

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ
И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологической службы»
(ФГУП «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора

ФГУП «ВНИИМС»

по производственной метрологии



А.Е. Коломин

М.П.

«29» 08 2021 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры радарные OPTIWAVE 5400 C, OPTIWAVE 6400 C,
OPTIWAVE 7400 C, OPTIWAVE 3500 C, OPTIWAVE 6500 C, OPTIWAVE 7500 C

Методика поверки

МП 208-075-2021

г. Москва
2021 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 | 4 |
| 5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки | 5 |
| 6 Внешний осмотр | 5 |
| 7 Подготовка к поверке и опробование | 6 |
| 8 Проверка программного обеспечения | 6 |
| 9 Определение метрологических характеристик..... | 6 |
| 10 Подтверждение соответствия метрологическим требованиям..... | 8 |
| 11 Оформление результатов поверки | 9 |
| Приложение А | 10 |

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на уровнемеры радарные OPTIWAVE 5400 С, OPTIWAVE 6400 С, OPTIWAVE 7400 С, OPTIWAVE 3500 С, OPTIWAVE 6500 С, OPTIWAVE 7500 С (далее – уровнемеры), изготавливаемые ООО «КРОНЕ-Автоматика», Самарская область, Волжский район, поселок Верхняя Подстепновка, дом 2 и «KROHNE S.A.S», Франция, 2 Allée des Ors - BP 98 26103 ROMANS SUR ISERE Cedex и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. Межповерочный интервал – 5 лет.

1.3. При проведении поверки должна быть обеспечена прослеживаемость результатов к Государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ2-2021. Метрологические характеристики уровнемеров указаны в таблице 1.

1.4. Передача уровнемерам единицы уровня осуществляется методом непосредственных сличений или прямых измерений с установками, рулетками, уровнемерами.

Таблица 1

| Наименование характеристики | Значение |
|---|---|
| Диапазон измерений: Минимальное расстояние ¹⁾ до измеряемой среды, мм - OPTIWAVE 5400 С - OPTIWAVE 6400 С - OPTIWAVE 7400 С - OPTIWAVE 3500 С - OPTIWAVE 6500 С - OPTIWAVE 7500 С | $L_1 + L_2 + 100$ $L_1 + L_2 + 300$ $L_1 + L_2 + 100$ $L_2 + 100$ (для DN40: $L_2 + 200$) $L_2 + 100$ (для DN40: $L_2 + 200$) $L_2 + 100$ (для DN40: $L_2 + 200$) где L_1 – длина антенны, мм ²⁾ L_2 – длина антенного удлинителя, мм ²⁾ |
| Максимальное расстояние до измеряемой среды, мм - OPTIWAVE 5400 С, 6400 С, 7400 С - OPTIWAVE 3500 С - OPTIWAVE 6500 С, 7500 С | 100 000 50 000 100 000 |
| Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня, при расстоянии до поверхности измеряемой среды до 10 м, мм | $\pm 2 (\pm 1)^{3)}$ |
| Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений уровня, при расстоянии до поверхности измеряемой среды свыше 10 м, % | $\pm 0,02$ |
| Пределы допускаемой дополнительной погрешности измерений вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий на каждый °С, мм | $\pm 0,25$ |
| Нормальные условия измерений - температура окружающей среды, °С - относительная влажность, % - атмосферное давление, кПа | от +15 до +25 не более 75 от 96 до 106 |
| Примечания: 1. Минимальное расстояние рассчитывается от окончания резьбы или уплотнительной поверхности фланцевого присоединения | |

Продолжение таблицы 1

2. Значения L_1 и L_2 зависят от типа антенны и указаны в руководстве по эксплуатации на уровнемер
3. Для уровнемеров радарных OPTIWAVE 7500 С производства ООО «КРОНЕ-Автоматика» при расстоянии до поверхности измеряемой среды до 5 м

2. Перечень операций поверки

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

Таблица 2

| Наименование операции | Номер раздела (пункта) методики Поверки | Проведение операции при: | |
|--|---|--------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1. Внешний осмотр | 6 | да | да |
| 2. Проверка программного обеспечения | 8 | да | да |
| 3. Определение метрологических характеристик | 9 | да | да |
| 4. Оформление результатов | 11 | да | да |

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 до 25 °С;
- разность температур окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), не более 5 °С.

3.2. При проведении поверки в условиях эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды от минус 5 до плюс 55 °С.

3.3. Условия поверки не должны противоречить условиям эксплуатации средств поверки.

3.4. На пути распространения сигнала уровнемера должны отсутствовать посторонние объекты, создающие помехи, влияющие на работу уровнемера.

3.5. Считывание показаний уровнемера проводят с использованием цифрового протокола или дисплея после выдержки в течение времени, достаточном для исключения влияния возмущений поверхности измеряемого продукта на результат измерений.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1. При проведении поверки применяют следующие эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование:

- уровнемерная установка 1-го или 2-го разряда согласно части 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. №3459;

- измерители линейных перемещений лазерные 2 разряда согласно части 3 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 декабря 2018 г. № 2840;

- лента измерительная 2 или 3 разряда согласно части 2 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 декабря 2018 г. № 2840;
- рулетка измерительная металлическая с грузом по ГОСТ 7502-98, класс точности 3;
- термометр, диапазон измерений от минус 5 до плюс 55 °С, ПГ $\pm 0,2$ °С;
- калибратор тока, диапазон измерений от 4 до 20 мА, ПГ $\pm 0,02$ %;
- термогигрометр ИВА-6А-Д, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, ПГ ± 3 %, диапазон измерений температуры от 0 до 60 °С, ПГ $\pm 0,3$ °С, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, ПГ $\pm 2,5$ гПа;
- источник питания постоянного тока напряжением 24 В;
- отражатель (см. Приложение А).

4.2. Эталонные средства измерений и вспомогательное оборудование выбираются исходя из метода проведения поверки.

4.3. При передаче единицы уровня рабочим эталонам погрешность эталонов, заимствованных из других поверочных схем, от которых осуществляется передача единицы, должна быть как минимум в два раза меньше, чем погрешность рабочих эталонов. При передаче единицы уровня средствам измерений погрешность эталонов, заимствованных из других поверочных схем, от которых осуществляется передача единицы, должна быть как минимум в три раза меньше, чем погрешность средств измерений. При передаче единицы уровня рабочим эталонам и средствам измерений, диапазон измерений которых больше, чем диапазон измерений соответствующих эталонов, заимствованных из других поверочных схем, допускается проводить поверку только в диапазоне измерений эталонов, заимствованных из других поверочных схем.

4.4. Указанные средства поверки допускается заменять другими с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемому средству измерений.

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности рабочем месте и имеет группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на уровнемер, применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6. Внешний осмотр

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

7.1. Подготовить СИ и эталоны к проведению измерений в соответствии с руководством по эксплуатации (в т.ч. корректировка нулевой отметки уровнемера).

7.2. Опробование совместить с определением метрологических характеристик.

7.3. При поверке на месте эксплуатации необходимо остановить технологический процесс в резервуарном парке и обеспечить перекачку контролируемой среды из одной ёмкости в другую. Перед проведением измерений произвести отстой контролируемой среды в ёмкости не менее 2 ч.

8. Проверка программного обеспечения

Вывести на дисплей или при помощи установленной программы RASTware версии программного обеспечения в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результаты поверки по данному пункту считаются положительными, если номер версии не ниже 01.24.04.

9. Определение метрологических характеристик

Допускается проводить поверку в ограниченном диапазоне. Поддиапазоны определяются пределами погрешности: до 5 или 10 м и свыше 10 м. При передаче единицы уровня рабочим эталонам и средствам измерений, диапазон измерений которых больше, чем диапазон измерений соответствующих эталонов, заимствованных из других поверочных схем, допускается проводить поверку только в диапазоне измерений эталонов, заимствованных из других поверочных схем.

9.1. При проведении поверки на поверочной установке с непосредственным или имитационным изменением уровня жидкости, а также с помощью переносного отражателя (для имитации изменения уровня) определение основной абсолютной и относительной погрешности измерений уровня проводится на пяти проверяемых точках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений уровня H_{min} ; $0,25H_{max}$; $0,5H_{max}$; $0,75H_{max}$; H_{max} , где H_{min} , H_{max} – значение нижнего и верхнего пределов диапазона измерений уровня поверяемого уровнемера. Допускается отклонение выбранной точки на ± 100 мм относительно рассчитанного значения.

При поверке на установках с фиксированными значениями уровня (в том числе установках с отражателями) количество проверяемых отметок должно быть не менее двух.

Допускается проведение поверки не во всём диапазоне измерений, а на поддиапазонах, в соответствии с таблицей 1, при этом деление на поддиапазоны проводить по пределам допускаемой погрешности.

Число измерений на каждой поверяемой отметке должно быть не менее трёх.

За результат измерений уровнемером в каждой поверяемой точке принимается среднее арифметическое значение результатов измерений, определяемое по формуле

$$\bar{H}_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i, \quad (1)$$

где H_i – значение уровня, измеренное уровнемером, мм;
 n – число измерений.

Основную абсолютную погрешность измерения уровня в каждой поверяемой точке (до 10 м) определяют по формуле

$$\Delta H_j = \bar{H}_j - H_{jэ}, \quad (2)$$

где $H_{jз}$ – значение уровня, измеренное уровнемером, мм.

Основную относительную погрешность измерения уровня в каждой поверяемой точке (свыше 10 м) определяют по формуле

$$\delta H_j = \frac{\Delta H_j}{H_{jз}}, \quad (3)$$

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если значение погрешности измерений не превышает пределов, приведённых в таблице 1.

9.2. Определение погрешности измерений уровня на месте эксплуатации с помощью рулетки или измерительной ленты

Допускается проводить периодическую поверку уровнемеров на месте эксплуатации в случае выполнения следующих условий:

- измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным, кипящим или воспламеняющимся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление);
- перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено. Поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной.

Если имеется возможность заполнения/опорожнения меры вместимости до определённых уровней, значение которых однозначно определены, например, конструкцией резервуара, проходящих трубопроводов или технологическим процессом, то поверка может производиться по данным уровням.

Количество проверяемых отметок должно быть не менее двух.

Включить поверяемый уровнемер и зафиксировать на нём нулевую контрольную отметку, опустить рулетку через измерительный люк меры вместимости и по её шкале зафиксировать высоту поверхности раздела «жидкость – газовое пространство» (далее – высота газового пространства).

Поправку ΔH_0 , мм, определить по формуле

$$\Delta H_0 = H_0^n - H_0^з, \quad (4)$$

где H_0^n – значение уровня, измеренное уровнемером, мм;
 $H_0^з$ – значение уровня, измеренное эталоном, мм.

Примечание – При применении рулетки за значение $H_0^з$, мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_0^з = H_б \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^\Gamma - T_B^\Pi)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{0i}^\Gamma}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Gamma)], \quad (5)$$

где $H_б$ – базовая высота резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, мм;

$\alpha_{ст}$ – температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара;

α_s – температурный коэффициент линейного расширения материала эталонной измерительной ленты;

T_B^Π – температура воздуха при поверке резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, °С;

T_B^Γ – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, °С;
 H_{0i}^Γ – высота газового пространства при i -том измерении, мм;
 m – число измерений высоты газового пространства, принимаемое не менее пяти.

Повышают уровень жидкости до каждой контрольной отметки, устанавливаемой по эталонной измерительной ленте, затем уровень жидкости понижают до каждой контрольной отметки, снимают показания средства измерений и результаты, полученные с эталонной измерительной ленты, вносят в протокол поверки уровнемера.

Уровень жидкости H_j , мм, измеренный уровнемером в j -той контрольной отметке, с учётом поправки, определяют по формуле

$$H_j = H_{пуj} - \Delta H_0, \quad (6)$$

где $H_{пуj}$ – показание поверяемого уровнемера, мм.

Высоту газового пространства в каждой контрольной точке при каждом измерении, определить в следующей последовательности:

– рулетку, опустить через измерительный люк меры вместимости ниже поверхности жидкости на глубину около 1000 мм;

– первый отсчёт (верхний) взять по шкале рулетки. При этом, для облегчения измерений и расчётов рекомендуется совмещать отметку целых значений метра на шкале рулетки с верхним краем измерительного люка;

– рулетку поднять (строго вверх без смещения в стороны) до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части ленты и взять отсчёт по шкале ленты (нижний отсчёт) с точностью до 1 мм.

Для более точного измерения уровня поверхность рулетки необходимо натереть пастой.

Измерить высоту газового пространства в каждой контрольной отметке не менее пяти раз.

Уровень жидкости в каждой контрольной отметке $H_{jэ}$, мм, вычислить по формуле

$$H_{jэ} = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^\Gamma - T_B^\Pi)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^\Gamma}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^\Gamma)], \quad (7)$$

Определение абсолютной погрешности измерений уровня производится по формуле (2), относительной погрешности – по формуле (3).

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если абсолютная и относительная погрешность измерений уровня в каждой поверяемой точке не превышает значения, указанного в таблице 1.

10. Подтверждение соответствия метрологическим требованиям

10.1. При подтверждении соответствия уровнемера метрологическим требованиям руководствуются процедурами, описанными в разделе 9.

10.2. Уровнемер допускают к применению в качестве СИ или эталонов 1 или 2 разряда в соответствии частью 1 Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утвержденной приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 г. №3459 при положительных результатах выполнения всех процедур, описанных в разделах 6, 8 и 9. Разряд присваивается в зависимости от применяемых эталонов при поверке, а также значений погрешности уровнемера.

11. Оформление результатов поверки

11.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

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

11.3. Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами.

11.4. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и выдают извещение о непригодности, оформленное в соответствии с действующими нормативными документами.

Приложение А
(справочное)
Методы поверки уровнемеров

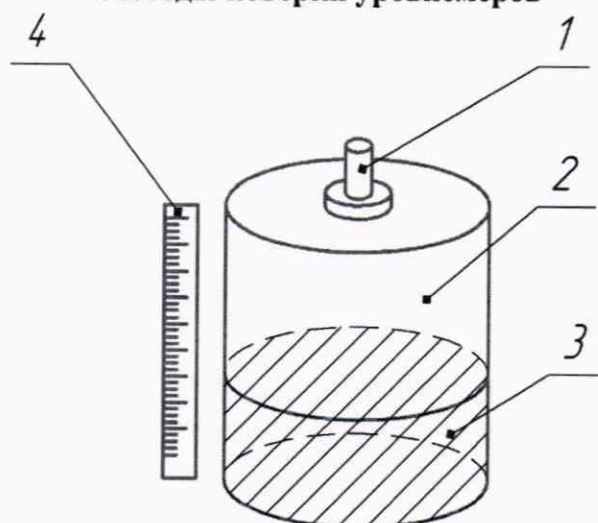


Рисунок А.1 – Поверка уровнемера на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости и на месте эксплуатации на резервуаре:

1 – поверяемый уровнемер, 2 – резервуар установки, 3 – жидкость, 4 – контрольный измеритель уровня.

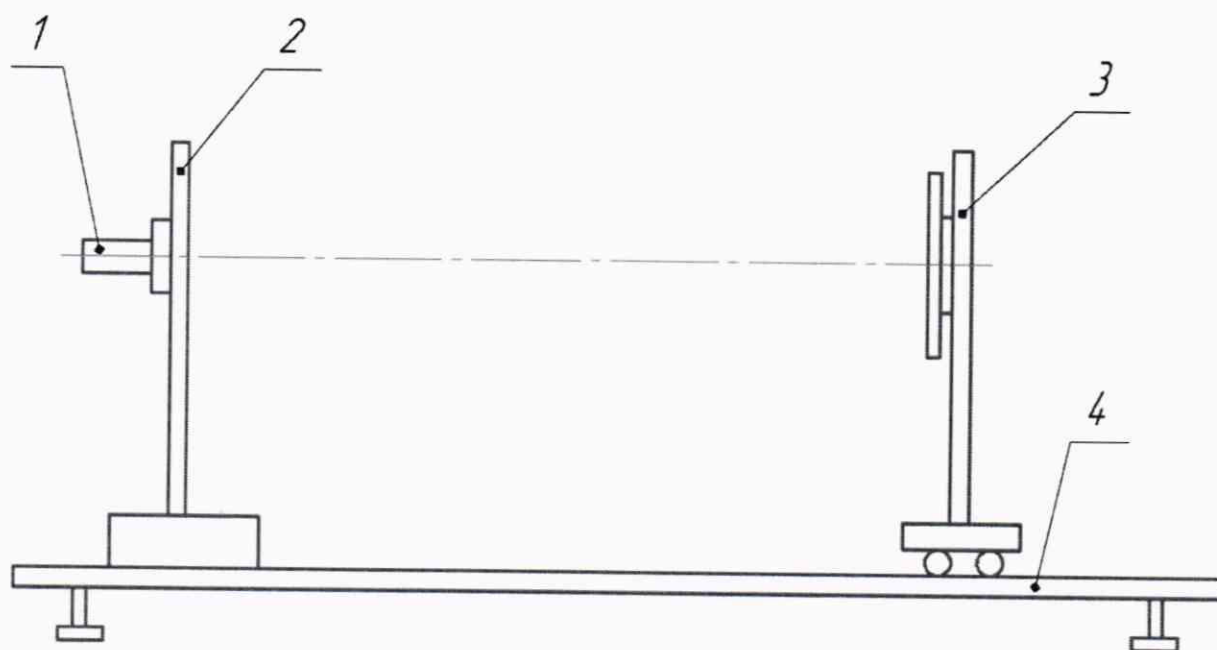


Рисунок А.2 – Поверка уровнемера на поверочной установке с имитацией изменения уровня:

1 – поверяемый уровнемер, 2 – неподвижное основание, 3 – имитатор уровня,
4 – горизонтальная направляющая установки.

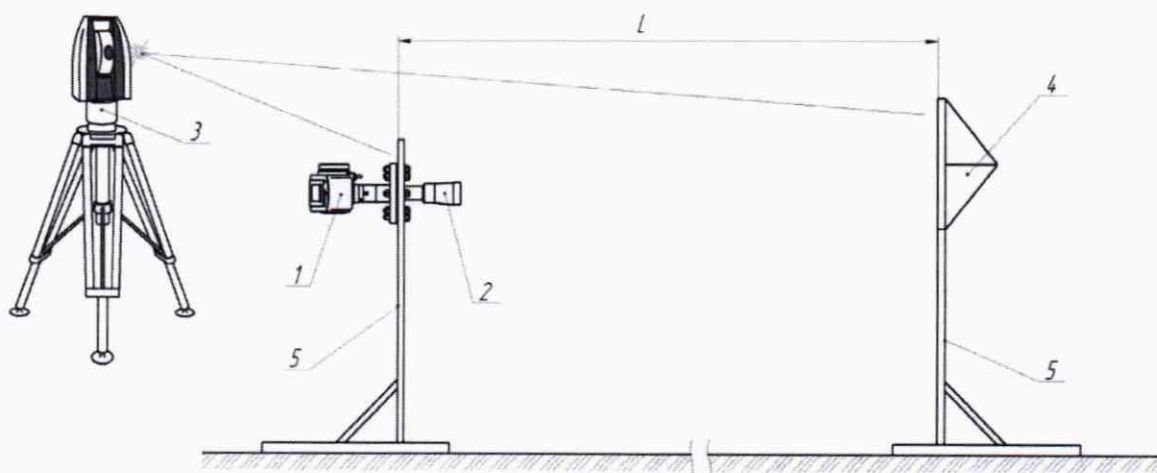


Рисунок А.3 – Проверка уровнемера при помощи отражателя:
1 – преобразователь сигналов уровнемера, 2 – антенна, 3 – эталонное СИ,
4 – отражатель, 5 – стойка