

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



В.А. Лапшинов

М.П.

«30» августа 2024 г.

«ГСИ. Преобразователи уровня волновые радарные HKD-RD 701.
Методика поверки »
МП-920/06-2024

г. Чехов
2024 г.

1. Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Преобразователи уровня волновые радарные НКД-RD 701 (далее – уровнемеры) и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверки.

Уровнемеры 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 таблице А.1 Приложении А.

Метрологические характеристики поверяемых уровнемеров подтверждаются методом непосредственного сличения уровня (длины) и бездемонтажным методом.

Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость уровнемеров к Государственному первичному эталону единицы длины (уровня) ГЭТ 2-2021, в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, согласно Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3459.

2. Перечень операций поверки средств измерений

2.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

| Наименование операции | Обязательность выполнения операций поверки при | | Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки |
|---|--|-----------------------|--|
| | первичной поверке | периодической поверке | |
| Внешний осмотр средства измерений | Да | Да | 7 |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений | – | – | 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 | Да | Да | 9 |
| Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям | Да | Да | 10 |
| Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях | Да | Да | 10.1 |
| Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа | Нет | Да | 10.2 |
| Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала | Да | Да | 10.3 |

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:

- температура окружающего воздуха от плюс 15 °С до плюс 25 °С
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %
- атмосферное давление от 101 до 103 кПа

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

- температура окружающего воздуха, относительная влажность и атмосферное давление удовлетворяют условиям эксплуатации уровнемера и средств поверки;
- отсутствие осадков и ветра, препятствующих проведению поверки;
- обеспечивается возможность изменения уровня жидкости в резервуаре;
- параметры и свойства жидкости в резервуаре соответствуют требованиям эксплуатационных документов уровнемера;
- жидкость в резервуаре не является токсичной и кипящей при атмосферном давлении и температуре окружающей среды;
- в резервуаре отсутствует избыточное давление, допускается разгерметизация резервуара;
- перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) должно быть отключено;
- поверхность жидкости в резервуаре должна быть спокойной;
- в каждой контрольной точке выдерживают заданный уровень жидкости в резервуаре не менее 15 минут.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются лица, ознакомившиеся с настоящей методикой поверки и с эксплуатационной документацией на уровнемеры 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 уровнемерами.

4.3 Для проведения поверки уровнемера достаточно одного поверителя.

5. Метрологические и технические требованиям к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

| 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 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | <p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от плюс 15 °С до плюс 25 °С с абсолютной погрешностью не более 1 °С;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30% до 80 % с погрешностью не более 3%;</p> <p>Средства измерений атмосферного давления в диапазоне от 101 до 103 кПа, с абсолютной погрешностью не более 0,5 кПа</p> | <p>Термогигрометр автономный исполнение ИВА-6А, модификация -Д, рег. № 82393-21</p> |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 |
|--|---|---|
| п. 8.2 Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений) | <p>Эталоны единицы уровня и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 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 150 до 24000 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм;</p> <p>Эталоны единицы уровня и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 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;</p> <p>Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В;</p> <p>Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 7,5$ мкА</p> | <p>Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ, исполнение А, рег. № 56506-14;</p> <p>Рулетка измерительная металлическая типа Р, модификация Р100У2Г, рег. № 51171-12;</p> <p>Источник питания постоянного тока GPR-30H10D, рег. № 20188-07;</p> <p>Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 52489-13</p> |
| п. 10.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях | <p>Эталоны единицы уровня и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 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 100 до 4550 мм, предел допускаемой погрешности воспроизведения единицы длины 0,3 мм;</p> <p>Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В</p> | <p>Стенд для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭЛМЕТРО СПУ, исполнение А, рег. № 56506-14;</p> <p>Источник питания постоянного тока GPR-30H10D, рег. № 20188-07</p> |

Продолжение таблицы 2

| 1 | 2 | 3 |
|---|--|---|
| п. 10.2 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа | Эталоны единицы уровня и средства измерений, соответствующие требованиям к эталонам не ниже 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; Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В | Рулетка измерительная металлическая Р50Н2Г, рег. № 60606-15; Источник питания постоянного тока GPR-30Н10D, рег.№ 20188-07 |
| п. 10.3 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала | Средство измерений сигнала силы постоянного тока: диапазоны измерений от 0 до 20 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений $\pm 7,5$ мкА; Источник питания постоянного тока с диапазоном воспроизведения напряжения постоянного тока от 18 до 32 В с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ В | Калибратор многофункциональный и коммуникатор BEAMEX MC6 (-R), рег. № 60810-15; Источник питания постоянного тока GPR-30Н10D, рег.№ 20188-07 |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. | | |

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:

- внешний вид средства измерений соответствует описанию и изображению, приведенному в описании типа;
- маркировки требованиям эксплуатационной документации;
- к отсутствию механических повреждений и других дефектов, влияющих на эксплуатационные и метрологические характеристики изделия;
- комплектности, необходимой для проведения измерений, в соответствии с руководством по эксплуатации.

Уровнемер не прошедший внешний осмотр, к поверке не допускают.

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.

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

Аналоговый выходной сигнал уровнемера контролировать калибратором тока. При увеличении уровня измеренное значение должно увеличиваться, при уменьшении должно уменьшаться.

Уровнемер, не прошедший опробование, к дальнейшей поверке не допускают. Поверку прекращают.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Проверку соответствия программного обеспечения (далее – ПО) проводят путём сличения идентификационных данных МПО уровнемера, отображаемых на дисплее уровнемера.

Для отображения номера версии необходимо перейти в меню, затем выбрать пункт Info. Номер версии отобразится в строке «Version».

Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 3. При несоответствии идентификационных данных ПО поверку уровнемера прекращают, уровнемер бракуют.

Таблица 3 - Идентификационные данные микропрограммного обеспечения

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|--|
| Идентификационное наименование ПО | Программа настройки рефлекс-радарного уровнемера |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | 1.5.2 |

10 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в лабораторных условиях

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня погрешности проводят при прямом и обратном ходе с помощью перемещения подвижной части уровнемерной установки с установленным замыкателем зонда, в трех контрольных точках, соответствующих L_{min} , $0,25 \cdot L_{max}$, $0,5 \cdot L_{max}$, $0,75 \cdot L_{max}$, L_{max} , где L_{min} и L_{max} – минимальное и максимальное значения диапазона измерений уровнемера.

Показания уровнемера снимают с дисплея или по цифровому выходному сигналу.

10.1.2 Абсолютную погрешность измерений уровня ΔH , мм, определить по формуле (1).

$$\Delta H = H_{измЦ} - H_d, \quad (1)$$

где $H_{измЦ}$ – измеренное значение уровня, определенное уровнемером, мм;
 H_d – действительное значение уровня, определенное по уровнемерной установке или рулетке измерительной, мм;

10.1.2 Определения диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений уровня методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

10.1.3 Результаты считать положительными, если значения диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня соответствуют значениям, приведенным в таблице А.1 Приложения А.

10.2 Определение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа

10.2.1 Определение абсолютной погрешности измерений уровня без демонтажа проводят в трех контрольных точках, соответствующих L_{min} , $0,25 \cdot L_{max}$, $0,5 \cdot L_{max}$, $0,75 \cdot L_{max}$, L_{max} . В контрольной точке, отличной от контрольных точек, определяют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки.

10.2.2 В каждой контрольной точке фиксируют значение уровня, измеренное уровнемером, и 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 или до риски направляющей планки (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;
- определяют среднее арифметическое значение уровня \bar{L}_j^p , мм, по формуле:

$$\bar{L}_j^p = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n L_{ji}^p \cdot (1 - \alpha_s \cdot (20 - t_b)), \quad (2)$$

где n – количество измерений уровня с помощью рулетки (не менее 5);

L_{ji}^p – значение уровня, измеренное с помощью рулетки при i -ом измерении в j -ой контрольной точке, мм;

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

t_b – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^\circ\text{C}$.

10.2.3 В каждой контрольной точке рассчитывают значение уровня, измеренное уровнемером, L_j^y , мм, по формуле:

$$L_j^y = L_{max} - H_j^y, \quad (3)$$

где L_{max} – значение уровня, принятой за начало отсчета уровня жидкости, мм;

H_j^y – значение уровня, измеренное уровнемером, мм.

10.2.4 В нулевой контрольной точке ($j = 0$) вычисляют поправку на несоответствие показаний уровнемера и рулетки ΔL_0 , мм, по формуле:

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

где L_0^y – значение уровня, измеренное уровнемером в нулевой контрольной точке мм;

\bar{L}_0^p – среднее арифметическое значение уровня, измеренное рулеткой в нулевой контрольной точке, мм.

10.2.5 В каждой контрольной точке (кроме нулевой) вычисляют абсолютную погрешность Δ_j , %, по формуле:

$$\Delta_j = L_j^y - \bar{L}_j^p - \Delta L_0. \quad (5)$$

10.2.6 Определение диапазона измерений осуществляется одновременно с определением абсолютной погрешности измерений уровня методом проведения измерений во всём заявляемом диапазоне.

10.2.7 Результаты считают положительными, если значение диапазона измерений и абсолютной погрешности измерений уровня в каждой контрольной точке соответствует значениям, указанным в таблице А.1 Приложения А.

10.3 Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала

Определение приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала от 4 до 20 мА проводят в трех контрольных точках, соответствующих 4, 12, 20 мА.

Выходной сигнал уровнемера контролировать калибратором процессов в режиме измерений силы постоянного электрического тока.

В каждой контрольной точке с помощью клавиатуры дисплея на выходном аналоговом канале уровнемера установить требуемое значение выходного сигнала и вычислить приведенную погрешность γ_{I_j} , %, по формуле (6):

$$\gamma_{I_j} = \frac{I_{\text{зад}_j} - I_{\text{изм}_j}}{16} \cdot 100 \%, \quad (6)$$

где $I_{\text{зад}_j}$ – значение силы постоянного тока на выходном токовом канале уровнемера, установленное с помощью ПО или клавиатуры дисплея, мА;
 $I_{\text{изм}_j}$ – значение силы постоянного тока, измеренное калибратором, мА.

10.4 Результаты поверки

Результаты поверки считать положительными, если значения приведенной погрешности воспроизведения выходного аналогового сигнала соответствуют значениям, приведенным в таблице А.1 Приложения А.

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

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

11 Оформление результатов поверки

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

Дополнительно в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений передаются сведения о применении уровнемера на избыточном давлении.

При положительных результатах поверки средство измерений признается годным к применению.

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

Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено. Пломбирование средства измерений не производится.

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 обеспечения единства измерений.

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



С.К. Нагорнов
 О.В. Санаева

Приложение А
(обязательное)

Метрологические характеристики средства измерений

Таблица А.1 – Метрологические характеристики

| Наименование характеристики | Значение |
|---|----------------------------------|
| Диапазон измерений уровня ¹⁾ , мм | от 100 до 980; от 100 до 4550 |
| Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня, мм | ±3 |
| Пределы допускаемой приведенной погрешности воспроизведения выходного токового сигнала от 4 до 20 мА, % диапазона воспроизведения | ±0,03 |
| ¹⁾ Конкретное значение указано в паспорте. | |