

СОГЛАСОВАНО
Зам. Руководитель ЛОЕИ
ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»



Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры буйковые BW25

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-187/06-2020

2021 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения	3
2. Операции поверки	3
3. Условия поверки	3
4. Требования к поверителю	4
5. Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6. Требования безопасности	4
7. Внешний осмотр	5
8. Подготовка к поверке и опробование	5
9. Проверка программного обеспечения	6
10. Определение метрологических характеристик	6
11. Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	7
12. Оформление результатов поверки	8
Приложение А	9
Приложение Б	11

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на уровнемеры буйковые BW25 (далее по тексту – уровнемеры), изготовленные «KROHNE S.A.S.», Франция и устанавливает методы их первичной поверки до ввода в эксплуатацию, после ремонта и периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Настоящая методика поверки разработана в соответствии с требованиями Приказа № 2907 от 28.08.2020 «Об утверждении порядка установления и изменения интервала между поверками средств измерений, порядка установления, отмены методик поверки и внесения изменений в них, требования к методикам поверки средств измерений».

1.3 Уровнемеры обеспечивают прослеживаемость к:

ГЭТ2-2010 в соответствии с Приказом № 3459 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов»;

ГЭТ199-2018 в соответствии с Приказом № 3459 от 30 декабря 2019 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов»;

ГЭТ3-2020 Государственный первичный эталон единицы массы (килограмма) в соответствии с Приказом № 2818 от 29 декабря 2018 г. «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы».

1.4 На основании письменного заявления собственника не допускается проведение поверки на меньшем числе поддиапазонов измерений, с обязательным указанием в приложении к свидетельству о поверке информации о поверенных диапазонах измерений.

2. Операции поверки

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	7	да	да
2. Подготовка и опробование	8	да	да
3. Проверка программного обеспечения*	9	да	да
4. Определение метрологических характеристик	10	да	да
5. Подтверждение соответствия метрологическим требованиям	11	да	да
6. Оформление результатов поверки	12	да	да

* Проводиться только в случае наличия модулей ESK

2.2 Последовательность проведения операций поверки обязательна.

2.3 Если при проведении той или иной операции получают отрицательный результат, дальнейшую поверку прекращают, а уровнемер бракуют.

3. Условия поверки

3.1 При проведении поверки в лаборатории соблюдают следующие условия:

-температура окружающего воздуха, °С	от 15 до 25
-относительная влажность воздуха, %	не более 75
-атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

3.2 В помещении не должно быть сквозняков и сильных конвекционных воздушных потоков.

3.3 Должны отсутствовать источники вибрации, влияющие на работу уровнемеров.

4. Требования к поверителю

4.1 К проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на поверяемый уровнемер и средства измерений, участвующих при проведении поверки.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Средства поверки.

Номер пункта методики поверки	Наименование эталонных средств измерений или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, основные метрологические и технические характеристики
Основные средства поверки	
8.2,10	Калибратор процессов многофункциональный FLUKE-726 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 52221-12)
10.1	Штангенциркуль ЩЦ-III (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 7706-00), с диапазоном измерений до 250 мм
10.1	Рулетка измерительная металлическая Р5УЗД с диапазоном измерений до 5 метров (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде № 71665-18)
10.2	Весы III класса точности по ГОСТ OIML R 76 1 2011
10.3	Рабочие эталоны единицы массы 4-го разряда в соответствии и приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2818 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы (гири класса М ₁ по ГОСТ OIML R 111-1-2009), диапазон измерений до 5,0 кг
Вспомогательное оборудование	
8.2,10	Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7М-Д (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде №15500-12)
10	Стойка для установки уровнемера (согласно рис. 1)
<p><i>Примечания</i></p> <p>1 Допускается применение аналогичных средств поверки и вспомогательного оборудования, обеспечивающих определение метрологических характеристик уровнемеров с требуемой точностью.</p> <p>2 Все средства измерений, используемые при поверке уровнемеров, должны быть зарегистрированы в Федеральном информационном фонде средств измерений утвержденного типа и иметь действующие свидетельства о поверке или быть аттестованы в установленном порядке.</p>	

6. Требования безопасности

6.1 Все операции поверки, предусмотренные настоящей методикой поверки, экологически безопасны. При их выполнении проведение специальных защитных мероприятий по охране окружающей среды не требуется.

6.2 При проведении поверки соблюдаются требования безопасности, определяемые:

- правилами безопасности труда и пожарной безопасности, действующими на

предприятию;

- правилами безопасности при эксплуатации используемых эталонных средств измерений, испытательного оборудования и поверяемого уровнемера, приведенными в эксплуатационной документации.

6.3 Монтаж электрических соединений проводится в соответствии с ГОСТ 12.3.032-84.

6.4 К электрическому монтажу допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», прошедшие специальную подготовку и имеющих удостоверение на право проведения поверки.

7. Внешний осмотр

7.1 Внешний осмотр проводится визуально.

7.2 При внешнем осмотре устанавливают соответствие уровнемера следующим требованиям:

- комплектность уровнемера соответствует требованиям эксплуатационной документации на уровнемер;

- отсутствуют механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики уровнемера, а также препятствующие проведению поверки;

- информация на табличке уровнемера соответствует требованиям эксплуатационной документации;

- исполнение уровнемера соответствует его маркировке.

8. Подготовка к поверке и опробование

8.1 Уровнемеры поверяют имитационным методом эталонными гирями выполняют следующие подготовительные работы:

8.1.1 Проверка соблюдения условий по п. 3

8.1.2 Подготовка к работе уровнемера и средств поверки согласно их эксплуатационной документации.

8.1.3 Проверка комплектности, маркировки и правильности монтажа средств поверки и поверяемого уровнемера в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

8.1.4 Проверка наличия действующих свидетельств о поверки средств измерений или оттисков знака поверки.

8.1.5 Проведение мероприятий по технике безопасности по п. 6.

8.1.6 Проверка соответствия установочных параметров уровнемера данным паспорта:

- диапазон измерения;

- длина, диаметр, масса стержня-вытеснителя (далее буйка);

- рабочая жидкость и ее параметры (плотность, давление, температура).

8.1.7 Устанавливают уровнемер на специальную стойку. Пример специальной стойки представлен на рисунке 1.

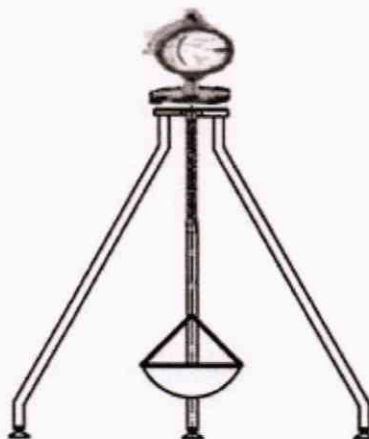


Рисунок 1 – Монтаж уровнера

8.2 Опробование.

8.2.1 При опробовании определяют работоспособность уровнера в следующей последовательности:

- подключить уровнер (для уровнеров с модулями ESK), согласно РЭ;
- поместить на подвеску для грузов груз, приводящий показания уровнера в середину его шкалы;
- при подтягивании рукой подвески для грузов вверх показания индикатора должны расти, а при подтягивании вниз – уменьшаться.

Для уровнеров с токовым выходом так же должны измениться показания миллиамперметра, подключенного к этому выходу.

8.2.2 Результат считают положительным если, значения уровня, индицируемые на индикаторе, либо значения токового выходного сигнала, мА, равномерно увеличиваются и уменьшаются в зависимости от изменения массы грузов.

9. Проверка программного обеспечения

9.1 Идентификация программного обеспечения (далее по тексту - ПО) (только для уровнеров с модулями ESK).

9.1.1 В качестве идентификатора ПО принимают номер версии ПО. Для определения версии ПО необходимо подключить уровнер к персональному компьютеру (далее по тексту - ПК), согласно эксплуатационной документации. В меню программы PACTware, установленной на ПК, зайти в меню Setup/Device information/identification и считать номер версии ПО в графе Firmware Version.

9.1.2 Результат считают положительным, если номер версии ПО уровнера соответствует указанному в Описание типа.

10. Определение метрологических характеристик

10.1 Определение объема буйка.

Диаметр буйка измеряют штангенциркулем в трех точках: на двух концах и в средней части. Измерение выполняют не менее трех раз в каждой точке длины буйка и вычисляют их среднеарифметическое значение. Длину цилиндрической части буйка измеряют рулеткой также не менее трех раз и вычисляют их среднеарифметическое значение.

Рассчитывают объем буйка V , м³ по формуле (1):

$$V = \pi L D^2 / 4 \quad (1)$$

где L – среднеарифметическое значение длины буйка, м;

D – среднеарифметическое значение диаметра буйка, полученное по результатам трех измерений, м.

Результаты поверки считают положительными, если рассчитанное значение объема буйка уровнемера отличается от значения, приведенного в паспорте, не более, чем на $\pm 0,2\%$.

10.2 Определение массы буйка.

Массу буйка определяют взвешиванием на весах. Взвешивание повторяют не менее трех раз и вычисляют среднеарифметическое значение.

Результаты поверки считают положительными, если среднеарифметическое значение массы буйка уровнемера отличаются от значения, приведенного в паспорте, не более чем на $\pm 0,2\%$.

10.3 Определение метрологических характеристик уровнемера.

Определение проводится методом, основанным на формировании воздействия всех сил, действующих на боек уровнемера в условиях эксплуатации (масса буйка, выталкивающая сила и сила упругости пружины), поверочными грузами с массой, эквивалентной действию указанных сил в условиях поверки.

Последовательно изменяя массу поверочных грузов, проходят полный диапазон измерения от минимальной H_{\min} до максимальной H_{\max} отметки шкалы прибора. Далее проходят диапазон в обратную сторону от H_{\max} до H_{\min} . При этом количество точек поверки в одну сторону должно быть не менее пяти.

Массы поверочных грузов, соответствующих выбранным точкам, выбирают согласно Протокола первичной поверки, который направляется Заказчику при поставке уровнемера.

В случае утери или отсутствия Протокола необходимо обратиться в ООО "КРОНЕ Инжиниринг" для проведения расчета, согласно аттестованного алгоритма расчета масс поверочных грузов с использованием программы KROBWCAL. Основные формулы расчета масс поверочных грузов приведены в Приложении Б.

Метод поверки, алгоритмы для расчета масс поверочных грузов (следует учесть, что масса поверочных грузов складывается из массы гирь и подвеса) и программа KROBWCAL, реализующая эти алгоритмы, разработаны фирмой "KROHNE Messtechnik GmbH & Co. KG" (Германия) и аттестованы ФГУП "ВНИИР" с выдачей "Свидетельства № 82601-06 о метрологической аттестации алгоритма и программы обработки результатов при поверке уровнемеров буйковых ВВ 25" от 28.08 2006 года.

В каждой точке шкалы $H_{\text{расч}}$ регистрируют показания индикатора $H_{\text{изм}}$. Для уровнемеров с токовым выходом для каждой точки $I_{\text{расч}}$ дополнительно регистрируют показания миллиамперметра $I_{\text{расч}}$.

В каждой точке проводят не менее трех измерений и вычисляют среднеарифметические значения $H_{\text{изм}}$ (для уровнемеров с токовым выходом и $I_{\text{расч}}$).

11. Подтверждение соответствия метрологическим требованиям.

11.1 На основе среднеарифметических значений $H_{\text{изм}}$ для каждой отметки шкалы прибора вычисляют приведенную погрешность уровнемера, по формулам (2, 3):

- по показаниям индикатора:

$$\gamma = \frac{H_{\text{изм}} - H_{\text{расч}}}{H_{\text{max}} - H_{\text{min}}} \cdot 100\% \quad (2)$$

где $H_{\text{изм}}$ – показания индикатора уровнемера, мм;

$H_{\text{расч}}$ – расчетное значение уровня, соответствующее массе набора гирь, мм;

H_{max} – верхний предел диапазона измерений уровня, мм;

H_{min} – нижний предел диапазона измерений уровня, мм;

- по показаниям миллиамперметра (если имеется токовый выход):

$$\gamma = \frac{I_{изм} - I_{расч}}{I_{min} - I_{max}} \cdot 100 \% \quad (3)$$

где: $I_{изм}$ – показания миллиамперметра, мА;
 $I_{расч}$ – расчетное значение тока, мА;
 I_{min} – минимальное значение тока (4 мА);
 I_{max} – максимальное значение тока (20 мА);

11.2 Результаты считаются положительными, если полученные значения погрешности не превышают предельных значений, указанных в Описании типа.

12. Оформление результатов поверки

12.1 Сведения о результатах поверки уровнемеров передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ

12.1.1 Результаты первичной поверки рекомендуется оформлять протоколом по форме, приведенной в приложении А.

12.1.2 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку положительные результаты поверки, оформляют записью в Паспорте, удостоверенной подписью поверителя и нанесением знака поверки или выдают свидетельство о поверке по установленной форме, соответствующей действующему законодательству.

12.1.3 По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку в случае отрицательных результатов поверки, выдает извещения о непригодности к применению средства измерений.

Инженер по метрологии
 ООО «ПРОММАШ ТЕСТ»

А.С. Машков

Приложение А
(рекомендуемое)

Протокол поверки № _____

Место проведения поверки:	
Наименование СИ:	Уровнемер буйковый BW25
Серийный номер СИ:	
Измеряемый параметр:	
Плотность жидкости, кг/м ³ :	
Уровень жидкости, соответствующий, мм:	
4 мА	мм
20 мА	мм
Температура воздуха:	
Атмосферное давление:	
Относительная влажность:	
НД на методику поверки:	
Эталоны и вспомогательное оборудование: (Тип, №, дата очередной поверки)	

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ:

1. Внешний осмотр
 - 1.1. Результаты внешнего осмотра (п.7) Годен/ Не годен
2. Опробование (п.8.2)
 - 2.1. Результаты опробования: Годен/ Не годен
3. Определение метрологических характеристик (п.10)
 - 3.1. Определение объема буйка уровнемера (п.10.1)

Объем буйка уровнемера, м ³		Разность, м ³	Допускаемая разность, м ³
Расчет V, м ³	По технической документации		

- 3.2. Определение массы буйка уровнемера (п.10.2)

Масса буйка уровнемера, г		Разность, г	Допускаемая разность, г
Масса, г	По технической документации		

3.3. Определение метрологических характеристик уровнемера (п.10)

Уровень мм	Масса груза по весам М, г	Показания миллиамперметра (дисплея), мА, мм.		Приведенная погрешность, %	Допускаемое значение погрешности, %
		Расчетное значение	Измеренное значение		
Прямой ход					
Обратный ход					

Заключение: _____

_____ годен/не годен

Поверитель: _____ / _____

Дата: " " 20 г.

Приложение Б (справочное)

Масса набора гирь с учетом выталкивающей силы жидкости и газа с учетом длины хода и жесткости пружины, в зависимости от глубины погружения буйка определяют по формуле (1):

$$M_{гх} = (M_б - (V_x \cdot \rho_{ж} + (V_б - V_x) \cdot \rho_{г})) \cdot (1 + K \cdot (T_r - T_{ну})) \quad (1)$$

где $M_б$ – масса буйка, измеренная в воздухе при 20 °С, кг;
 V_x – объем части буйка, находящейся в жидкости, м³, (с учетом рабочего хода пружины);
 $V_б$ – полный объем буйка, м³;
 K – температурный коэффициент жесткости пружины, зависит от материала используемой в приборе пружины, 1/°С;
 $\rho_{ж}$ – плотность жидкости в рабочих условиях, кг/м³;
 $\rho_{г}$ – плотность газа в рабочих условиях, кг/м³;
 T_r – температура рабочей среды, °С;
 $T_{ну}$ – температура при нормальных условиях - 20 °С.

Материал пружины указан в паспорте на уровнемер:

- $K=0,000500$ - для пружин из стали 1.4571 (316Ti) с температурой рабочей среды до 100 °С,

- $K=0,000258$ - для пружин из стали (сплава) ATS 340 с температурой рабочей среды более 100 °С.

Объем части буйка, находящейся в жидкости, м³, (с учетом рабочего хода пружины), вычисляют по формуле (2):

$$V_x = (L_б - L_p) \cdot (L_x/100) \cdot (3,14 \cdot (D_б)^2/4) \quad (2)$$

где $L_б$ - длина буйка уровнемера, м;
 L_x - глубина погружения буйка по шкале уровнемера в %;
 L_p – рабочий ход пружины - 0,03 м (необходимо уточнить у производителя прибора);
 $D_б$ - диаметр буйка уровнемера, м.

Полный объем буйка, м³, вычисляют по формуле (3):

$$V_б = L_б \cdot (3,14 \cdot (D_б)^2/4) \quad (3)$$

Плотность газа в рабочих условиях, кг/м³ вычисляется по формуле (4);

$$\rho_{г} = \rho_{гну} \cdot P_r \cdot (273 + T_r) / P_{ну} \cdot (273 + T_{ну}) \quad (4)$$

где $\rho_{гну}$ - плотность газа при нормальных условиях, кг/м³;
 P_r - давление рабочей среды абсолютное, бар;
 $P_{ну}$ - давление абсолютное при нормальных условиях - 1 бар.

Примечание

Если плотность газа не указана в заявке, то компания KROHNE для расчета использует плотность воздуха равную 1,293 кг/м³ при нормальных условиях.