Методические указания

ГСИ. Преобразователи измерительные уровня буйковые САПФИР-22ДУ

Методика поверки

МИ 1233-86

gost.e-ecolog.ru

Настоящие методические указания распространяются на измерительные преобразователи уровня буйковые Сапфир-22ДУ, Сапфир-22ДУ-Ех различных моделей (в дальнейшем – датчики), предназначенные для непрерывного преобразования измеряемого параметра – уровня жидкости (границы раздела жидких сред) – в стандартный токовый сигнал, и устанавливают методы и средства первичной и периодической поверок датчиков с пределами допускаемой погрешности от ±0,5 до ±1,5%.

Основные нормативно-технические характеристики:

Датчики соответствуют ГОСТ 15983-81.

Верхние пределы измерений датчиков от 250 до 10000 мм.

Выходные сигналы датчиков 0-5; 0-20; 4-20 мА.

Датчики имеют линейно возрастающую характеристику выходного сигнала.

2. Операции поверки

1.1. При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в табл. 1.

Таблица 1

Наименование операций	Номера пунктов методических указаний
1. Внешний осмотр	4.1
2. Опробование	4.2
3. Определение основной погрешности и вариации выходного сигнала	4.3

2. Средства поверки

2.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Наименование средств поверки	Нормативно-технические характеристики
Гири общего назначения Г4-1110 ГОСТ 7328-73	Набор гирь 4 кл. Масса 5 кг
Микрометры МК ГОСТ 6507-78	Пределы измерений 0-25мм; 25-50 мм;50-75 мм; 75-100мм; 100-150 мм. Класс точности 1. Цена деления 0,01 мм
Барометр М67 ТУ 25-04-1797-75	Пределы измерений 610-900 мм рт.ст. Погрешность измерения ±0,8 мм рт.ст.
Образцовая катушка сопротивления Р 331 ТУ 25-04.3368-78	Класс точности 0,01 Сопротивление 100 Ом
Магазин сопротивлений Р 33 ГОСТ 23737-79	Класс точности 0,2. Сопротивление до 99999,9 Ом
Магазин сопротивлений Р4831 ТУ 25-04.3919-80	Класс точности 0,02 10^{-6}. Сопротивление до 111111,1 Ом
Цифровой вольтметр Щ 1516 ТУ 25-04-2467-75	Класс точности 0,015. Верхний предел измерений 5 В
Потенциометр постоянного тока Р 363-1 ТУ 25-04.3037-75	Класс точности 0,001. Верхний предел измерений 2,121111 В
Вольтметр универсальный Щ 31 ТУ 25-04.3305-77	Предел допускаемой основной погрешности 0,015% при измерении тока 5 мА
Миллиамперметр постоянного тока ГОСТ 8711-60	Класс точности 0,1 Верхний предел измерений 30 мА
Блок питания 22БП-36 ТУ 25-02.720159-81	Напряжение постоянного тока (36±0,72) В

Продолжение таблицы 2

Наименование средств поверки	Нормативно-технические характеристики
Источник постоянного тока Б5-8 ТУ ЕЭО.323.315-ТУ-78	Наибольшее значение напряжения 50В. Допустимые отклонения ±0,5% от установленного значения
Термометр стеклянный ртутный ГОСТ 16590-71	Пределы измерений 0-50^{0}С

2.2.Средства поверки должны быть поверены или аттестованы органами метрологической службы и иметь действующие свидетельства о поверке или аттестации.

2.3.Допускается применение средств поверки, не предусмотренных настоящими методическими указаниями, при условии обеспечения ими требований п.4.3.2, п.4.3.4.

3.Условия поверки и подготовка к ней

3.1.При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

1)датчики должны быть установлены в рабочее положение с соблюдением указаний руководства по эксплуатации;

2)температура окружающего воздуха (23±2)^{0}С. Датчики должны быть предварительно выдержаны при указанной температуре окружающего воздуха не менее 3 ч;

3)относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80%;

4)атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт.ст.);

5)напряжение питания (36±0,72) В постоянного тока.

Пульсация напряжения не должна превышать ±0,5% значения напряжения питания;

6)вибрация, тряска, удары, наклоны и магнитные поля, кроме земного, влияющего на работу датчика, должны отсутствовать;

7)выдержка датчика перед началом испытания после включения питания должна быть не менее 0,5 ч;

8)нагрузочное сопротивление:

(500±50) Ом – при поверке датчиков с выходными сигналами – 0-20 и 4-20 мА;

(1200±50) Ом – при поверке датчиков с выходным сигналом 0-5 мА.

4.Проведение поверки

4.1.При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие датчиков следующим требованиям:

-поверяемые датчики не должны иметь повреждений, препятствующих их применению;

-при периодической поверке датчик должен иметь паспорт, или документ его заменяющий;

-маркировка датчика должна соответствовать данным, указанным в паспорте.

4.2.При опробовании проверяют работоспособность датчика и функционирование корректора нуля.

Работоспособность датчика проверяют, изменяя массу разновесов, имитирующую изменение измеряемого уровня от нижнего предельного значения до верхнего. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала.

Функционирование корректора нуля проверяют при любом промежуточном значении выходного сигнала. Корректор нуля поворачивают по часовой стрелке. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала. Затем корректор нуля поворачивают против часовой стрелки. При этом должно наблюдаться изменение выходного сигнала в противоположную сторону.

При операции опробования допускается применять средства поверки, не соответствующие требованиям п.4.3.4.

4.3.Определение основной погрешности и вариация выходного сигнала.

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

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

$$m_{max} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \rho_{ж} \cdot H_{max} = V \cdot \rho_{ж} \quad , \qquad (1)$$

где

d -диаметр буйка, см, определенный как среднее арифметическое результатов измерений диаметра, проводимых в трех сечениях каждой секции буйка: посредине 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 ±0,01 мм;

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

H_{max} -верхний предел измерений датчика, см;

V -объем буйка, см^3.

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

$$m_0 = V \cdot \rho_{в} \quad , \qquad (1\,а)$$

где $\rho_в$ – плотность верхней жидкой фазы, г/см^3.

Примечание. Для датчиков границы раздела жидких сред в формуле (1) вместо $\rho_ж$ следует подставлять разность плотностей контролируемых жидкостей $\Delta\rho_ж$

4.3.2.Основную погрешность датчиков определяют следующими способами:

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

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

Схемы включения приборов для измерения выходного сигнала датчика приведены на рис. 1-4 приложения.

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

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

1.при определении значений выходного сигнала в мА

$$\left(\frac{\Delta m}{m_{max}} + \frac{\Delta J}{J_{max} - J_0}\right) \cdot 100 \le C\gamma_д , \qquad (2)$$

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 датчика, мА;

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

J_0 -нижнее предельное значение выходного сигнала, мА.

Примечание. $J_0 = 0$ для датчиков с выходными сигналами 0-5 и 0-20 мА; $J_0 = 4$ мА для датчиков с выходным сигналом 4-20 мА.

$\gamma_д$ -предел допускаемой основной погрешности поверяемого датчика в процентах от верхнего предела измерения;

C -коэффициент, равный ¼.

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

$$\left(\frac{\Delta m}{m_{max}} + \frac{\Delta U}{U_{max} - U_0} + \frac{\Delta}{R_{об}}\right) \cdot 100 \le C\gamma_д , \qquad (3)$$

где

ΔU -предел абсолютной погрешности прибора, контролирующего выходной сигнал, при верхнем предельном значении выходного сигнала поверяемого датчика, 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 $1/4 < C \le 1/3$ при числе измерений на каждой поверяемой точке не менее 3. При этом за действительное значение измеряемой величины принимают среднее значение из результатов трех измерений. Допускается при $1/4 < C \le 1/3$ проводить измерение один раз, если значение основной погрешности не превышает $0{,}6\,\gamma_д$

4.3.5.Основную погрешность определяют сравнением действительных значений выходного сигнала с расчетными при использовании способа, указанного в п. 4.3.2, 1), и сравниванием действительных значений массы разновесов с номинальными при использовании способа, указанного в п.4.3.2, 2).

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

$$J_p = \frac{m}{m_{max}}(J_{max} - J_0) + J_0 \qquad (4)$$

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:

$$m = \frac{\pi d^2}{4}(\rho_ж - \rho_г) \cdot H = V(\rho_ж - \rho_г)\frac{H}{H_{max}} \quad , \qquad (5)$$

где

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

$\rho_г$ -плотность газа в условиях измерения, в тех же единицах измерения, что и $\rho_ж$.

Примечание. Для датчиков границы раздела жидких сред в формулу (5) вместо $(\rho_г - \rho_ж)$ следует подставлять разность плотностей контролируемых жидкостей $\Delta\rho_ж$

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

$$U_p = J_p \cdot R_{об} \quad , \qquad (6)$$

где U_p – расчетное значение выходного сигнала, мВ.

4.3.7.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 датчик 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 датчика при включенном питании в течение 0,5 ч и после подачи и сброса измеряемого уровня, равного 80-100% верхнего предела измерений.

Точность установки выходного сигнала должна быть не хуже 0,2 $\gamma_д$ без учета погрешности контрольных средств.

4.3.8.Предел допускаемой основной погрешности поверяемого датчика должен соответствовать значениям, указанным в техническом описании и технических условиях на датчик.

4.3.9.Основная погрешность датчика не должна превышать при первичной поверке – 0,8 $\gamma_д$, при периодической поверке $\gamma_д$.

4.3.10.Вариация выходного сигнала, определяемая при каждом поверяемом значении измеряемого параметра, кроме значений, соответствующих нулю и верхнему пределу измерений, не должна превышать абсолютного значения предела допускаемой основной погрешности.

4.3.11.Вариацию выходного сигнала определяют как разность между значениями выходного сигнала (при многократных измерениях–между средними арифметическими значениями) соответствующими одному и тому же значению измеряемого уровня, полученными при прямом и обратном ходе.

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

при поверке по способу, указанному в п.4.3.2, 1)

$$\gamma = \frac{J - J_p}{J_{max} - J_0} \cdot 100 \quad (7) \quad \text{и} \quad \gamma = \frac{U - U_p}{U_{max} - U_0} \cdot 100 \quad . \quad (8)$$

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 проверке по способу, указанному в п.4.3.2, 2)

$$\gamma = \frac{m_н - m_д}{m_{max}} \cdot 100 \quad , \quad (9)$$

где

$m_н$ -номинальное значение массы настроечного груза, соответствующей номинальному значению измеряемого уровня;

$m_д$ -действительное значение массы настроечного груза (среднее арифметическое действительных значений массы при многократных поверках), в тех же единицах, что и $m_н$

Вычисления γ проводят с точностью до второго знака после запятой.

4.3.13. Вариацию выходного сигнала $\gamma_в$ в процентах от диапазона изменений выходного сигнала вычисляют по формулам:

для способа, указанного в п.4.3.2, 1)

$$\gamma_в = \left| \frac{J' - J_р}{J_{max} - J_0} \right| \cdot 100 \quad (10) \qquad \text{или} \qquad \gamma_в = \left| \frac{U' - U_р}{U_{max} - U_0} \right| \cdot 100 \quad , (11)$$

где

J и J' -действительные значения выходного сигнала (средние арифметические действительных значений выходного сигнала при многократных поверках) на одной и той же точке при измерении на выходе тока соответственно при прямом и обратном ходе, мА;

U и U' -действительные значения выходного сигнала (средние арифметические действительных значений выходного сигнала при многократных поверках) на одной и той же точке при измерении на выходе падения напряжения на образцовом сопротивлении соответственно при прямом и обратном ходе, мВ;

для способа, указанного в п.4.3.2, 2)

$$\gamma_в = \left| \frac{m'_д - m_д}{m_{max}} \right| \cdot 100 \quad , \qquad (12)$$

$m_д$ и $m'_д$-действительные значения масс настроечных грузов (средние арифметические действительных значений масс при многократных поверках) на одной и той же точке соответственно при прямом и обратном ходе.

5.Оформление результатов поверки

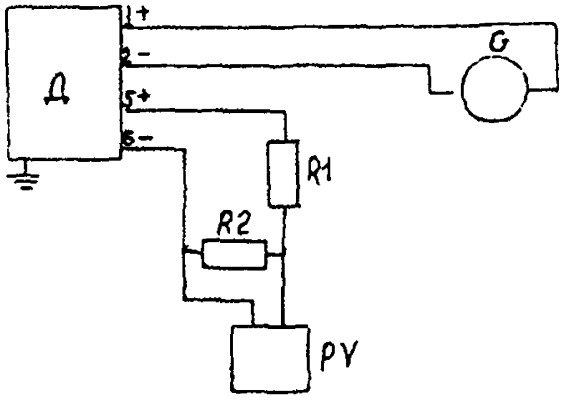
5.1.Датчики, удовлетворяющие требованиям настоящих методических указаний, допускаются к применению.

5.2.*При положительных результатах первичной или периодической поверки* в паспорте (или документе, его заменяющем), производят запись о годности датчика к применению с указанием даты поверки и удостоверяют запись в установленном порядке.

5.3.Датчики, не удовлетворяющие требованиям, бракуют и не допускают к выпуску из производства, ремонта, и находящиеся в эксплуатации – к применению.

Примечание. Схемы, применяемые при проверке датчиков приведены в приложениях 1...4.

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

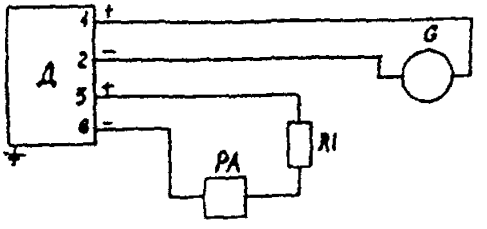


Д - проверяемый датчик;
G - источник питания постоянного тока (например Б5-8, 22БП-36);
R1 - резистор МЛТ или магазин сопротивлений Р 33;
R2 - магазин сопротивлений (например Р 4831) или образцовая катушка сопротивлений Р 331;
PV - вольтметр цифровой (например Щ 1516) или потенциометр Р 363

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. 1

Схема включения датчика с выходным сигналом 0-5 мА или 0-2 мА при измерении выходного сигнала в мА



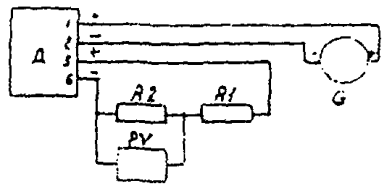
РА - миллиамперметр (например Щ 31);
Остальное - то же, что и на рис. 1.

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

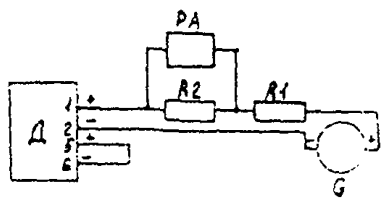
рис. 2

Схема включения датчика 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

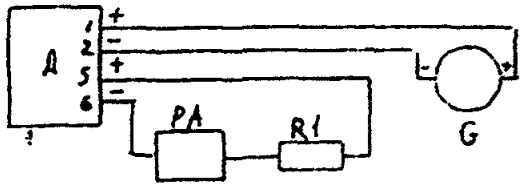


Обозначения см. приложение рис. 1

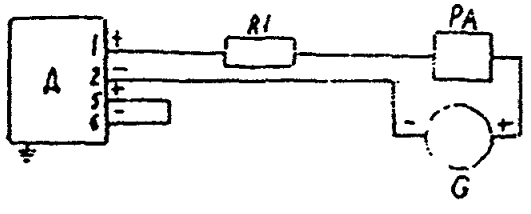
Рис. 3

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

Первый вариант включения сопротивления R1



Второй вариант включения сопротивления R1



Обозначения – см. приложение рис. 2

Рис. 4

gost.e-ecolog.ru