

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

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н. В. Иванникова

2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры 5300

Методика поверки
МП 208-022-2020

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 ± 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 ± 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 среднеарифметическое значение результатов наблюдений за результат измерения в данной точке.

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

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

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

x_k – 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 Xi – значение расстояния, измеренное уровнемером в i-ой поверяемой точке диапазона измерений, мм;

Li – 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 δ_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 пульпы).

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 ± 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 ± 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);
 α_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_{Π} - базовая высота резервуара, определенная с помощью рулетки, во время поверки уровнемера, мм;

α_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 Δ , мм, по формуле (10) или значение относительной погрешности уровнемера δ , %, 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 Δ , мм, по формуле (11) или значение относительной

погрешности уровнемера δ , %, 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 приемо-передающим устройством, демонтированного с зонда поверяемого уровнемера и установленного на вспомогательный зонд.

При демонтаже измерительного преобразователя с приемо-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 приемо-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:

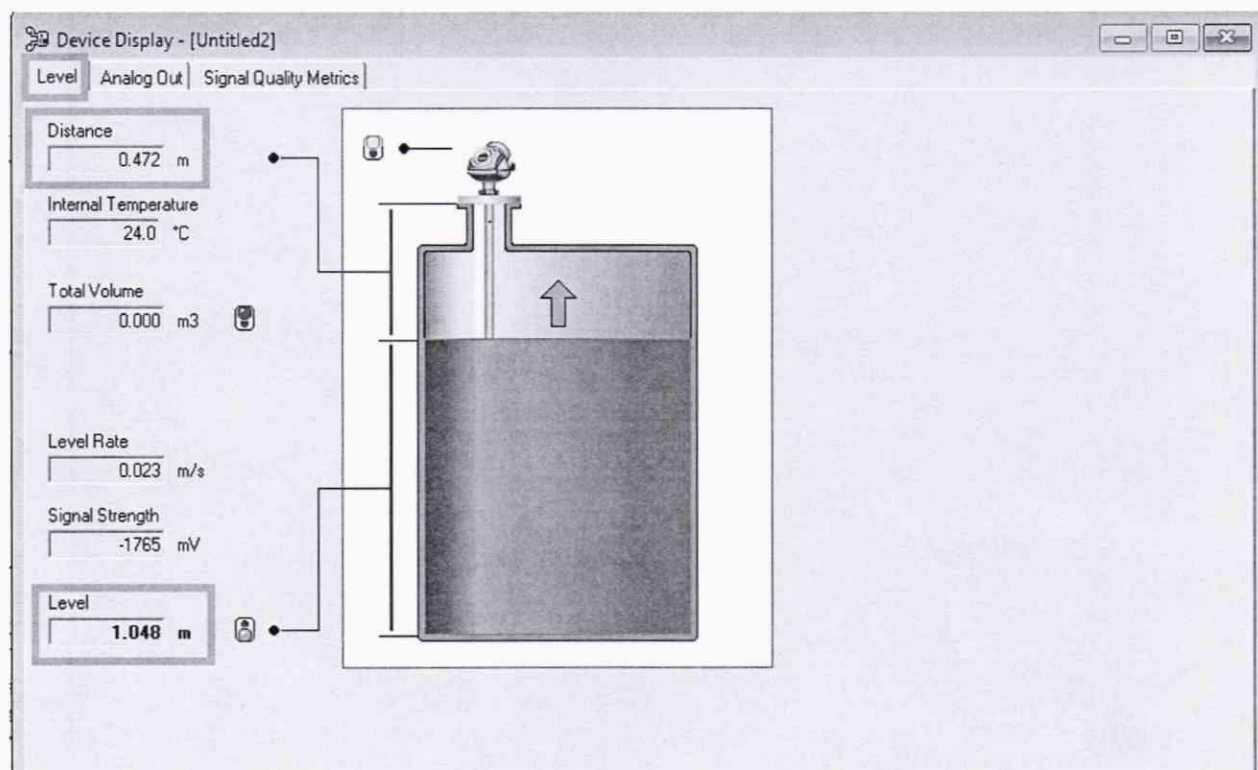
- перейти в Setup (установка) > Guided Setup (пошаговая установка);
- нажать кнопку Run Wizard for guided setup (запустить мастер пошаговой установки) и следовать инструкциям;
- убедиться, что от нижней части реперного отражателя до уровня продукта

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 осуществляется 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.

