной погрешности с учетом дополнительной погрешности в соответствии с таблицей 10.1.

11 Оформление результатов поверки

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

11.2 Сведения о результатах поверки средства измерений передают в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком проведения поверки средств измерений, предусмотренным действующим законодательством РФ в области обеспечения единства измерений.

11.3 Положительные результаты поверок оформляют записью в паспорте на средство измерений. Знак поверки наносят в паспорт средства измерений.

По заявлению владельца средств измерений или лица, предоставившего их на поверку, на положительные результаты поверки выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству в области обеспечения единства измерений.

11.4 При отрицательных результатах поверки средство измерений к применению не допускают.

По заявлению владельца средств измерений или лица, предоставившего его на поверку, на отрицательные результаты поверки выдают извещение о непригодности к применению средства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Начальник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Научный сотрудник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»

Д. Ю. Семенюк

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

Протокол поверки преобразователя уровня буйкового Сапфир-22

Диапазон измерений уровня, мм: _____

Выходные информационные сигналы: _____
(цифровой, токовый)

Поверка проводилась

(в лаборатории или без демонтажа на месте эксплуатации, условия поверки T, P, v)

Средства поверки _____
(наименование, тип, заводской номер, диапазон, разряд, класс или погрешность)

Результаты поверки

- 1 Внешний осмотр: _____
 - 2 Опробование:
 - 2.1 Проверка функционирования _____
 - 2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения
- Получены идентификационные данные ПО (см. таблицу 1).

Таблица 1.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	
Цифровой идентификатор ПО	

- 3 Определение погрешности измерений уровня

По цифровому выходу							
Точка	$H_{эм}, мм$	Прямой ход			Обратный ход		
		$H_y, мм$	$\gamma H, \%$	$\gamma_{доп}, \%$	$H_y, мм$	$\gamma H, \%$	$\gamma_{доп}, \%$
H_1							
H_2							
H_3							
H_4							
H_5							

Аналоговый токовый выход 4-20 мА											
Точка	$H_{эм}, мм$	Прямой ход					Обратный ход				
		$I_y, мкА$	$\bar{I}_y, мкА$	$H_y, мм$	$\gamma H, \%$	$\gamma H_{доп}, \%$	$I_y, мкА$	$\bar{I}_y, мкА$	$H_y, мм$	$\gamma H, \%$	$\gamma H_{доп}, \%$
H_1											
H_2											
H_3											
H_4											
H_5											

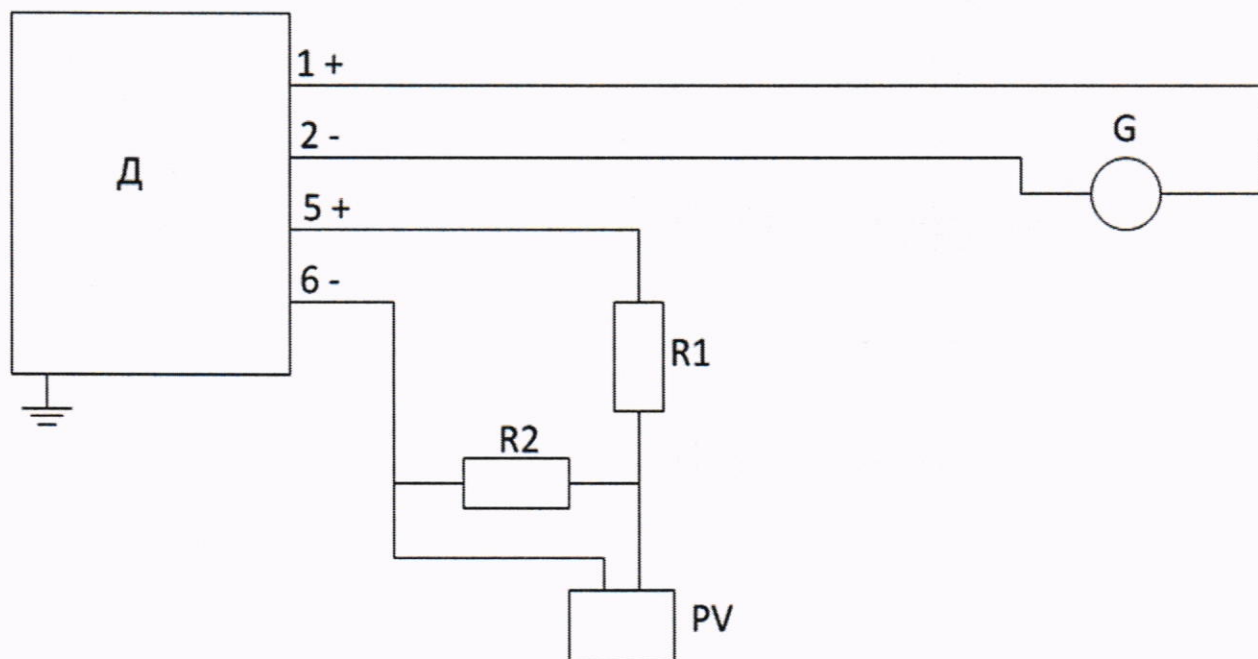
Поверка с использованием гирь					
Тарировочное усилие, г	Расчетное значение выходного сигнала, мА	Действительное значение выходного сигнала, мА		Основная приведенная погрешность, %	
		ПХ	ОХ	ПХ	ОХ

Результат поверки: _____

Поверитель _____ / _____ /
(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Схема включения преобразователя с выходным сигналом 0-5 или 0-20 мА при изменении выходного сигнала по падению напряжения на образцовом сопротивлении



Д – проверяемый преобразователь;

Г – источник питания постоянного тока (например Б5-8, 22БП-36);

R1 – резистор МЛТ или магазин сопротивлений Р33;

R2 – магазин сопротивлений (например Р4831) или образцовая катушка сопротивлений Р331;

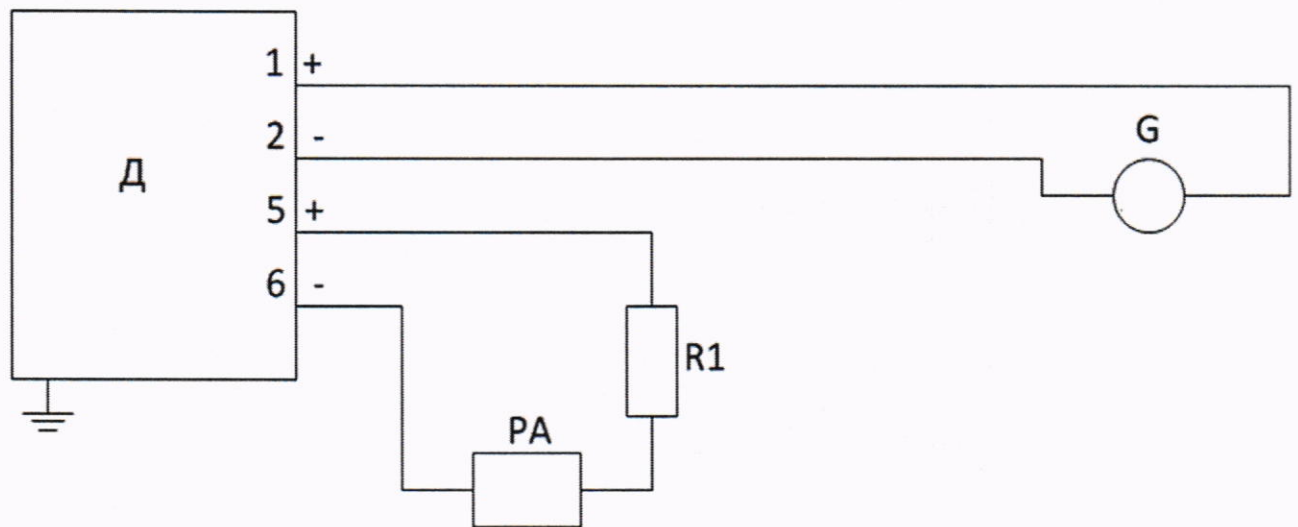
PV – вольтметр цифровой (например Щ1516) или потенциометр Р363.

Примечание. R1+R2 должно соответствовать значениям, указанным в п. 3.1.8. Значение сопротивления R2 выбирается из условия получения необходимой точности измерения напряжения с учетом характеристик используемого измерительного прибора. Например, с целью получения предельного значения выходного сигнала, равного 1 В, R2=50 Ом и R2=200 Ом для датчиков с выходным сигналом соответственно 0-20 и 0-5 мА.

Рис. Б.1

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Схема включения преобразователя с выходным сигналом 0-5 мА или 0-20 мА при измерении выходного сигнала в мА



РА – миллиамперметр (например Щ31);

Остальное – то же, что и на рис.1.

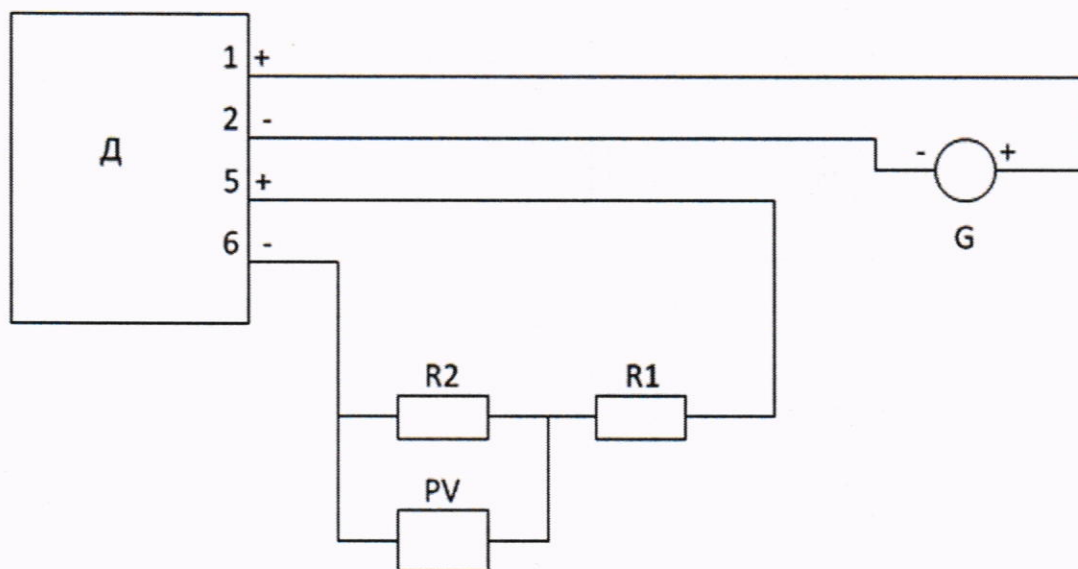
Примечание. R1 должно соответствовать значениям, указанным в п. 3.1, 8)

Рис. В.1

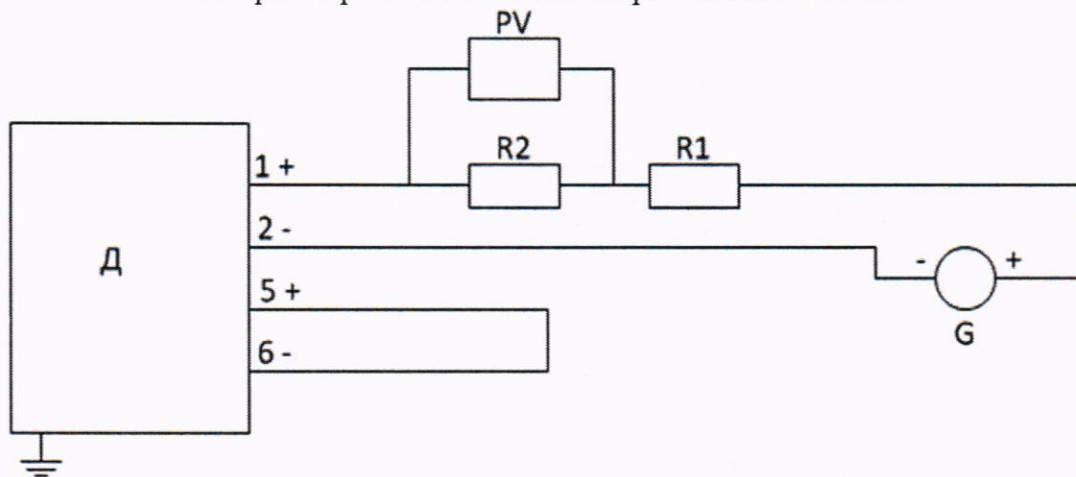
ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Схема включения преобразователя с выходным сигналом 4-20 мА при измерении выходного сигнала по падению напряжения на образцовом сопротивлении

Первый вариант включения сопротивления R1 и R2



Второй вариант включения сопротивления R1 и R2



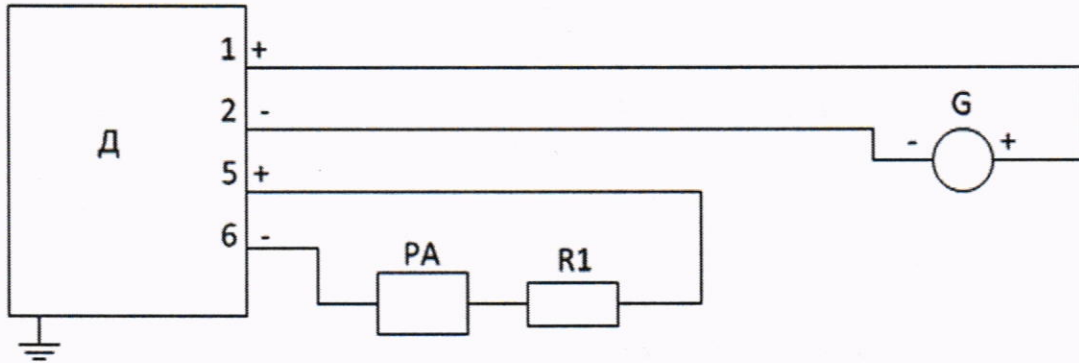
Обозначения см. приложение рис.1

Рис. Г.1

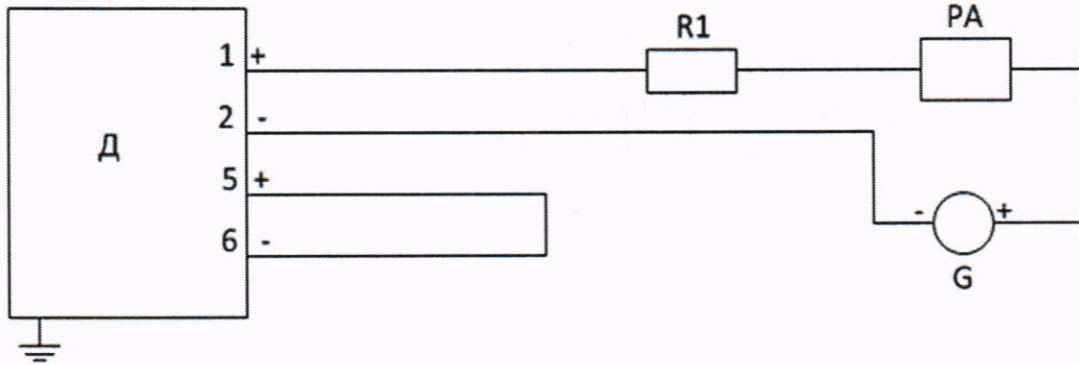
ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Схема включения преобразователя с выходным сигналом 4-20 мА при измерении
выходного сигнала в мА

Первый вариант включения сопротивления R1



Второй вариант включения сопротивления R1



Обозначение – см. приложение рис. Б.2

Рис. Д.1