

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

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по  
производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

«08» 02 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Уровнемеры 5300**

Методика поверки  
МП 208-045-2019

г. Москва  
2020

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....                        | 3  |
| 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....                       | 3  |
| 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ.....                       | 3  |
| 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.....                | 4  |
| 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ..... | 4  |
| 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ.....                     | 5  |
| 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....         | 10 |
| Приложение А.....                             | 12 |

## 1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- 1.1 Настоящая методика поверки распространяется на Уровнемеры 5300 (далее - уровнемеры), и устанавливает объем и методы их первичной и периодической поверок.
- 1.2 Настоящая методика поверки распространяется на вновь выпускаемые уровнемеры, а также уровнемеры, находящиеся в эксплуатации.
- 1.3 Интервал между поверками – 4 года.

## 2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1 — Операции, выполняемые при поверке

| Операции поверки                                  | Пункт | Вид поверки |               |
|---|-------|-------------|---------------|
|   |       | Первичная   | периодическая |
| 1. Внешний осмотр                                 | 6.1   | Да          | Да            |
| 2. Опробование:                                   | 6.2   |             |               |
| 2.1 Идентификация программного обеспечения        | 6.3   | Да          | Да            |
| 3. Определение метрологических характеристик:     | 6.4   |             |               |
| 3.1 с применением эталонной установки             | 6.4.1 | Да          | Да            |
| 3.2. с применением рулетки измерительной с грузом | 6.4.2 | Нет         | Да            |
| 3.3 с применением эталонного уровнемера           | 6.4.3 | Нет         | Да            |
| 3.4 с применением вспомогательного зонда          | 6.4.4 | Да          | Да            |
| 3.5 по реперному отражателю                       | 6.4.5 | Нет         | Да            |

- 2.2 Допускается поверку уровнемера проводить одним из перечисленных в п. 6.4 способов.
- 2.3 На основании письменного заявления владельца уровнемера допускается выполнять определение метрологических характеристик уровнемера в более узких диапазонах измерений. Соответствующая запись должна быть сделана в свидетельстве о поверке уровнемера.
- 2.4 В случае невыполнения требований п. 6.4 проводится корректировка нулевой отметки согласно эксплуатационной документации на уровнемер. В дальнейшем все операции по п. 6.4 повторяются вновь, в случае повторного невыполнения требований поверка прекращается, уровнемер бракуется.

## 3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

- 3.1 При проведении поверки, в зависимости от способа поверки, применяются следующие эталонные средства измерений:
- Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30.12.2019 г. № 3459 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов» с диапазоном измерений равным диапазону поверяемого уровнемера и пределами допускаемой погрешности не более  $\pm 1$  мм;
  - рулетка измерительная металлическая 2-го класса с грузом по ГОСТ 7502-98, компарированная по измерительной ленте 3-го разряда в соответствии с приказом Росстандарта от 29 декабря 2018 г. № 2840 по МИ 1780-87;
  - эталонный уровнемер 2-го разряда по ГОСТ 8.477-82 с пределами допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения единицы измерения уровня не более  $\pm 1$  мм;
  - калибратор процессов многофункциональный FLUKE-726 (регистрационный номер 52221-12).

3.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3.3 Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или свидетельства об аттестации в качестве эталона.

#### 4 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на уровнемер, а также требования по безопасной эксплуатации применяемых средств поверки, указанные в эксплуатационной документации на эти средства.

#### 5 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды:
- с применением эталонной установки:  $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ ,
- на месте эксплуатации уровнемера:  $(20 \pm 30) ^\circ\text{C}$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха: не более 85 %;
- атмосферное давление: от 84 до 106 кПа.

При поверке уровнемеров с применением эталонной установки непосредственного изменения уровня и поверке на месте эксплуатации должны соблюдаться следующие условия:

- считывание показаний уровнемера проводят после выдержки в течение времени, достаточном для исключения влияния возмущений поверхности жидкости на результат измерений;
- изменение уровня должно быть плавным.

При поверке уровнемеров на месте эксплуатации должны соблюдаться следующие условия:

- среда, где установлены уровнемеры, соответствует требованиям эксплуатационной документации на уровнемеры;
  - перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено.
- Поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной.

5.2 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

5.2.1 при поверке с применением эталонной установки:

- устанавливают средства измерений, позволяющие в процессе проведения поверки проводить контроль изменения условий внешней среды;
- средства измерений и уровнемер подготавливают к работе (в т.ч. проводится корректировка нулевой отметки уровнемера) в соответствии с эксплуатационной документацией на них;
- уровнемер устанавливают и крепят на установке;
- средства измерений и уровнемер выдерживают в условиях 5.1 не менее 2 ч.

5.2.2 при поверке на месте эксплуатации с применением эталонного уровнемера:

- подготавливают эталонный уровнемер в соответствии с эксплуатационной документацией и устанавливают на резервуар;
- проводят корректировку нулевой отметки согласно эксплуатационной документации на уровнемер.

5.2.3 при поверке на месте эксплуатации с применением рулетки измерительной с грузом:

- проверяют исправность рулетки;

- протирают шкалу рулетки насухо;
- наносят слой бензочувствительной/водочувствительной пасты (при необходимости) на участок шкалы рулетки измерительной, в пределах которого будет находиться контрольная отметка.

5.2.4 При поверке на месте эксплуатации по реперному отражателю:

- проверяют отсутствие на зонде загрязнений и отложений визуально или с помощью диагностической функции электронного преобразователя «пакет диагностики качества сигнала SQM» согласно эксплуатационной документации;
- проверяют отсутствие на зонде механических деформаций и повреждений;
- проводят корректировку нулевой отметки согласно эксплуатационной документации на уровнемер.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие уровнемера следующим требованиям:

- комплектность соответствует эксплуатационной документации;
- внешний вид соответствует эксплуатационной документации, механические повреждения, влияющие на эксплуатационные качества уровнемера, отсутствуют;
- отсутствуют дефекты, препятствующие чтению надписей, маркировки с таблички на корпусе уровнемера.

При несоблюдении указанных требований уровнемер к поверке не допускается.

### 6.2 Опробование

При опробовании проверяют работоспособность уровнемера.

Работоспособность уровнемера проверяют, изменяя уровень, при этом показания уровнемера должны изменяться. При несоблюдении указанного требования уровнемер к поверке не допускается.

Опробование допускается совмещать с проверкой метрологических характеристик уровнемера.

### 6.3 Проверка идентификационных данных программного обеспечения (далее - ПО).

В качестве идентификатора ПО принимается идентификационный номер ПО.

Методика проверки идентификационного номера ПО уровнемера заключается в установлении версии ПО прибора, которую можно определить при помощи инструментов настройки - коммутаторов 475, TREX программного обеспечения Rosemount Radar Master или AMS.

Подробное меню уровнемера с указанием пункта о идентификационном номере ПО представлено в Руководстве по эксплуатации.

При наличии индикатора версия ПО отображается на дисплее индикатора при включении уровнемера.

Уровеньмер считают прошедшим проверку с положительным результатом, если идентификаторы ПО соответствуют значениям, указанным в описании типа на уровнемер. Если данные требования не выполняются, то выписывается извещение о непригодности, дальнейшие пункты методики не выполняются.

### 6.4 Проверка метрологических характеристик

При проверке метрологических характеристик уровнемера значения уровня (расстояния) считываются с устройства, поддерживающего соответствующие протоколы

(аналогово-цифровой сигнал с использованием HART протокола, цифровой сигнал по протоколу Modbus, Foundation Fieldbus), или с индикатора (при его наличии).

#### 6.4.1 Определение погрешности измерений уровня (расстояния) при поверке уровнемера с применением эталонной установки.

Уровнемер подготавливаются к поверке согласно п. 5.2 настоящей методики.

Поверку проводят по всему диапазону измерений уровнемера, соответствующему его исполнению и условиям эксплуатации, (информацию о диапазоне измерений уровнемера можно считать из памяти электронного преобразователя уровнемера по цифровому протоколу с помощью полевого коммуникатора (например, коммуникатор 475, TREX), соответствующего программного обеспечения (например, Rosemount Radar Master, Instrument Inspector, AMS); так же информация о диапазоне измерения указана в паспорте уровнемера), если иное не предусмотрено письменным заявлением заказчика.

Основную погрешность определяют не менее чем в трех точках измеряемой величины внутри диапазона D. D – диапазон измерений ограниченный верхней (А) и нижней (В) зонами пониженной точности, указанных в приложении А, (мм).

При выборе точек измерений следует учесть, что расстояние между поверяемыми точками не должно быть меньше значения рассчитанного по формуле (1):

$$\frac{D}{2 \cdot n}, \text{ мм} \quad (1)$$

где n – количество точек измерений, минимальное значение n=3;

D – диапазон измерений ограниченный верхней (А) и нижней (В) зонами пониженной точности, указанных в Таблице А.1 приложения А, мм;

Для i-той поверяемой точки допускается выбрать любое значение, лежащее в пределах:

$$\text{от } (i - 1) \frac{D}{n} \text{ до } i \frac{D}{n} \quad (2)$$

где i – порядковый номер точки измерения, от 1 до n;

Число наблюдений в каждой из поверяемых точек при измерении уровня (расстояния) равно одному, допускается увеличить число наблюдений в поверяемых точках до трех, принимая при этом среднееарифметическое значение результатов наблюдений за результат измерения в данной точке.

$$X_i = \frac{\sum_{k=1}^p x_k}{p} \quad (3)$$

где p – количество наблюдений, в i-той поверяемой точке;

k – порядковый номер наблюдения в i-той поверяемой точке, от 1 до p;

x<sub>k</sub> – измеренное значение при k-том наблюдении в i-той поверяемой точке, мм.

Основную погрешность определяют при значениях измеряемой величины, полученных при приближении к ним как от меньших значений к большим, так и от больших к меньшим (при прямом и обратном ходе).

Если нулевая точка поверяемого уровнемера и нулевая точка эталонной установки не совмещены, то необходимо рассчитать смещение между нулевой точкой поверяемого уровнемера и нулевой точкой эталонной установки по формуле:

$$\Delta_0 = \frac{\max(X_i - L_i) + \min(X_i - L_i)}{2} \quad (4)$$

где X<sub>i</sub> – значение расстояния, измеренное уровнемером в i-ой поверяемой точке диапазона измерений, мм;

L<sub>i</sub> – заданное значение расстояния по установке в i-ой поверяемой точке диапазона измерений, мм.

В зависимости от типа погрешности уровнемера, указанной в эксплуатационной документации, определяют в каждой поверяемой точке значение абсолютной погрешности Δi, мм, по формуле:

$$\Delta i = Xi - Li - \Delta_0 \quad (5)$$

и / или значение относительной погрешности  $\delta_i$ , %, по формуле:

$$\delta_i = \frac{Xi - Li - \Delta_0}{Li} \times 100 \quad (6)$$

Уровнемер считают прошедшим поверку, если на всех поверяемых точках значение погрешности соответствует предельно допускаемым значениям, указанным в описании типа на уровнемер.

#### 6.4.2 Определение погрешности измерений уровня (расстояния) при поверке уровнемера на месте его эксплуатации с применением рулетки измерительной с грузом (только для жидкостей и пульп).

Уровнемер подготавливаются к поверке согласно п. 5.2 настоящей методики.

Проводят поверку при исходном уровне жидкости в резервуаре. Если имеется возможность заполнения/опорожнения резервуара до определенных уровней, значения которых однозначно определены конструкцией резервуара или технологическим процессом, то поверка может проводиться по данным уровням. Заполнение/опорожнение резервуара в процессе измерений не допускается.

Уровень жидкости в резервуаре в поверяемой точке определяют по результатам измерений базовой высоты резервуара и высоты поверхности раздела «жидкость - газовое пространство» (далее высота газового пространства).

При поверке:

- включают поверяемый уровнемер и считывают измеренные значения в поверяемой точке  $X$ , мм,
- проводят измерение высоты газового пространства.

6.4.2.1 Измерение высоты газового пространства с применением рулетки проводят в следующей последовательности:

- рулетку с грузом опускают по измерительному люку резервуара ниже уровня жидкости;
- первый отсчет (верхний отсчет)  $L_i^B$ ; при  $i$ -м измерении проводят по шкале рулетки. При этом с целью облегчения измерений и расчетов высоты газового пространства рекомендуется совмещать отметку целых значений метра на шкале рулетки с верхним краем измерительного люка;
- рулетку поднимают строго вверх без смещения в стороны до появления над верхним краем измерительного люка смоченной части рулетки и проводят отсчет по шкале рулетки на месте смоченной части шкалы  $L_i^H$  (нижний отсчет).

Высоту газового пространства при  $i$ -м измерении  $L_i^r$  вычисляют по формуле:

$$L_i^r = L_i^B - L_i^H, \quad (7)$$

Высоту газового пространства определяют не менее двух раз. Расхождение между результатами двух измерений должно быть не более  $\pm 1$  мм. Если это условие выполняется, то за результат измерений высоты газового пространства принимают среднеарифметическое значение двух измерений. Если расхождение между результатами двух измерений превышает  $\pm 1$  мм, то измерения повторяют еще дважды и за результат измерений высоты газового пространства принимают среднеарифметическое значение трех наиболее близких значений результатов измерений:

$$L_{cp}^r = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (L_i^B - L_i^H) \quad (8)$$

где  $L_i^B$  - верхний отсчет по рулетке в поверяемой точке при  $i$ -м измерении, мм,

$L_i^H$  - нижний отсчет по рулетке в поверяемой точке при  $i$ -м измерении, мм,  
 $m$  - число измерений высоты газового пространства,  $m=2$  или  $m=3$ .

Высоту газового пространства, определенную с помощью рулетки, корректируют с учетом коэффициента линейного расширения ленты рулетки по формуле:

$$L_k^r = L_{cp}^r \cdot [1 - \alpha_p (20 - T_r)] \quad (9)$$

где  $L_{cp}^r$  - высота газового пространства, определенная по формуле (7 или 8);  
 $\alpha_p$  - температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки измерительной,  $1/^\circ\text{C}$ ;

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

6.4.2.2 Уровень жидкости в резервуаре  $L$ , мм, вычисляют по формуле:

$$L = (L_{\Pi} - L_k^r) \cdot [1 - \alpha_p (20 - T_{ж})] \quad (10)$$

где  $L_k^r$  - высота газового пространства, определенная по формуле (8), мм;

$L_{\Pi}$  - базовая высота резервуара, определенная с помощью рулетки, во время поверки уровнемера, мм;

$\alpha_p$  - температурный коэффициент линейного расширения материала рулетки измерительной,  $1/^\circ\text{C}$ ;

- температура жидкости при измерении базовой высоты,  $^\circ\text{C}$ .

6.4.2.3 В зависимости от измеренного уровня определяют значение абсолютной погрешности уровнемера  $\Delta$ , мм, по формуле (10) или значение относительной погрешности уровнемера  $\delta$ , %, по формуле (11):

$$\Delta = X - L \quad (11)$$

где  $L$  - значение уровня, определенное с помощью рулетки, мм,

$X$  - значение уровня, измеренное уровнемером, мм.

$$\delta = \frac{(X-L)}{L} \cdot 100 \quad (12)$$

Уровнемер считают прошедшим поверку, если на поверяемой точке значение погрешности соответствует предельно допускаемым значениям, рассчитанным с учетом основной и дополнительной, вызванной влиянием температуры, погрешностей, указанным в описании типа на уровнемер.

### 6.4.3 Определение погрешности измерений уровня (расстояния) при поверке уровнемера на месте его эксплуатации с применением эталонного уровнемера.

Уровнемер подготавливаются к поверке согласно п. 5.2 настоящей методики.

Проводят поверку при исходном уровне жидкости в резервуаре. Если имеется возможность заполнения/опорожнения резервуара до определенных уровней, значения которых однозначно определены конструкцией резервуара или технологическим процессом, то поверка может проводиться по данным уровням.

Заполнение/опорожнение резервуара в процессе измерений не допускается.

Включают поверяемый уровнемер и считывают измеренное значение, считывают измеренное значение с эталонного уровнемера.

В зависимости от измеренного уровня определяют значение абсолютной погрешности уровнемера  $\Delta$ , мм, по формуле (11) или значение относительной



погрешности уровнемера  $\delta$ , %, по формуле (12), где  $X$  - значение уровня, измеренное поверяемым уровнемером, мм,  $L$  - значение уровня, измеренное эталонным уровнемером, мм.

Уровнемер считают прошедшим поверку, если на поверяемой точке значение погрешности соответствует предельно допускаемым значениям, рассчитанным с учетом основной и дополнительной, вызванной влиянием температуры, погрешностей, указанным в описании типа на уровнемер.

#### **6.4.4 Определение погрешности измерений уровня (расстояния) при поверке уровнемера с использованием вспомогательного зонда.**

Уровнемер подготавливаются к поверке согласно п. 5.2 настоящей методики.

Поверка с использованием вспомогательного зонда представляет собой поверку электронного преобразователя с приемно-передающим устройством, демонтированного с зонда поверяемого уровнемера и установленного на вспомогательный зонд.

При демонтаже измерительного преобразователя с приемно-передающим устройством необходимо выполнить в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации следующие действия:

- проверить уровнемер на предмет отсутствия сбоя или ошибок измерения;
- сохранить конфигурацию уровнемера;
- отключить питание и произвести демонтаж электронного преобразователя с сенсорным блоком с зонда поверяемого уровнемера.

Демонтированный измерительный преобразователь с приемно-передающим устройством установить на вспомогательный зонд (волновод), подготовить его к работе согласно руководству по эксплуатации и п. 5.2 настоящей методики. Проводят поверку одним из способов согласно п. 6.4.1 - 6.4.2 настоящей методики.

После завершения процедуры поверки измерительный преобразователь монтируется обратно в исходный зонд. При этом необходимо загрузить в электронный преобразователь сохраненную конфигурацию в соответствии с руководством по эксплуатации.

#### **6.4.5 Определение погрешности измерений уровня (расстояния) при поверке уровнемера на месте его эксплуатации по реперному отражателю (при его наличии).**

Данный вид поверки применяется при периодической поверке уровнемеров.

Реперный отражатель должен находиться над уровнем измеряемой среды. Поверяемый уровнемер на время поверки должен быть выведен из контура регулирования и/или систем защиты.

Уровнемер подключают согласно указаниям, приведенным в руководстве по эксплуатации, и выполняют подготовку к работе согласно п. 5.2.

При несоблюдении требований п.5.2, указанных для данного способа определения метрологических характеристик, применяют способы определения метрологических характеристик по п. 6.4.1 - 6.4.2.

Для реализации данного способа определения метрологических характеристик необходимо чтобы в паспорт уровнемера было внесено значение расстояния до реперного отражателя, определенное после ввода прибора в эксплуатацию на данном месте эксплуатации.

Определенную величину и дату проведения вносят в раздел 6.4 паспорта уровнемера и заверяют подписью поверителя.

Проводят конфигурирование электронного преобразователя:

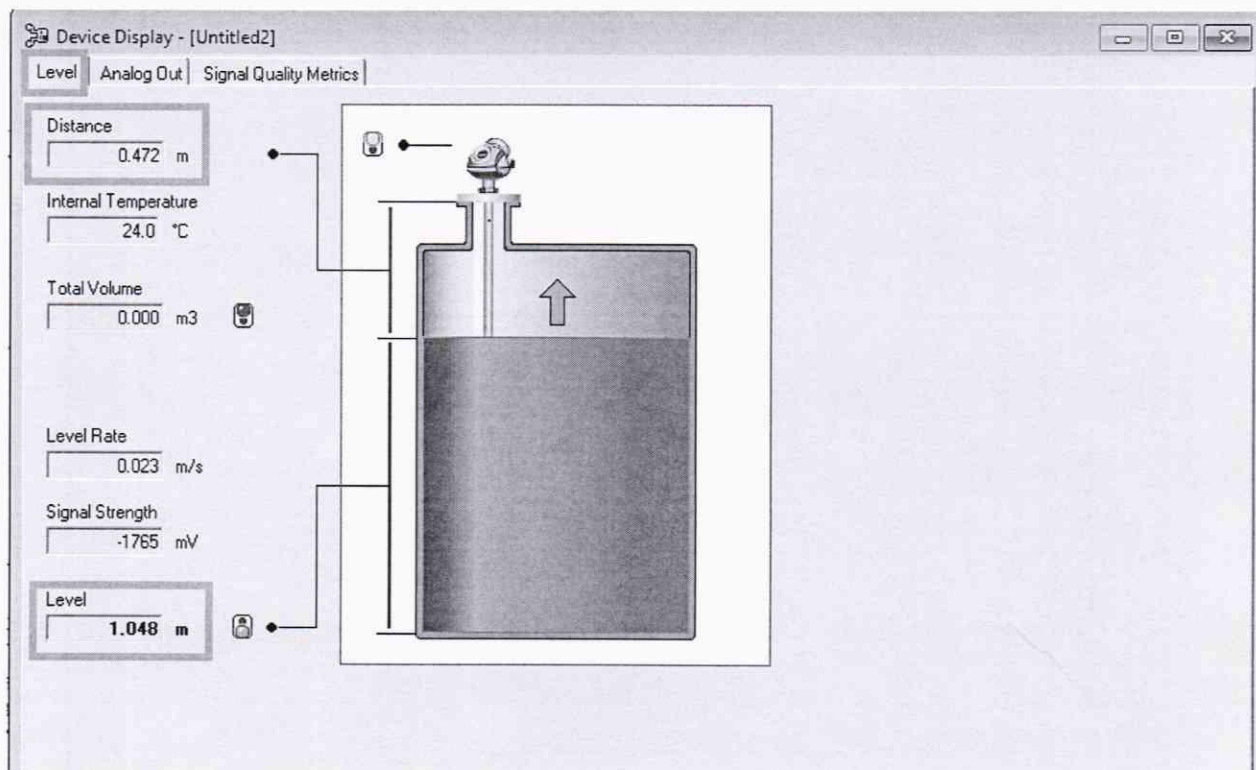
- перейти в Setup (установка) > Guided Setup (пошаговая установка);
- нажать кнопку Run Wizard for guided setup (запустить мастер пошаговой установки) и следовать инструкциям;
- убедиться, что от нижней части реперного отражателя до уровня продукта

остается по меньшей мере 500 мм (или резервуар пуст).

Примечание: В ходе тестирования устройство не будет показывать измеренное значение уровня поверхности продукта.

Запуск режима измерений расстояния до реперного отражателя с помощью программного обеспечения Rosemount Radar Master осуществляют следующим образом:

- перейти в Setup > Advanced;
- нажать Level Supervision tab;
- нажать Start;
- перейти в Tools > Device Display, выбрать Level.



Сравнивают измеренное расстояние до реперного отражателя с записью в паспорте, сделанной при установке уровнемера.

Значение погрешности уровнемера определяют по формуле:

$$\Delta = X - R \quad (13)$$

где R - значение уровня до реперного отражателя из паспорта на уровнемер, мм,  
X - значение уровня, измеренное уровнемером до реперного отражателя, мм.

Уровнемер считают прошедшим поверку, если на поверяемой точке значение погрешности не выходит за пределы допускаемой основной погрешности уровнемера, указанные в описании типа на уровнемер.

## 7 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1. Результаты поверки оформляют протоколом поверки, произвольной формы.

7.2. Положительные результаты первичной поверки оформляют свидетельством о поверке на уровнемер или записью в паспорте в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815.

7.3. Положительные результаты периодической поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815. Знак поверки наносится на паспорт уровнемера и (или) на свидетельство о поверке.

7.4. При отрицательных результатах первичной поверки уровнемер считают непригодным к применению и в эксплуатацию не допускают.

При отрицательных результатах периодической поверки уровнемер считают непригодным к применению и оформляют извещение о непригодности уровнемера с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815.

Начальник отдела 208  
ФГУП «ВНИИМС»



Б.А. Иполитов

Научный сотрудник  
отдела 208 ФГУП «ВНИИМС»



М.Е. Чекин

## Приложение А

Зоны пониженной точности измерений в зависимости от типа зонда.

Таблица А.1

| Тип зонда            | Верхняя зона пониженной точности А, мм | Нижняя зона пониженной точности В, мм |
|----------------------|--|---------------------------------------|
| Коаксиальный         | 190                                    | 20                                    |
| Коаксиальный большой | 40                                     | 20                                    |
| Двойной жесткий      | 250                                    | 20                                    |
| Двойной гибкий       | 250                                    | 20                                    |
| Прочие типы зондов   | 250                                    | 10                                    |

Примечание:

У зондов, предназначенных для паровых сред, с отражателем в конструкции, верхнюю зону пониженной точности А отчитывать от конца отражателя.

