

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

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
по производственной
метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



_____ А.Е. Коломин

« 26 » 04 2024 г.

«ГСИ. Преобразователи магнитные поплавковые ПМП-263

Методика поверки

МП 208-032-2021 с изменением № 1

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 средства измерений	5
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	6
10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	6
11 Оформление результатов поверки	13
Приложение А (обязательное) Схема подключения преобразователя при проведении поверки	14
Приложение Б (рекомендуемое) Протокол поверки	15

1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на преобразователи магнитные поплавковые ПМП-263, изготавливаемые по СЕНС.421411.001ТУ1 (далее по тексту – преобразователи), и устанавливает методы и средства их 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 выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: - в лабораторных условиях - в условиях эксплуатации	10.1	да	да
	10.2	да	да
5 Оформление результатов поверки	11	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку, если в методике нет особых указаний, необходимо проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха и измеряемой (контролируемой) среды:
 - $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ при поверке в лабораторных условиях;
 - $(20 \pm 10)^\circ\text{C}$ при поверке в условиях эксплуатации;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.);
- вибрация, тряска, удары, магнитные поля (кроме магнитного поля Земли), влияющие на работу преобразователя, должны отсутствовать.

3.2 Поверку допускается проводить в условиях эксплуатации на объекте, на мере вместимости (резервуаре), где установлен преобразователь методами, указанными в соответствующих пунктах настоящей методики, если контролируемая среда соответствует требованиям эксплуатационной документации преобразователя и позволяет осуществлять разгерметизацию резервуара (контролируемая среда не является токсичной, опасной, в резервуаре отсутствует избыточное давление и т.п.).

3.3 Схема подключения преобразователя при проведении поверки приведена в приложении А.

3.4 При поверке электрическое питание преобразователя осуществлять напряжением, соответствующим диапазону напряжений питания, указанному в его эксплуатационной документации. Рекомендуемое напряжение питания $(24 \pm 0,5) \text{ В}$.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 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

5.1 При проведении поверки должны использоваться следующие средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

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 % 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	Установка поверочная уровнемерная, соответствующая рабочему эталону 1-го или 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459, с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений поверяемого преобразователя и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной абсолютной погрешности поверяемого преобразователя	Установка поверочная уровнемерная СЕНС УП (рег. № 70845-18)
10	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 преобразователя и пределами абсолютной погрешности не превышающими 1/3 от основной абсолютной погрешности поверяемого преобразователя	Рулетка измерительная металлическая Fisco мод. TS30/2, поверенная в качестве эталона (рег. № 67910-17)
8 - 10	Диапазон измерений напряжений постоянного тока до 100 В	Мультиметр цифровой Agilent 34401A (рег. № 54848-13)
8 - 10	Номинальное сопротивление 100 Ом, класс точности 0,01	Катушка электрического сопротивления измерительная P331 (рег. № 1162-58)
8 - 10	Диапазон измерений от 0,1 до 99999,9 Ом; класс точности $0,2/6 \cdot 10^{-6}$	Магазин сопротивления P33 (рег. № 1321-60)
8 - 10	Диапазон установки выходного напряжения питания постоянного тока от 0 до 50 В	Источник питания UT3000-6000ED/EP мод. UT5003ED (рег. № 54631-13)

Таблица 2 продолжение

Вспомогательное оборудование		
8 - 10	–	HART/USB модем ЭЛМЕТРО-808
8 – 10	–	Персональный компьютер со свободными USB-портами

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 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 документами на объекте.

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.

Примечание - При периодической поверке допускается отсутствие комплекта монтажных частей преобразователя.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед выполнением операций поверки необходимо:

- выдержать преобразователь в условиях поверки не менее 4 часов;

Примечание – Допускается сокращение времени выдержки до 30 минут, если преобразователь до начала поверки находился с эталонами в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

- подготовить средства поверки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

8.2 Перед определением метрологических характеристик необходима выдержка преобразователя не менее 5 мин при включенном напряжении питания.

8.3 При необходимости перед проведением поверки осуществляется настройка преобразователя в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.4 Опробование

8.4.1 Опробование в лабораторных условиях осуществляют следующим образом:

- а) Подключить преобразователь к средствам измерений и оборудованию в соответствии со схемой подключения, указанной в приложении А. Подать на преобразователь электропитание.

б) Переместить поплавков уровня вдоль направляющей преобразователя в одну или другую сторону. Контролировать соответствующее изменение показаний уровня и выходного унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА.

в) Для вариантов исполнения преобразователя, оснащённых поплавком раздела сред, переместить поплавков уровня раздела сред вдоль направляющей преобразователя в одну или другую сторону, контролировать соответствующее изменение показаний уровня раздела сред.

8.4.2 Опробование в условиях эксплуатации осуществляют следующим образом:

а) Подключить преобразователь к средствам измерений и оборудованию в соответствии со схемой подключения, указанной в приложении А. Подать на преобразователь электропитание.

б) Изменить уровень контролируемой среды в резервуаре, на котором установлен преобразователь. Контролировать соответствующее изменение показаний уровня и выходного унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА.

в) Для вариантов исполнения преобразователя, оснащённых поплавком раздела сред, проконтролировать наличие показаний уровня раздела сред, измеренный преобразователем уровень раздела сред должен быть в пределах диапазона измерений преобразователя.

8.4.3 Результат опробования считать положительным, если при перемещении поплавка уровня (уровня раздела сред) преобразователя вдоль направляющей в одну или другую сторону, или при изменении уровня контролируемой жидкости в резервуаре, показания преобразователя и выходной унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА изменялись соответствующим образом.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

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

Результат проверки считать положительным, если номера версий идентичны и не ниже А400.

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение метрологических характеристик в лабораторных условиях

10.1.1 Определение (поверку) основной погрешности и вариации показаний измерений уровня проводят в пяти точках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений поверяемого преобразователя, при прямом и обратном ходах.

Поверку основной погрешности и вариации показаний измерений уровня раздела сред для вариантов исполнения преобразователя, оснащённых поплавком раздела сред, проводят в одной произвольной точке в пределах диапазона измерений поверяемого преобразователя, при прямом и обратном ходах после определения основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в пяти точках.

10.1.2 Поверку преобразователя осуществляют на установке поверочной уровнемерной (далее по тексту – установка).

Допускается осуществлять поверку преобразователя с помощью рулетки измерительной (далее по тексту – рулетка).

10.1.3 Перед поверкой в преобразователе в соответствии с его эксплуатационной документацией устанавливают значения поправок, соответствующих отступу от дна резервуара, глубине погружения поплавка уровня и глубине погружения поплавка уровня раздела сред, равными нулю, а после поверки восстанавливают исходные значения поправок.

Допускается не обнулять значения поправок, при этом:

- сумму значений поправок, соответствующих отступу от дна резервуара и глубине погружения поплавка уровня, вычитают из значения измеренного преобразователем уровня;

- сумму значений поправок, соответствующих отступу от дна резервуара и глубине погружения поплавка уровня раздела сред, вычитают из значения измеренного преобразователем уровня раздела сред.

10.1.4 При поверке с помощью установки преобразователь устанавливают на установку в соответствии с её эксплуатационной документацией, при этом совмещают начало отсчёта преобразователя с началом отсчёта установки или корректируют значение задаваемого установкой уровня на значение разности начал отсчёта преобразователя и установки.

Необходимые по 10.1.1 уровни устанавливают по показаниям установки.

Если установка устанавливает уровень имитационным способом (перемещением соответствующего поплавка), то уровень должен отсчитываться по нижней плоскости поплавка. При перемещении поплавка не допускается поворот его вокруг вертикальной оси направляющей преобразователя.

Если установка устанавливает уровень непосредственно с помощью жидкости, то необходимо экспериментально определить значение глубины погружения соответствующего поплавка в жидкости установки и вычесть её из значения заданного установкой уровня.

Кроме того, для вариантов исполнения преобразователя, оснащённых поплавком раздела сред, необходимо:

- при поверке основной погрешности и вариации показаний измерений уровня зафиксировать поплавки раздела сред в крайнем нижнем положении, чтобы исключить его влияние на поплавки уровня;

- при поверке основной погрешности и вариации показаний измерений уровня раздела сред зафиксировать поплавки уровня в крайнем верхнем положении, чтобы исключить его влияние на поплавки уровня раздела сред.

10.1.5 При поверке с помощью рулетки преобразователь располагают горизонтально на столе. Рулетку разворачивают, располагают её в непосредственной близости от преобразователя (параллельно его направляющей) и совмещают нулевую отметку рулетки с началом отсчёта преобразователя. Рулетка должна быть натянута и закреплена.

Необходимые по 10.1.1 уровни устанавливают перемещением соответствующего поплавка вдоль направляющей преобразователя в положение, в котором проекция нижней плоскости поплавка на горизонтальную плоскость совпадает с риской рулетки, соответствующей устанавливаемому уровню. При перемещении поплавка не допускается поворот его вокруг вертикальной оси направляющей преобразователя. Для обеспечения точности установки поплавок при необходимости используют лупу измерительную.

10.1.6 Поверку основной погрешности и вариации показаний измерений уровня (уровня раздела сред) осуществляют следующим образом:

а) В соответствии с 10.1.4 или 10.1.5 последовательно установить уровни H_{zi} , соответствующие 10.1.1, в порядке возрастания уровня (прямой ход) затем в порядке убывания уровня (обратный ход).

б) При поверке с помощью установки для каждого установленного уровня (уровня раздела сред) по цифровому сигналу на базе протокола HART зафиксировать значение измеренного уровня (уровня раздела сред) при прямом H_i и обратном H_i^* ходах.

Для каждого установленного уровня мультиметром зафиксировать падение напряжения на катушке электрического сопротивления измерительной R_z при прямом U_i и обратном U_i^* ходах.

При поверке с помощью рулетки уровень (уровень раздела сред) задается в каждой i -той точке при прямом и обратном ходах 3 раза. При этом для прямого хода, каждый раз поплавок отводится от поверяемой точки на расстояние не менее 5 мм в сторону, соответствующую уменьшению уровня, а для обратного хода – в сторону, соответствующую увеличению уровня. По цифровому сигналу на базе протокола HART для каждого j -го раза зафиксировать значение измеренного уровня (уровня раздела сред) при прямом H_{ij} и обратном H_{ij}^* ходах, затем вычислить средние значения уровня (уровня раздела сред), соответствующие каждой i -й точке при прямом ходе H_i и обратном ходе H_i^* , по формулам, мм:

$$H_i = \frac{\sum_{j=1}^3 H_{ij}}{3}, \quad (1)$$

$$H_i^* = \frac{\sum_{j=1}^3 H_{ij}^*}{3} \quad (2)$$

Для каждого j -го раза установки уровня мультиметром зафиксировать падение напряжения на катушке электрического сопротивления измерительной R_3 при прямом ходе U_{ij} и обратном ходе U_{ij}^* , затем вычислить средние значения напряжения, соответствующие каждой i -й точке при прямом ходе U_i и обратном ходе U_i^* , по формулам, В:

$$U_i = \frac{\sum_{j=1}^3 U_{ij}}{3}, \quad (3)$$

$$U_i^* = \frac{\sum_{j=1}^3 U_{ij}^*}{3} \quad (4)$$

в) Для каждого установленного уровня вычислить значения выходного тока при прямом ходе I_i и обратном ходе I_i^* по формулам, мА:

$$I_i = \frac{U_i}{R_3}, \quad (5)$$

$$I_i^* = \frac{U_i^*}{R_3}, \quad (6)$$

где I_i и I_i^* – значение выходного сигнала, соответствующее измеренному уровню в i -ой точке при прямом и обратном ходах соответственно, мА;

U_i и U_i^* – падение напряжения на катушке электрического сопротивления R_3 при прямом и обратном ходах соответственно, В;

R_3 – номинальное сопротивление катушки электрического сопротивления измерительной (0,1 кОм).

Затем для каждого установленного уровня определить значения измеренного по унифицированному токовому выходу (4 – 20) мА уровня при прямом ходе h_i и обратном ходе h_i^* по формулам, мм:

$$h_i = H_H + \frac{(I_i - I_H) \cdot (H_B - H_H)}{(I_B - I_H)}, \quad (7)$$

$$h_i^* = H_H + \frac{(I_i^* - I_H) \cdot (H_B - H_H)}{(I_B - I_H)}, \quad (8)$$

где I_H – нижнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;

I_B – верхнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;

H_H – нижний предел измерений уровня, мм;

H_B – верхний предел измерений уровня, мм.

г) Для каждого установленного уровня (уровня раздела сред) определить абсолютную погрешность измерений для цифрового сигнала на базе протокола HART при прямом ΔH_i и обратном ΔH_i^* ходах по формулам:

$$\Delta H_i = H_i - H_{\Sigma i}, \quad (9)$$

$$\Delta H_i^* = H_i^* - H_{\Sigma i}. \quad (10)$$

Для каждого установленного уровня определить абсолютную погрешность измерений уровня для унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА при прямом Δh_i и обратном Δh_i^* ходах по формулам:

$$\Delta h_i = h_i - H_{\Sigma i}, \quad (11)$$

$$\Delta h_i^* = h_i^* - H_{\Sigma i}. \quad (12)$$

Для каждого установленного уровня определить погрешность измерений уровня по унифицированному токовому сигналу (4 – 20) мА, приведённую к диапазону измерений, при прямом γh_i и обратном ходе γh_i^* по формулам, %:

$$\gamma h_i = \frac{\Delta h_i}{H_B - H_H} \cdot 100, \quad (13)$$

$$\gamma h_i^* = \frac{\Delta h_i^*}{H_B - H_H} \cdot 100, \quad (14)$$

В качестве основной погрешности измерений уровня (уровня раздела сред) для цифрового сигнала на базе протокола HART ΔH принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных ΔH_i , ΔH_i^* по формулам (9) и (10).

В качестве основной погрешности измерений уровня для унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА Δh или γh принять:

- максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных Δh_i , Δh_i^* по формулам (11) и (12) для преобразователей с диапазоном измерений до 2000 мм включительно;
- максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных γh_i , γh_i^* по формулам (13) и (14) для преобразователей с диапазоном измерений превышающем 2000 мм.

д) Для каждого установленного уровня (уровня раздела сред) определить вариацию показаний измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART ΔH_{bi} по формуле, мм:

$$\Delta H_{bi} = |H_i - H_i^*|. \quad (15)$$

Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний измерений уровня для унифицированного токового выходного сигнала (4 – 20) мА Δh_{bi} по формуле, мм:

$$\Delta h_{bi} = |h_i - h_i^*|. \quad (16)$$

Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний измерений уровня, приведённую к диапазону измерений, γh_{bi} для унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА по формуле, %:

$$\gamma h_{bi} = |\gamma h_i - \gamma h_i^*|. \quad (17)$$

В качестве вариации показаний измерений уровня (уровня раздела сред) для цифрового сигнала на базе протокола HART H_b принять максимальное значение из общего числа определённых значений H_{bi} по формуле (15).

В качестве вариации показаний измерений уровня для унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА h_b или γh_b принять:

- максимальное значение из общего числа вычисленных h_{bi} по формуле (16) для преобразователей с диапазоном измерений до 2000 мм включительно;
- максимальное значение из общего числа вычисленных γh_{bi} по формуле (17) для преобразователей с диапазоном измерений превышающем 2000 мм.

10.1.7 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения основной погрешности и вариации показаний измерений уровня (уровня раздела сред) не превышают пределов погрешностей, указанных в таблице 3.

Таблица 3

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной погрешности измерений уровня жидких сред*: - цифровой кодированный сигнал на базе протокола HART - унифицированный токовый сигнал (4 – 20) мА	± 1 мм ± 1 мм или $\pm 0,05$ % от диапазона измерений (принимается большее значение)
Пределы допускаемой основной погрешности измерений уровня раздела сред по цифровому кодированному сигналу на базе протокола HART, мм**	$\pm 1,5$
Вариация показаний измерений уровня жидких сред, уровня раздела сред	не превышает пределов допускаемой основной погрешности

10.2 Определение метрологических характеристик в условиях эксплуатации

10.2.1 Определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в условиях эксплуатации проводить в трех точках, равномерно распределённых в пределах диапазона измерений и допустимых уровней наполнения резервуара, при прямом и обратном ходах, т.е. при повышении и понижении уровня жидкости в резервуаре. Первая точка должна находиться ниже 1/3, вторая – от 1/3 до 2/3, третья – выше 2/3 уровня максимального наполнения резервуара.

Примечание – При периодической поверке допускается определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня проводить в двух точках (первая точка должна находиться ниже 1/3, вторая – выше 2/3 уровня максимального наполнения резервуара).

Точки должны выбираться с учётом эксплуатационных ограничений, указанных в эксплуатационной документации преобразователя.

Перед выполнением измерений уровня жидкости после налива её в резервуар или слива из резервуара необходимо выждать не менее 20 минут. Во время измерений налив жидкости или слив (утечка) жидкости в резервуар или из резервуара не допускаются.

10.2.2 Определить базовую высоту резервуара при уровне жидкости, соответствующем первой точке по 10.2.1. Базовую высоту определить с помощью рулетки измерительной с грузом в месте, указанном в градуировочной таблице резервуара, путём выполнения трёх последовательных измерений, расхождение между результатами которых не превышает 1 мм, или пяти последовательных измерений, расхождение между результатами которых не превышает 2 мм. За базовую высоту H_b принять среднеарифметическое значение результатов последовательных измерений, мм:

$$H_b = \frac{\sum_{j=1}^n H_{bj}}{n} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_b)], \quad (18)$$

где H_{bj} – значение базовой высоты при j -ом измерении, мм;

n – количество измерений;

T_b – температура окружающей среды при измерении, °C;

α_s – температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки измерительной, $1/^\circ\text{C}$.

При измерениях опустить рулетку измерительную с грузом медленно до касания дна или опорной плиты резервуара, не допуская её отклонения от вертикального положения.

Невозможность достижения повторяемости результатов может быть обусловлена неблагоприятными погодными условиями (сильный ветер, ливень, буря могут вызвать колебания корпуса резервуара), наростами грязи на дне или опорной плите резервуара.

10.2.3 Установку уровней жидкости в резервуаре в точках, регламентированных по 10.2.1, осуществлять с помощью рулетки измерительной с грузом. При этом за значение уровня жидкости в резервуаре $H_{эi}$, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле, мм:

$$H_{эi} = H_B - \frac{\sum_{j=1}^n d_{ij}}{n} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B)], \quad (19)$$

где d_{ij} – высота газового пространства при j -ом измерении в i -й точке, измеренная с помощью рулетки измерительной с грузом через измерительный люк резервуара (расстояние от поверхности контролируемой жидкости в резервуаре до поверхности, соответствующей базовой высоте резервуара), мм;

n – количество измерений высоты газового пространства в i -й точке, принимаемое равным 3, если расхождение между последовательными измерениями газового пространства не превышает 1 мм, и равным 5, если расхождение между последовательными измерениями газового пространства не превышает 2 мм.

При измерениях газового пространства рекомендуется наносить на рулетку измерительную чувствительную к контролируемой среде пасту, при этом измерения проводят с учётом требований инструкции по использованию пасты.

При измерениях газового пространства опускать рулетку измерительную с грузом необходимо медленно, не допуская её отклонения от вертикального положения и сохраняя спокойное состояние поверхности жидкости без образования волн. Поднимать рулетку измерительную необходимо строго вертикально без смещения в сторону, чтобы избежать искажения линии смачивания. Отсчёт показаний проводить сразу после появления смоченной части над измерительным люком.

Невозможность достижения повторяемости результатов может быть обусловлена неблагоприятными погодными условиями (сильный ветер, ливень, буря могут вызвать колебания корпуса резервуара и (или) поверхности жидкости), турбулентностью жидкости.

10.2.4 Перед проведением поверки корректируют отступ от дна резервуара при уровне жидкости соответствующем первой точке по 10.2.1. Для этого в соответствии с 10.2.3 измеряют уровень жидкости в резервуаре, фиксируют измеренный преобразователем уровень и определяют значение поправки, как разность значений уровня жидкости измеренных с помощью рулетки измерительной и преобразователя. В соответствии с эксплуатационной документацией преобразователя корректируют значение отступа от дна резервуара на величину полученной поправки.

10.2.5 Определение (поверку) основной погрешности и вариации показаний измерений уровня преобразователя осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с 10.2.3 последовательно установить уровни $H_{эi}$, соответствующие 10.2.1, в порядке повышения уровня жидкости (прямой ход), затем в порядке понижения уровня жидкости (обратный ход).

б) Для каждого установленного уровня зафиксировать по цифровому сигналу на базе протокола HART значение измеренного уровня при прямом ходе H_i и обратном ходе H_i^* и измеренное мультиметром значение падения напряжения на катушке электрического сопротивления измерительной R_z при прямом ходе U_i и обратном ходе U_i^* .

в) Для каждого установленного уровня определить значения выходного тока преобразователя при прямом ходе I_i и обратном ходе I_i^* по формулам (5) и (6).

Затем для каждого установленного уровня определить значения измеренного по унифицированному токовому выходу (4 – 20) мА уровня при прямом ходе h_i и обратном ходе h_i^* по формулам (7) и (8).

г) Для каждого установленного уровня определить абсолютную погрешность измерений для цифрового сигнала на базе протокола HART при прямом ΔH_i и обратном ΔH_i^* ходах по формулам (9) и (10), где H_{zi} – значение установленного в резервуаре уровня, мм.

Для каждого установленного уровня определить абсолютную погрешность измерений уровня для унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА при прямом Δh_i и обратном Δh_i^* ходах по формулам (11) и (12).

В качестве основной погрешности измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART ΔH принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных ΔH_i , ΔH_i^* по формулам (9) и (10).

В качестве основной погрешности измерений уровня для унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА Δh принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных Δh_i , Δh_i^* по формулам (11) и (12).

д) Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART H_{bi} по формуле (15).

Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний измерений уровня для унифицированного токового выходного сигнала (4 – 20) мА h_{bi} по формуле (16).

В качестве вариации показаний измерений уровня для цифрового сигнала на базе протокола HART H_b принять максимальное значение из общего числа определённых значений H_{bi} по формуле (15).

В качестве вариации показаний измерений уровня для унифицированного токового сигнала (4 – 20) мА h_b принять максимальное значение из общего числа определённых значений h_{bi} по формуле (16).

10.2.6 Определение основной погрешности измерений уровня раздела сред в условиях эксплуатации проводится только для вариантов исполнения преобразователя, оснащённых поплавком раздела сред, и при наличии в резервуаре раздела сред (подтоварной воды). Проверка проводится после определения основной погрешности и вариации показаний измерений уровня жидкости при уровне жидкости соответствующей первой точке по 10.2.1.

Определение уровня подтоварной воды в резервуаре осуществляют с помощью рулетки измерительной с грузом. Во время измерений налив жидкости в резервуар или слив из резервуара, утечки жидкости из резервуара или в резервуар не допускаются.

Определения уровня подтоварной воды в резервуаре осуществляют с использованием водочувствительной пасты или рулетки. Водочувствительную пасту наносят тонким слоем на свободную поверхность груза полосками с двух противоположных сторон. Водочувствительную рулетку в натянутом виде прикрепляют к свободной поверхности груза с двух противоположных сторон.

Рулетку измерительную с грузом с водочувствительной пастой или прикрепленной водочувствительной рулеткой опускают на дно или опорную плиту резервуара выдерживают в резервуаре неподвижно в течение 2-3 мин до полного растворения водочувствительного слоя. Время выдержки может быть иным, если это предусмотрено технической документацией на водочувствительную пасту или рулетку.

Уровень подтоварной воды в резервуаре определяют путём выполнения трёх последовательных измерений, расхождение между результатами которых не превышает 1 мм, или пяти последовательных измерений, расхождение между результатами которых не превышает 2 мм. За уровень подтоварной воды $H_{ПВз}$ принимают среднеарифметическое значение результатов последовательных измерений, мм:

$$H_{ПВз} = \frac{\sum_{j=1}^n H_{ПВзj}}{n}, \quad (20)$$

где $H_{ПВзj}$ – значение уровня подтоварной воды при j -ом измерении, мм;
 n – количество измерений.

Измерения уровня подтоварной воды повторяют, если на рулетке или пасте он обозначен нечетко, косой линией или на неодинаковой высоте с обеих сторон, что указывает на наклонное положение груза при выполнении измерений.

Размытая грань является следствием отсутствия резкой границы раздела между водой и контролируемой жидкостью и свидетельствует о наличии водоземлемого слоя. В этом случае измерения повторяют после отстоя и расслоения эмульсии.

Невозможность достижения повторяемости результатов может быть обусловлена неблагоприятными погодными условиями (сильный ветер, ливень, буря могут вызвать колебания корпуса резервуара), наростами грязи на дне или опорной плите резервуара.

10.2.7 Определение (поверку) основной погрешности измерений уровня раздела сред осуществляют следующим образом:

- а) В соответствии с 10.2.6 определяют уровень подтоварной воды в резервуаре $H_{ПВэ}$.
- б) Фиксируют значение измеренного преобразователем уровня раздела сред (подтоварной воды) $H_{ПВ}$.
- в) Определяют основную погрешность измерений уровня раздела сред $\Delta H_{ПВ}$ по формуле, мм:

$$\Delta H_{ПВ} = H_{ПВ} - H_{ПВэ}. \quad (21)$$

10.2.8 Результаты поверки считать положительными, если полученные значения основной погрешности и вариации показаний измерений уровня (уровня раздела сред) не превышают пределов погрешностей, указанных в таблице 3.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении Б.

11.2 Сведения о результатах поверки преобразователей передаются 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 оформляются записью в паспорте на преобразователь. Знак поверки наносится в паспорт преобразователя.

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

11.4 При отрицательных результатах поверки преобразователь к применению не допускается.

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

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Научный сотрудник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Д. Ю. Семенюк

Приложение А
(обязательное)

Схема подключения преобразователя при проведении поверки

А.1 Схема подключения преобразователя при проведении поверки приведена на рисунке А.1.



Рисунок А.1

Приложение Б
(рекомендуемое)

Протокол поверки № _____

Дата проведения поверки _____
 Наименование и тип поверяемого средства измерений _____
 Заводской номер _____
 Место проведения поверки _____
 Методика поверки _____
 Условия поверки _____
 Средства поверки _____

(наименование, тип, заводской номер)

1. Внешний осмотр:

(результат проверки)

2. Опробование:

(результат проверки)

3. Проверка программного обеспечения:

(результат проверки, номер версии (идентификационный номер) ПО)

4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям:

Таблица 1 - Результаты поверки измерений уровня по цифровому сигналу на базе протокола HART

i	$H_{эi}, \text{мм}$	$H_i, \text{мм}$	$\Delta H_i, \text{мм}$	$H_i^*, \text{мм}$	$\Delta H_i^*, \text{мм}$	$\Delta H_{вi}, \text{мм}$
1						
...						
5						

Таблица 2 - Результаты поверки измерений уровня по унифицированному токовому сигналу (4 – 20) мА

i	$H_{эi}, \text{мм}$	$U_i, \text{В}$	$I_i, \text{мА}$	$h_i, \text{мм}$	$\Delta h_i, \text{мм}$	$\gamma h_i, \%$	$U_i^*, \text{В}$	$I_i^*, \text{мА}$	$h_i^*, \text{мм}$	$\Delta h_i^*, \text{мм}$	$\gamma h_i^*, \%$	$\Delta h_{вi}, \text{мм}$	$\gamma h_{вi}, \%$
1													
...													
5													

Таблица 3 - Результаты поверки измерений уровня раздела сред

$H_{э}, \text{мм}$	$H, \text{мм}$	$\Delta H, \text{мм}$	$H^*, \text{мм}$	$\Delta H^*, \text{мм}$	$\Delta H_{в}, \text{мм}$

Заключение _____

Поверитель _____ / _____
 (подпись) (ФИО)