

СОГЛАСОВАНО
Главный метролог ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШТЕСТ Метрология»



Лапшинов В. А.

«10» декабря 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Датчики уровня жидкости СЖУ-1-МВ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-620-2024

1. Общие положения

Настоящая методика поверки (далее по тексту – МП) распространяется на датчики уровня жидкости СЖУ-1-МВ (далее – датчики) применяемых в качестве рабочих средств измерений, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Датчики до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в Приложении А.

Первичной поверке подвергается каждый экземпляр.

Периодической поверке подвергается каждый экземпляр, находящийся в эксплуатации, через межповерочные интервалы, а также повторно вводимые в эксплуатацию после их длительного хранения (более одного межповерочного интервала).

В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого средства измерений к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Определение метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивает передачу единицы длины методом прямых измерений от рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459, чем обеспечивается прослеживаемость единиц величин поверяемого средства измерений к следующему Государственному первичному эталону (далее – ГПЭ): ГЭТ 2-2021 - ГПСЭ единицы длины, и с помощью эталона 2-го разряда, заимствованного из Государственной поверочной схемы для средств измерений длины в диапазоне от $1 \cdot 10^{-9}$ до 100 м и длин волн в диапазоне от 0,2 до 50 мкм, утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2840: ГЭТ 2-2021 - ГПЭ единицы длины - метра.

В настоящей методике поверки используется метод непосредственного сличения.

2. Перечень операций поверки средств измерений

2.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверки	
1	2	3	4
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.1
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Да	Да	8.2
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.			10
Определение погрешностей измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей в лабораторных условиях	Да	Да	10.1
Определение погрешностей измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей без демонтажа на месте эксплуатации	Нет	Да	10.2

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки в лаборатории должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С;
- диапазон относительной влажности окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- диапазон атмосферного давления от 84 до 106,7 кПа.

3.2 При проведении поверки без демонтажа на месте эксплуатации должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха от 0 °С до плюс 40 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха не более 80 %;
- диапазон атмосферного давления от 84,0 до 106 кПа.

Примечание – при проведении измерений условия окружающей среды средств поверки (эталонов) должны соответствовать требованиям, приведённым в их эксплуатационной документации.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на датчики и средства поверки и работающие в организации, аккредитованной на право проведения поверки средств измерений.

4.2 Поверители обязаны иметь профессиональную подготовку и опыт работы с датчиками.

4.3 Для проведения поверки датчика достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки и оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от минус 40 до плюс 60 °С с абсолютной погрешностью не более 0,2 °С	Измерители влажности и температуры ИВТМ-7М-Д, рег.№ 71394-18

Продолжение таблицы 2

1	2	3
п. 8.2, п. 10.1	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 – уровнемерная установка, диапазон измерений от 50 до 30000 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм	Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ-А-30, рег.№ 56506-14
п. 8.2, п. 10.1, п. 10.2	Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В	Источник питания постоянного тока GPR-30H10D, рег.№ 20188-07
п. 10.1, п. 10.2 ¹⁾	Рабочий эталон 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 - Рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98, класс точности 3 в диапазоне до 100 м; Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 7,5$ мкА	Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15; Калибратор тока UPS-III, рег. № 60810-15
Примечание – допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. ¹⁾ Для датчиков с диапазоном измерений до 5000 мм включительно и погрешностью измерений ± 3 мм поверку необходимо производить при помощи рабочего эталона 1-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «30» декабря 2019 г. № 3459 – уровнемерная установка, диапазон измерений от 50 до 30000 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм		

6. ТРЕБОВАНИЯ (УСЛОВИЯ) ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на поверяемое средство измерений, средства поверки, правилам по технике безопасности, которые действуют на месте проведения поверки.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие средства измерений следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики датчика;
- комплектность, необходимая для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации;
- наличие предусмотренных пломб.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят. Если перечисленные требования не выполняются, датчик признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов в соответствии с п.11.

8. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ И ОПРОБОВАНИЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

8.1 Контроль условий поверки.

Перед проведением работ средство измерений и средства поверки должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них и выдержаны не менее 2 часов, в условиях, приведённых в п. 3 настоящей методики.

8.2 Опробование

8.2.1 При опробовании проверить:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

8.2.2 Опробование

Опробование проводить на уровнемерной установке или на объекте эксплуатации проверкой соответствия выходных сигналов измеренному значению уровня при его повышении и понижении в максимально возможных условиях эксплуатации диапазонах. При увеличении уровня выходной сигнал должен увеличиваться, при уменьшении должен уменьшаться.

Опробование проводить при увеличении уровня от 0 % до 100 % диапазона измерений и обратно от 100 % до 0 %.

Если перечисленные требования не выполняются, средство измерений признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят. Если перечисленные требования не выполняются, датчик признать непригодным к применению и перейти к оформлению результатов в соответствии с п.11.

9. ПРОВЕРКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Запускают датчик и открывают, установленное на персональный компьютер (далее – ПК) внешнее программное обеспечение (далее по тексту – ПО) датчика.

После подключения датчика, на экране ПК при открытии внешнего ПО, идентификационное наименование и номер версии отобразятся в левом верхнем углу окна программы (см. рисунок 1).

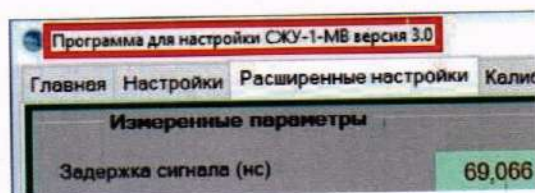


Рисунок 1 – Отображение идентификационных данных ПО

Номер версии ПО должен отображаться как неактивный, не подлежащий изменению.

Идентификационные данные встроенного ПО отсутствуют.

9.2 Результаты проверки считают положительными, если наименование и номер версии ПО, соответствуют приведенным в таблице 3.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Программа для настройки СЖУ-1-МВ
Номер версии (идентификационный номер) ПО	X.Y
Примечание – введены следующие обозначения: X.Y – идентификационный номер текущей версии служебной части ПО, обозначается от 0 до 9.	

10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ПОДТВЕРЖДЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМ ТРЕБОВАНИЯМ

10.1 Определение погрешностей измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей в лабораторных условиях

Определение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-К проводить непосредственным измерением расстояния между уплотнительной поверхностью присоединительного элемента преобразователя и осью замыкателя, устанавливаемого в отверстия наружной трубы зонда. Следует выбирать ближайшие отверстия к значениям уровня, ближайшие к трем контрольным точкам, соответствующим: от $L_{\min}$ до $0,5 \cdot L_{\max}$, $0,5 \cdot L_{\max}$, от $0,5 \cdot L_{\max}$ до $L_{\max}$, где $L_{\min}$ и $L_{\max}$ – минимальное и максимальное значения диапазона измерений датчика. Измерение в каждой контрольной точке при прямом и обратном ходе проводится один раз. Для датчиков, длина зонда которых не позволяет провести измерение в контрольных точках, измерение проводить во всех возможных промежуточных точках диапазона измерений. Допускают отклонение выбранной точки на ± 100 мм относительно рассчитанного значения. Контрольная точка не должна выходить за пределы диапазона измерений.

Расстояние до имитатора устанавливают на требуемое значение и снимают показания датчика и уровнемерной установки.

Действительное значение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-К в каждой контрольной точке Δ , мм, определить по формуле (1):

$$\Delta = L_{\text{ур}} - L_{\text{пов}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{ур}}$ – значение уровня, измеренное по отсчетному устройству поверяемого уровнемера, мм;
 $L_{\text{пов}}$ – значение уровня, заданное уровнемерной установкой, мм.

Определение приведенной к верхнему пределу диапазона измерений уровня жидкости погрешности для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-ТР проводят при прямом и обратном ходе путем перемещения имитатора уровня, входящего в состав уровнемерной установки или при помощи рулетки вдоль оси распространения сигнала в трех контрольных точках, соответствующих $L_{\min}$, $0,5 \cdot L_{\max}$, $L_{\max}$, где $L_{\min}$ и $L_{\max}$ – минимальное и максимальное значения диапазона измерений датчика. Измерение в каждой контрольной точке при прямом и обратном ходе проводится один раз. Допускают отклонение выбранной точки на ± 100 мм относительно рассчитанного значения. Контрольная точка не должна выходить за пределы диапазона измерений.

Примечание – при использовании уровнемерной установки при натяжении троса датчиков модификации СЖУ-1-МВ-ТР, для исключения замыкания троса датчика на пол, необходимо использовать диэлектрическую вставку, которая помещается между тросом датчика и устройством для натяжения (лебедкой).

Действительное значение приведенной к верхнему пределу диапазона измерений уровня жидкости погрешности для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-ТР в каждой контрольной точке γ , %, определить по формуле (2):

$$\gamma = \frac{L_{ур} - L_{пов}}{L_{max}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

Действительное значение основной приведенной к полному диапазону измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей погрешности преобразований в аналоговый сигнал в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА в каждой контрольной точке при γ_T , %, определить по формуле (3):

$$\gamma_T = \frac{I_{изм} - \left(\frac{16}{L_{20} - L_4} \cdot (L_{ур} - L_4) + 4 \right)}{16} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где $I_{изм}$ — значение силы постоянного тока на токовом выходе уровнемера, измеренное мультиметром, мА;

L_{20} — значение уровня, соответствующее значению токового выхода 20 мА, мм;

L_4 — значение уровня, соответствующее значению токового выхода 4 мА, мм

Примечание — в случае, если диапазон измерения уровня цифрового выходного сигнала не совпадает с диапазоном измерения уровня токового выходного сигнала, контрольные точки следует расположить в диапазоне измерений уровня соответствующему выходному токовому сигналу от 4 до 20 мА.

Действительные значения абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-К, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений уровня жидкости погрешности для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-ТР в лабораторных условиях должны соответствовать значениям, приведенным в таблице А.1 Приложения А.

10.2 Определение погрешностей измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей без демонтажа на месте эксплуатации.

Определение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-К, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений уровня жидкости погрешности для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-ТР проводят вдоль оси распространения сигнала в трех контрольных точках, соответствующих L_{min} , $0,5 \cdot L_{max}$, L_{max} . Измерение в каждой контрольной точке при прямом и обратном ходе проводится один раз. В начальной контрольной точке определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки. Допускают отклонение выбранной точки на ± 100 мм относительно рассчитанного значения. Контрольная точка не должна выходить за пределы диапазона измерений.

В каждой контрольной точке не менее пяти раз определяют значение уровня с помощью рулетки следующим образом:

- на участок шкалы рулетки до 1000 мм наносят слой пасты;
- рулетку опускают через измерительный люк резервуара ниже поверхности жидкости на глубину не более 1000 мм;
- фиксируют показания рулетки по верхнему краю измерительного люка (верхнее показание);
- поднимают рулетку строго вверх без смещения в стороны до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части рулетки и фиксируют показания рулетки (нижнее показание);
- значение уровня определяют вычитанием нижнего показания рулетки из верхнего;
- в каждой контрольной точке фиксируют значение уровня, однократно измеренное

уровнемером, L , мм.

В начальной контрольной точке вычисляют поправку на несоответствие показаний датчика и рулетки ΔL_0 , мм, по формуле (4):

$$\Delta L_0 = \bar{L}_0 - \bar{L}_0^3, \quad (4)$$

где $\bar{L}_0$ – значение уровня, измеренное датчиком в нулевой контрольной точке мм;
 $\bar{L}_0^3$ – среднее арифметическое значение уровня, измеренное рулеткой в нулевой контрольной точке, мм.

В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют действительное значение абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-К Δ , мм, по формуле (5):

$$\Delta = (L_{ур} - \Delta L_0) - L_{пов}, \quad (5)$$

В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют действительное значение погрешности измерений уровня жидкости погрешности для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-ТР γ , %, по формуле (6):

$$\gamma = \frac{(L_{ур} - \Delta L_0) - L_{пов}}{L_{max} - \Delta L_0} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

Действительное значение основной приведенной к полному диапазону измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей погрешности преобразований в аналоговый сигнал в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА в каждой контрольной точке γ , %, определить по формуле (3).

Действительные значения абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-К, приведенной к верхнему пределу диапазона измерений уровня жидкости погрешности для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-ТР без демонтажа на месте эксплуатации должны соответствовать значениям, приведенным в таблице А.1 Приложения А.

В случае подтверждения соответствия датчика метрологическим требованиям, результаты поверки считаются положительными и датчик признают годным к применению.

В случае, если соответствие датчика метрологическим требованиям не подтверждено, то результаты поверки считаются отрицательными и датчик признают непригодным к применению.

11. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Сведения о результате и объёме поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки средство измерений признается пригодным к применению.

Выдача свидетельства о поверке средства измерений осуществляется в соответствии с действующим законодательством.

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование датчиков от несанкционированного доступа осуществляется посредством нанесения краски на болты и гайки, удерживающие фальшпанель над вычислительной платой датчика.

При отрицательных результатах поверки, средство измерений признается непригодным к применению.

Выдача извещения о непригодности к применению средства измерений с указанием основных причин непригодности осуществляется в соответствии с действующим законодательством в области единства измерений.

Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»
Инженер по метрологии ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ Метрология»




С.К. Нагорнов

О.В. Санаева

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики датчиков уровня жидкости СЖУ-1-МВ

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Диапазон измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-К, мм	от 0 до 7950 ¹⁾
Диапазон измерений уровня жидкости для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-ТР, мм	от 0 до 29900 ¹⁾
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня жидкости и/или уровня раздела сред жидкостей для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-К по цифровому индикатору или цифровому выходному сигналу, мм	$\pm 3, \pm 5, \pm 10, \pm 20$ ²⁾
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу диапазона измерений уровня жидкости погрешности для датчиков модификации СЖУ-1-МВ-ТР по цифровому индикатору или цифровому выходному сигналу, %	$\pm 0,5, \pm 1$ ²⁾
Пределы допускаемой приведенной к полному диапазону измерений уровня жидкости и/или раздела сред жидкостей погрешности преобразований в аналоговый сигнал в виде силы постоянного тока от 4 до 20 мА, % – основной – дополнительной, вызванной изменением температуры окружающего воздуха от температуры $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ на каждые 10°C	$\pm 0,2$ $\pm 0,01$
Примечание – основная и дополнительная погрешности уровнемера суммируются алгебраически	
¹⁾ Указан максимальный диапазон измерений. Фактические значения указываются в паспорте;	
²⁾ Фактические значения указываются в паспорте	