

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ «ВНИИМС»



А.Е. Коломин

М.П.

« 2 » 03 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры ультразвуковые
«ЭЛЕМЕР-УРЗ-41»

Методика поверки

МП 208-010-2024

г. Москва
2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	4
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
6 Внешний осмотр средства измерений	7
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
8 Проверка программного обеспечения средства измерений	8
9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	9
10 Оформление результатов поверки	13

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется уровнемеры ультразвуковые «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41» (далее – уровнемеры или УРЗ-41), изготавливаемые ООО НПП «ЭЛЕМЕР», г. Москва, г. Зеленоград, находящиеся в эксплуатации и вновь выпускаемые, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

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

1.3 При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются метод прямых измерений или метод непосредственных сличений.

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

Т а б л и ц а 1 – Метрологические требования

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня, мм ³⁾ - исполнение 01 - исполнение 02 - исполнение 04 - исполнение 06 - исполнение 08 - исполнение 10 - исполнение 20	от 0 до 1000 от 0 до 2500 от 0 до 4000 от 0 до 6000 от 0 до 8000 от 0 до 10000 от 0 до 20000
Пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений уровня γ , % ¹⁾	$\pm 0,25$ $\pm 0,5$
Выходные сигналы: - силы постоянного тока, мА - напряжения постоянного тока, В - цифровой сигнал	от 4 до 20 от 0 до 10 ModBus RTU HART
Пределы допускаемой основной приведённой к диапазону унифицированного выходного сигнала силы (напряжения) постоянного тока погрешности преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы (напряжения) постоянного тока γ_I (γ_U), %	$\pm 0,05$
Пределы допускаемой дополнительной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений уровня, вызванной изменением температуры окружающей среды в диапазоне рабочих температур, на каждые 10 °С, %, для уровнемеров с пределами допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений уровня, % - $\pm 0,25$ - $\pm 0,5$	$\gamma^2)$ $0,5 \cdot \gamma^2)$
Вариация выходного сигнала, в долях от основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности	$\gamma^2)$

- 1) В зависимости от заказа.
2) γ - пределы допускаемой основной приведенной к верхнему пределу измерений погрешности измерений.
3) Рабочий диапазон, находящийся внутри диапазона измерений уровня или равный ему, устанавливается изготовителем или потребителем.

2 Перечень операций поверки

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

Т а б л и ц а 2 – Операции поверки

Наименование операции	Номер раздела (пункта) методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование	7	да	да
3 Проверка электрической прочности изоляции	7.5	да	нет
4 Проверка электрического сопротивления изоляции	7.6	да	нет
5 Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
6 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	9	да	да
7 Оформление результатов поверки	10	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- 1) температура окружающей среды, °С:
 - при поверке в лаборатории от плюс 15 до плюс 25;
 - при поверке на месте эксплуатации от минус 10 до плюс 50;
- 2) относительная влажность воздуха, % от 30 до 80;
- 3) атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7;
- 4) напряжение питания постоянного тока, В $24,00 \pm 0,48$;
- 5) рабочая среда:
 - при поверке в лаборатории – в зависимости от применяемых средств измерений и эталонов;
 - при поверке на месте эксплуатации – вода или жидкость, находящаяся в резервуаре, на котором смонтирован поверяемый уровнемер. Рабочая среда в резервуаре должна быть без движения в течение не менее 2 ч.
- 6) внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать или находиться в пределах, не влияющих на работу уровнемеров;
- 7) вибрация, тряска, удары, влияющие на работу уровнемеров, должны отсутствовать;
- 8) время выдержки уровнемеров во включённом состоянии не менее 1 ч.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки применяют средства измерений (далее – СИ) и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
9.1, 9.5	Рабочий эталон 2-го разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов», диапазон воспроизведения уровня до 20 м, соотношение пределов допускаемых значений приведенных погрешностей эталонов и пределов допускаемых погрешностей УРЗ-41 должно быть не более 1:3	Установка для поверки и калибровки уровнемеров КМС-УПУ, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 89465-23
9.2.3, 9.5	Рабочий эталон 2-го разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов», диапазон измерений от 0,05 до 5 м, ПГ ± 1 мм	Уровнемер радарный OPTIWAVE 7500 C, рег. № 73407-18
9.2.3, 9.5	Рабочий эталон 2-го разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов», диапазон измерений от 0,6 до 20 м, ПГ ± 1 мм	Уровнемер радиоволновой УЛМ рег. № 16861-08
9.2.4, 9.5	Рабочий эталон 3-го разряда по приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов», диапазон измерений до 20 м, ПГ $\pm(0,4+0,2(L-1))$ мм	Рулетка измерительная металлическая Р20УЗК, рег. № 35281-07
9	Эталон единицы силы постоянного электрического тока 1-го или 2-го разряда по приказу Росстандарта от 01 октября 2018 года № 2091, диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 25 мА, ПГ $\pm(2 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0,2)$ мкА. Рабочий эталон единицы постоянного электрического напряжения 2-го или 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 28 июля 2023 года № 1520, диапазон измерений напряжения до 12 В, ПГ $\pm(6 \cdot 10^{-5} \cdot U + 0,2)$ мВ	Калибратор-измеритель унифицированных сигналов эталонный «ЭЛЕМЕР-ИКСУ-3000», рег. № 85582-22
Вспомогательное оборудование		
7, 9	Средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа, ПГ $\pm 0,5$ %	Преобразователь давления измерительный АИР-20/М2-Н модель 030, рег. № 63044-16

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
7, 9	Средство измерений относительной влажности окружающего воздуха в диапазоне измерений от 30 до 80 %, ПГ ± 3 %. Средство измерений температуры в диапазоне измерений от -10 °С до +50 °С, ПГ ± 1 °С	Преобразователь температуры и влажности измерительный РОСА-10, рег. № 27728-09
7 – 9	Источник питания постоянного тока Номинальное выходное напряжение 24 В, допускаемое отклонение напряжения от номинального ± 2 %	Источник питания постоянного тока БП 906/24-1
7.5	Установка для проверки электрической безопасности, напряжение 500 В	Установка для проверки электрической безопасности GPI-745A, рег. № 46633-11
7.6	Мегаомметр, диапазон измерений 20 МОм, напряжение 100 В	Мегаомметр Ф4102/1-1М, рег. № 9225-88
7 – 9	Персональный компьютер с установленным программным обеспечением «MODBUSconfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-1», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-2», «HART MultiConfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3И», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-4И»))	Объём оперативной памяти не менее 1 Гбайт; объём жёсткого диска не менее 10 Гбайт; операционная система Windows
Примечание – Допускается использовать при поверке другие аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа, поверенные и удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- требования безопасности, которые предусматривают «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на эталонные средства измерений и средства испытаний;
- требования безопасности, приведенные в руководстве по эксплуатации уровнемеров.

5.2 Вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена.

5.3 Все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны.

5.4 При поверке уровнемеров на месте их эксплуатации дополнительно контролируют выполнение следующих требований.

5.4.1 Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций, установленных ГОСТ 12.1.005-88.

5.4.2 Поверка взрывозащищённых уровнемеров должна производиться с помощью эталонных уровнемеров, изготовленных во взрывозащищённом исполнении для взрывоопасных сред по ГОСТ ИЕС 60079-10-1-2013 и предназначенных для эксплуатации на открытом воздухе.

5.4.3 При поверке взрывозащищённых уровнемеров в условиях эксплуатации необходимо изучить правила техники безопасности проведения работ во взрывоопасной зоне резервуаров-хранилищ, относящихся к взрывоопасным категориям объектов, и выполнять их в процессе проведения поверочных работ.

5.4.4 Поверка уровнемеров во время грозы категорически запрещена.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют комплектность, устанавливают правильность маркировки, отсутствие механических повреждений, коррозии, нарушений покрытий, надписей и других дефектов, которые могут повлиять на работу уровнемера, безопасность и на качество поверки.

6.2 Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;
- наличие заводских номеров и маркировки.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Проконтролировать условия проведения поверки на соответствие разделу 3.

7.2 Средства поверки и поверяемый уровнемер подготавливают к работе и выдерживают во включённом состоянии в соответствии с указаниями руководств по эксплуатации.

7.3 Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.

Результаты считают положительными, если при изменении уровня происходит пропорциональное изменение выходного сигнала (при поверке на уровнемерной установке), измеренное значение уровня соответствует уровню в резервуаре (при поверке на месте эксплуатации) и есть возможность осуществить подстройку «нуля» в соответствии с руководством по эксплуатации.

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

7.5 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции проводят с помощью установки для проверки электрической безопасности GPI-745A (далее – установка), позволяющей поднимать напряжение равномерно ступенями, не превышающими 10 % значения испытательного напряжения, в следующей последовательности:

- 1) Подключают установку к уровнемеру согласно руководству по эксплуатации.
- 2) Заземляют используемые приборы.
- 3) Подготавливают уровнемер и установку в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Включают установку.
- 4) Подают испытательное напряжение 500 В практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц между цепью питания, цепью выходных аналоговых сигналов, цепью интерфейса и корпусом при температуре окружающего воздуха плюс $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ и относительной влажности от 30 до 80 %.

Испытательное напряжение следует повышать, начиная с нуля или со значения, не превышающего номинальное напряжение цепи, до испытательного в течение не более 30 с.

Погрешность измерения испытательного напряжения не должна превышать $\pm 5 \%$.

- 5) Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин.

6) Затем напряжение снижают до нуля или значения, не превышающего номинальное, после чего установку отключают

Результаты проверки по данному пункту считаются положительными, если не произошло пробоев и поверхностного перекрытия изоляции.

7.6 Проверка электрического сопротивления изоляции

Проверку электрического сопротивления изоляции проводят с помощью мегаомметра Ф4102/1-1М в следующей последовательности:

- 1) Подключают мегаомметр к уровнемеру согласно их руководствам по эксплуатации.
- 2) Заземляют используемые приборы.
- 3) Подготавливают уровнемер и мегаомметр в соответствии с их руководствами по эксплуатации. Включают мегаомметр.
- 4) Подают испытательное напряжение 100 В между цепью питания, цепью выходных аналоговых сигналов, цепью интерфейса и корпусом при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ и относительной влажности от 30 до 80 %.

Результаты проверки по данному пункту считаются положительными, если электрическое сопротивление изоляции не менее 20 МОм.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку программного обеспечения (далее – ПО) проводят в следующей последовательности:

- 1) Подключают уровнемер к персональному компьютеру.
- 2) Включают персональный компьютер и загружают программное обеспечение.
- 3) В появившемся окне фиксируют номер версии и идентификационное наименование внешнего и внутреннего ПО.

Результаты считают положительными, если наименование и номер версии внешнего ПО совпадают с данными, представленными в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Идентификационные данные внутреннего ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение			
	«ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-1»	«ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-2»	«ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3»	«ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-4»
Идентификационное наименование ПО	URZ41M1_PIC18F252	URZ41M2_PIC18F252	URZ41M3_PIC18LF27K42	URZ41M4_PIC18LF27K42
Номер версии (идентификационный номер) ПО	0.X.XX ¹⁾	0.X.XX ¹⁾	1.XX ¹⁾	1.XX ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО	–	–	–	–
¹⁾ «X» может принимать значение от 0 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО				

Таблица 5 – Идентификационные данные внешнего ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	ПО HART	ПО MODBUS
Идентификационное наименование ПО	HART MultiConfig	MODBUS_config
Номер версии (идентификационный номер) ПО	0.XX ¹⁾	2.XX.XXXX ¹⁾
Цифровой идентификатор ПО	–	–
¹⁾ «X» может принимать значение от 0 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО.		

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

Допускается проводить поверку непосредственным изменением уровня жидкости или имитационным методом на уровнемерной установке.

9.1 Определение основной приведенной погрешности на уровнемерной установке

9.1.1 Основную погрешность определяют в пяти контрольных отметках, равномерно распределенных по всему диапазону измерений, при прямом и обратном ходах, т.е. при повышении и понижении уровня жидкости.

9.1.2 Подготавливают поверяемый уровнемер и средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

9.1.3 Устанавливают поверяемый уровнемер на установку и приводят её в рабочее положение в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.1.4 Проверяют и, при необходимости, производят подстройку «нуля» в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.1.5 Включают поверяемый уровнемер и основные средства поверки в соответствии с их руководствами по эксплуатации.

9.1.6 Устанавливают на КМС-УПУ нулевую контрольную отметку путем перемещения листа отражателя на соответствующее расстояние от базовой плоскости уровнемера согласно руководству по эксплуатации.

9.1.7 Считывают выходной сигнал уровнемеров с помощью ИКСУ и (или) считывают результат измерений с помощью программы «MODBUSconfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-1», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-2», «HART MultiConfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3И», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-4И») на ПК.

9.1.8 Определяют уровень H_i в поверяемой точке по формуле

$$H_i = \frac{(A_{\text{вых.}i} - A_H)}{(A_B - A_H)} \cdot (H_B - H_H) + H_H, \quad (9.1)$$

где $A_{\text{вых.}i}$ - измеренное с помощью ИКСУ значение унифицированного выходного сигнала, соответствующее измеряемому уровню H_i , мА (В);

A_H , A_B - нижний и верхний пределы унифицированного выходного сигнала, мА (В);

H_H , H_B - нижний и верхний пределы измерений уровня, мм.

9.1.9 Рассчитывают значение основной приведенной погрешности γ , %, по формуле

$$\gamma = \frac{H_i - H_3}{H_B} \cdot 100, \quad (9.2)$$

где H_i - значение уровня, рассчитанное по формуле (9.1) и отображенное на мониторе ПК, мм;

H_3 - значение уровня, установленное с помощью КМС-УПУ или показания эталонного средства измерений уровня, мм;

H_B - верхний предел измерений уровня, мм.

9.2 Определение основной приведенной погрешности измерений уровня при поверке уровнемера на месте эксплуатации

9.2.1 При проведении измерений без демонтажа поверхность жидкости в резервуаре должна быть ровной, перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) должно быть отключено.

9.2.2 Определение основной приведенной погрешности измерений уровня жидкости проводят при исходном уровне жидкости в резервуаре с помощью эталонного уровнемера или рулетки измерительной.

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

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

9.2.3 Определение основной приведенной погрешности измерений уровня эталонным уровнемером

9.2.3.1 На резервуаре с установленным поверяемым уровнемером параллельно помещают эталонный уровнемер.

9.2.3.2 Подготавливают к работе и включают эталонный уровнемер и поверяемый уровнемер в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.2.3.3 Проверяют и при необходимости производят подстройку «нуля» в соответствии с руководством по эксплуатации.

9.2.3.4 Считывают выходной сигнал уровнемеров с помощью ИКСУ и (или) считывают результат измерений с помощью программы «MODBUSconfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-1», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-2», «HART MultiConfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3И», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-4И») на ПК.

9.2.3.5 Определяют уровень H_i в поверяемой точке по формуле (9.1).

9.2.3.6 Рассчитывают значение основной приведенной погрешности по формуле (9.2).

9.2.4 Определение основной приведенной погрешности измерений уровня с применением рулетки измерительной

9.2.4.1 Подготавливают уровнемер в соответствии с его руководством по эксплуатации.

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

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

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

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

$$\Delta H_0 = H_0^Y - H_0^Э, \quad (9.3)$$

где H_0^Y - показания поверяемого уровнемера, мм;

$H_0^Э$ - рассчитывают по формуле

$$H_0^3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^{\Gamma})_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})], \quad (9.4)$$

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

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

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

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

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

$(H_0^{\Gamma})_i$ - высота газового пространства нулевого уровня при i -м измерении при помощи рулетки, мм;

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

2) Записывают поправку на несоответствие показаний поверяемого уровнемера и эталонного средства измерений в соответствующее поле программы «MODBUSconfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-1», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-2», «HART MultiConfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3И», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-4И»).

9.2.4.5 Уровень жидкости в каждой j -й контрольной отметке H_j^3 , мм, вычисляют по формуле

$$H_j^3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_j^{\Gamma})_i}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})] \quad (9.5)$$

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

j - номер контрольной отметки.

9.2.4.6 Определяют уровень H_i в поверяемой точке по формуле (9.1).

9.2.4.7 Рассчитывают значение основной приведенной погрешности по формуле

$$\gamma = \frac{H_i - H_j^3}{H_B} \cdot 100, \quad (9.6)$$

где H_i - значение уровня, рассчитанное по формуле (9.1) и отображенное на мониторе ПК, мм;

H_j^3 - значение уровня, вычисленное по формуле (9.5), мм;

H_B - верхний предел измерений уровня, мм.

9.3 Результаты поверки по п. 9.1, 9.2 положительными, если полученные значения основной приведенной погрешности измерений:

- при считывании результатов измерений по цифровому каналу не превышают соответствующих пределов допускаемой основной приведенной погрешности ($\pm 0,25 \%$ или $\pm 0,5 \%$ в зависимости от исполнения);

- при считывании результатов измерений по унифицированному выходному сигналу не превышают значения, рассчитанного по формуле

$$\gamma_{\Sigma} = \gamma + \gamma_A, \quad (9.7)$$

где γ - пределы допускаемой основной приведенной погрешности измерений уровня по цифровому сигналу, %;

γ_A - пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразований цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока, %.

9.4 Определение основной приведённой к диапазону унифицированного выходного сигнала силы (напряжения) постоянного тока погрешности преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы постоянного тока (напряжения)

9.4.1 Определение дополнительной приведённой к диапазону унифицированного выходного сигнала силы (напряжения) постоянного тока погрешности преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы (напряжения) постоянного тока проводят с помощью ИКСУ и персонального компьютера.

9.4.2 Подготавливают ИКСУ к работе в режиме измерения постоянного тока (напряжения). Подключают к поверяемому уровнемеру в соответствии с эксплуатационной документацией.

9.4.3 С помощью программы «MODBUSconfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-1», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-2», «HART MultiConfig» (для «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-3И», «ЭЛЕМЕР-УРЗ-41-4И») устанавливают режим фиксированного тока со значением 4 мА (0 В).

9.4.4 С помощью ИКСУ измеряют выходной ток (напряжение) $A_{и}$ поверяемого уровнемера.

9.4.5 Рассчитывают значение основной приведённой к диапазону унифицированного выходного сигнала силы (напряжения) постоянного тока погрешности преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы (напряжения) постоянного тока по формуле

$$\gamma_A = \frac{A_{и} - A_{д}}{A_{в} - A_{н}} \cdot 100, \quad (9.8)$$

где $A_{в}$, $A_{н}$ - верхнее и нижнее предельные значения унифицированного выходного сигнала соответственно, мА (В);

$A_{и}$ - измеренные значения выходного сигнала, мА (В).

9.4.6 Повторяют операции по п. 9.4.3 – 9.4.5 для значений фиксированного тока 8, 12, 16 и 20 мА (напряжения 2,5; 5; 7,5; 10 В).

9.4.7 Результат поверки по данному пункту считают положительным, если значения основной приведённой к диапазону унифицированного выходного сигнала силы (напряжения) постоянного тока погрешности преобразования цифрового сигнала в унифицированный выходной сигнал силы (напряжения) постоянного тока, в каждой из проверяемых точек, не превышают пределов $\pm 0,05$ %.

9.5 Проверка вариации выходного сигнала

Вариацию выходного сигнала определяют для каждой контрольной точки.

Вариацию выходного сигнала, γ' , %, вычисляют:

- при считывании результатов измерений с помощью ИКСУ по формуле

$$\gamma' = \frac{|A_{\text{измпр}} - A_{\text{измоб}}|}{A_{\text{н}}} \cdot 100, \quad (9.9)$$

где $A_{\text{измпр}}$, $A_{\text{измоб}}$ - значения выходного сигнала для одной и той же контрольной точки, соответственно, при прямом и обратном ходе мА (В);

$A_{\text{н}}$ - нормирующее значение, равное разности верхнего и нижнего предельных значений унифицированного выходного сигнала силы (напряжения) постоянного тока мА (В).

- при считывании результатов измерений с помощью соответствующей программы на ПК по формуле

$$\gamma' = \frac{|H_{\text{измпр}} - H_{\text{измоб}}|}{H_{\text{н}}} \cdot 100, \quad (9.10)$$

где $H_{\text{измпр}}$, $H_{\text{измоб}}$ - значения выходного сигнала для одной и той же контрольной точки, соответственно, при прямом и обратном ходе мм;

$H_{\text{н}}$ - нормирующее значение, равное верхнему пределу измерений уровня, мм.

Результаты проверки считают положительными, если полученные значения вариации не превышают предела допускаемой основной погрешности поверяемого уровнемера (0,25 % или 0,5 % в зависимости от исполнения).

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

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

10.3 При положительном результате поверки по заявлению заказчика оформляют свидетельство о поверке в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений. Знак поверки на СИ не наносится.

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

Разработали:

Начальник отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Ведущий инженер ФГБУ «ВНИИМС»

А.А. Сулин