

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

« 25 » декабря 2017 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
ДАТЧИКИ УРОВНЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ 40224300**

**Методика поверки
МП 208-073-2017**

**г. Москва
2017**

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Область применения	3
2.	Нормативные ссылки	3
3.	Термины, определения и обозначения	3
4.	Операции поверки	3
5.	Средства поверки.....	4
6.	Требования безопасности и требования к квалификации поверителей.....	4
7.	Условия поверки.....	4
8.	Подготовка к поверке.....	5
9.	Проведение поверки.....	6
9.1	Внешний осмотр.....	6
9.2	Опробование	6
9.3	Определение метрологических характеристик	7
10.	Оформление результатов поверки	10
	Приложение А	11

1. Область применения

Настоящая методика распространяется на датчики уровня ультразвуковые 40224300 (далее – датчики уровня), изготавливаемые фирмой «National Oilwell DHT, L.P. dba MD TOTCO», США, на производственной площадке фирмы «Ametek Drexelbrook», США и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – 2 года.

2. Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 28725-90 Приборы для измерения уровня жидкостей и сыпучих материалов. Общие технические требования и методы испытаний

ГОСТ 8.321-2013 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Уровнемеры промышленного применения. Методика поверки

ГОСТ 8.477-82 ГСИ. Государственная поверочная схема для средств измерений уровня жидкости

ГОСТ 12.0.004-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

Приказ Минпромторга России №1815 от 02 июля 2015 года «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке»

Р 50.2.077-2014 ГСИ. Испытания средств измерений в целях утверждения типа. Проверка защиты программного обеспечения

РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения

Примечание — При использовании настоящей методикой целесообразно проверить действие ссылочных нормативных документов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям, опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при использовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3. Термины, определения и обозначения

В настоящей методике применены термины по ГОСТ 8.321 и РМГ 29

4. Операции поверки

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

Таблица 1 — Операции, выполняемые при поверке

Операции поверки	Пункт	Вид поверки	
		первичная	периодическая
Внешний осмотр	9.1	Да	Да
Опробование:	9.2		
- идентификация программного обеспечения	9.2.1	Да	Да
- проверка функционирования датчика уровня	9.2.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик:	9.3		
- поверка в лабораторных условиях (полный демонтаж)	9.3.1	Да	Да
- поверка без демонтажа	9.3.2	Нет	Да

5. Средства поверки

При проведении поверки применяются следующие эталонные средства измерений:

- установки уровнемерные с непосредственным изменением уровня жидкости или имитатором уровня с диапазоном измерений равным диапазону поверяемого датчика уровня и пределами допускаемой погрешности в соотношении 1/3 к поверяемому датчику уровня;
- рулетка измерительная металлическая с грузом по ГОСТ 7502-98 класса точности 2 с диапазоном измерений равным диапазону поверяемого датчика уровня, погрешностью $\pm(0,3+0,15(L-1))$ мм, где L – число полных и не полных метров в отрезке;
- дальномер лазерный GLM 50 Professional (регистрационный номер 50858-12);
- миллиамперметр с диапазоном измерений постоянного тока от 4 до 20 мА, с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 15 мкА;

Допускается применение других средств поверки с характеристиками, отвечающими вышеуказанным требованиям.

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

6. Требования безопасности и требования к квалификации поверителей

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности, приведенные в эксплуатационной документации на средства поверки и поверяемого датчика уровня. Лица, проводящие поверку должны пройти инструктаж по технике безопасности согласно ГОСТ 12.0.004.

Все работы по монтажу и демонтажу датчиков уровня выполняют при неработающей поверочной установке. Перед монтажом должна быть проверена исправность заземления, разъемных соединений, кабелей связи и питания.

Конструкция соединительных элементов датчиков уровня и поверочной установки должна обеспечивать надежность крепления датчика уровня и фиксацию его положения в течение всего цикла поверки.

Поверку должны осуществлять специалисты организаций, аккредитованных на право поверки, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемый датчик уровня и инструкцию по технике безопасности. К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей, и изучивших настоящую методику, а также специально обученных лиц, работающих под руководством поверителей.

7. Условия поверки

При проведении поверки в лабораторных условиях (при полном демонтаже) датчика уровня должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), °С	от 15 до 25
-относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
-атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7
-разность температур окружающего воздуха и поверочной среды (при поверке на установке с непосредственным изменением уровня жидкости), не более, °С	5

Температура вдоль пути распространения звуковых колебаний должна быть постоянной. В помещении не должно быть сквозняков и сильных конвекционных воздушных потоков.

При проведении поверки без демонтажа в условиях эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

-температура окружающего воздуха и поверочной среды, °С	от 5 до 35
-относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80
-атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7

Должны отсутствовать источники вибрации, магнитных и электрических полей, влияющие на работу датчика уровня.

8. Подготовка к поверке

8.1 Перед проведением первичной поверки выполняют следующие подготовительные работы:

Если датчик уровня поверяется на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости (рис. 1) или на поверочной установке с имитатором уровня, то его монтаж производится в соответствии с руководством по эксплуатации установки.

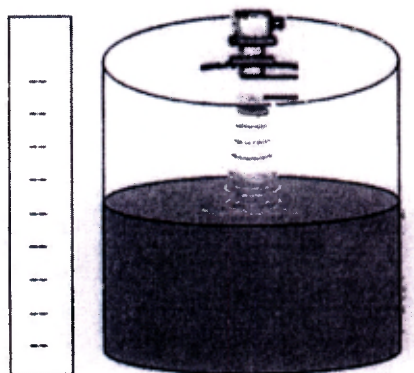


Рисунок 1 - Поверка датчика уровня на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости

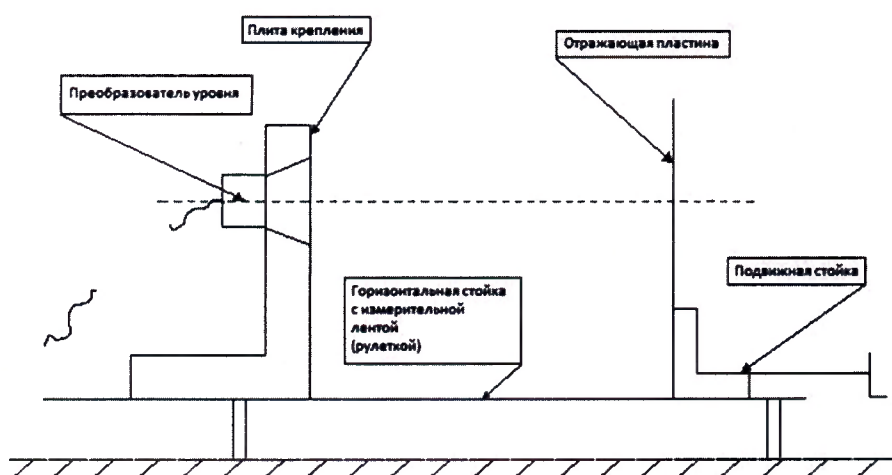


Рисунок 2 - Поверка датчика уровня с помощью лазерного дальномера и отражающей поверхности

Если датчик уровня поверяется с помощью лазерного дальномера, то его монтируют на специальной подставке (рис. 2). В качестве имитатора поверхности измеряемой среды, должна использоваться отражающая поверхность, выполненная из металла (стали, дюраля или латуни), либо дерева размером не менее 800x800 мм. Угол между плоскостью отражающей поверхности и осью излучения датчика уровня должен быть $90\pm 2^\circ$.

Перед проведением работ по поверке выдержать датчик уровня во включенном состоянии при номинальном напряжении в течение 1 часа. Проверить установленные параметры согласно эксплуатационной документации.

8.2 Перед проведением периодической поверки выполняют следующие подготовительные работы:

При поверке с полным демонтажем необходимо:

- демонтировать датчик уровня с резервуара;
- провести поверку руководствуясь п. 8.1 данной методики.

При поверке без демонтажа в условиях эксплуатации с помощью рулетки с грузом необходимо:

- остановить технологический процесс в резервуарном парке и обеспечить перекачку измеряемой жидкости из одной емкости в другую;
- произвести отстой измеряемой жидкости в емкости не менее 2 ч.

9. Проведение поверки

9.1 Внешний осмотр

Внешний осмотр проводится визуально.

При внешнем осмотре необходимо установить соответствие датчика уровня следующим требованиям.

- комплектность датчика уровня должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации фирмы-изготовителя;
- должны отсутствовать механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики датчика уровня, а также препятствующие проведению поверки.

9.2 Опробование

9.2.1. Идентификация программного обеспечения (ПО).

Результат считают положительным, если идентификационные данные (номер версии ПО), появляющиеся на показывающем устройстве датчика уровня при включении последнего, соответствует указанным в таблице 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Наименование ПО
Идентификационное наименование ПО	Model30
Номер версии (идентификационный номер) ПО	6.02.14.08
Цифровой идентификатор ПО	-

9.2.2. Проверка функционирования датчика уровня.

При опробовании проверяется функционирование датчика уровня. Для этого увеличивается и уменьшается расстояние между датчиком уровня и отражающей поверхностью, имитирующей уровень, либо при изменении уровня жидкости, при поверке на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости. Результат считают положительным если, при этом значения уровня выводимые на показывающее устройство датчика уровня, либо передаваемые по цифровому протоколу HART на экран монитора подключенного компьютера, либо значения токового выхода 4-20 мА равномерно увеличиваются и уменьшаются в зависимости от направления перемещения жидкости, отражающей поверхности. Данную операцию проводят на всем диапазоне измерений поверяемого датчика уровня.

9.3 Определение метрологических характеристик

9.3.1 При первичной поверке и при периодической поверке с полным демонтажем

9.3.1.1 Определение основной приведенной погрешности измерений уровня датчиком уровня осуществляется с помощью уровнемерной установки, либо имитатора уровня и эталонного лазерного дальномера.

Основная приведенная погрешность определяется при повышении или понижении уровня жидкости (или путем перемещения имитатора уровня вдоль оси распространения ультразвукового сигнала).

Определение основной приведенной погрешности измерений уровня проводится следующим образом. Задается пять проверяемых точек, равномерно распределенных по всему диапазону измерений уровня:

$$H_n; 0,25H_n; 0,5H_n; 0,75H_n; H_n,$$

где H_n , H_n – значение нижнего и верхнего пределов диапазона измерений уровня поверяемого датчика уровня согласно эксплуатационной документации.

Основная приведенная погрешность определяется при прямом и обратном ходе, т.е. при повышении или понижении уровня жидкости (или путем перемещения имитатора уровня вдоль оси распространения ультразвукового сигнала).

В процессе поверки жидкость (имитатор уровня) устанавливается на требуемое значение уровня. После этого одновременно снимаются показания поверяемого датчика уровня и эталона.

Число измерений на каждой испытываемой отметке должно быть не менее трех.

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

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

где H_i – значение уровня измеренное датчиком уровня (отображаемое на экране показывающего устройства датчика уровня, либо передаваемое датчиком уровня по протоколу HART на экран подключенного компьютера), мм;

n – число измерений.

Основную приведенную погрешность измерений уровня в каждой испытываемой точке определяют по формуле:

$$\gamma = \frac{\bar{H} - H_{\text{э}}}{H_{\text{max}}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где $H_{\text{э}}$ – значение уровня, измеренное с помощью эталона, мм;

H_{max} – верхнее значение диапазона измерений уровня датчика уровня, мм.

Результаты поверки считаются положительными, если основная приведенная погрешность измерений уровня не превышает $\pm 0,15\%$.

9.3.1.2 При снятии значений выходного токового сигнала датчика уровня (4-20 мА), значение измеряемого уровня вычисляют по формуле:

$$H_i = \frac{D \cdot (I_y - 4)}{16} + H_{min} \quad (3)$$

где D – диапазон измерений уровня датчиком уровня, мм;

H_{min} – нижнее значение диапазона измерений уровня датчика уровня, мм

I_y – значение токового выходного сигнала снятого с датчика уровня измеренного миллиамперметром, либо переданного по протоколу HART, в мА.

За результат измерений в каждой поверяемой точке принимается среднее арифметическое значение результатов измерений, определяемое по формуле 1.

Далее значение основной приведенной погрешности в каждой поверяемой точке определяется по формуле 2.

Результаты поверки при использовании информации токового выхода считаются положительными, если значение основной приведенной погрешности измерений уровня при использовании токового выхода не превышает $\pm 0,3$ %.

9.3.2 При периодической поверке без демонтажа определение метрологических характеристик выполняют следующим образом

Допускается проводить периодическую поверку датчиков уровня без демонтажа на месте эксплуатации в случае выполнения следующих условий.

Если среда, где установлены датчики уровня, соответствует требованиям эксплуатационной документации на датчики уровня, и измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным и кипящим при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление), допускается проводить определение погрешности измерений уровня непосредственно на мере вместимости (без демонтажа датчика уровня). При этом поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной, перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено.

Проводят измерение уровня при исходном уровне жидкости в мере вместимости. Измерение уровня осуществляется с помощью рулетки измерительной с грузом. Если имеется возможность заполнения/опорожнения меры вместимости до определенных уровней, значение которых однозначно определены, например, конструкцией резервуара, проходящих трубопроводов или технологическим процессом, то поверка может производиться по данным уровням.

Порядок поверки следующий.

Датчик уровня подготавливаются к поверке согласно п. 8 настоящей методики.

Включить поверяемый уровнемер и зафиксировать на нем нулевую контрольную точку, опустить эталонную измерительную рулетку через измерительный люк меры вместимости и по ее шкале зафиксировать высоту поверхности раздела «жидкость - газовое пространство» (далее - высота газового пространства).

Поправка ΔH_0 , мм, определяется по формуле:

$$\Delta H_0 = H_0^n - H_0^3 \quad (4)$$

где H_0^n - показания поверяемого датчика уровня, мм,

H_0^3 - показание эталонного средства измерений уровня, мм.

Примечание - При применении эталонной измерительной рулетки за значение H_0^3 , мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^Г - T_B^П)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^Г}{m} \cdot [1 + \alpha_s \cdot (20 - T_B^Г)] \quad (5)$$

где H_6 — базовая высота резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, мм;

$\alpha_{ст}$ - температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара, значение которого принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для стали и $10 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для бетона;

α_s - температурный коэффициент линейного расширения материала эталонной измерительной ленты, значение которого принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для стали и $23 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ для алюминия;

$T_B^П$ - температура воздуха при поверке резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, $^\circ\text{C}$;

$T_B^Г$ - температура воздуха при измерении высоты газового пространства, $^\circ\text{C}$;

$(H_0^Г)_i$ - высота газового пространства при i -том измерении, мм;

m - число измерений высоты газового пространства, принимаемое не менее пяти.

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

Уровень жидкости H_y , мм, измеренный датчиком уровня в j -той контрольной отметке, с учетом поправки, определяется по формуле:

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

где $H_{пуj}$ - показание поверяемого датчика уровня, мм

ΔH_0 - поправка на несоответствие показаний поверяемого датчика уровня и эталонной измерительной рулетки, найденная по формуле (4).

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

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

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

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

Для более точного измерения уровня поверхность рулетки необходимо натереть пастой.

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

Уровень жидкости в каждой контрольной точке H_3 , мм, вычислить по формуле:

$$H_3 = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^Г - T_B^П)] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^Г}{m} \cdot [1 + \alpha_s \cdot (20 - T_B^Г)] \quad (7)$$

Определение основной приведенной погрешности измерений уровня производится по формуле 2.

При использовании выходного токового сигнала датчика уровня (4-20 мА), значение измеряемого уровня вычисляют по формуле 3.

Результаты поверки считаются положительными, если значение основной приведенной погрешности измерений уровня не превышает значений:

$\pm 0,15$ % при снятии показаний уровня с показывающего устройства датчика уровня, либо с экрана компьютера подключенного по HART протоколу;

$\pm 0,3$ % использовании выходного токового сигнала датчика уровня (4-20 мА).

10. Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляют протоколом поверки, форма которого приведена в Приложении А, или распечатывают протокол поверки из архива памяти поверочной установки.

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

10.3. При отрицательных результатах первичной поверки датчик уровня считают непригодным к применению и в эксплуатацию не допускают.

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

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Инженер отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Д.Ю. Семенюк

Приложение А

Протокол поверки

Датчик уровня ультразвуковой 40224300 _____

Заводской номер датчика уровня _____

Дата поверки _____

Диапазон измерений уровня _____

Средства поверки _____
(Наименование средства поверки, заводской номер и погрешность, сведения о поверке)

Условия проведения поверки:

Температура окружающего воздуха _____

Относительная влажность воздуха _____

Атмосферное давление _____

Результаты поверки

1 Внешний осмотр: _____

2 Опробование:

2.1 Идентификация программного обеспечения (ПО).

Получены идентификационные данные ПО датчиков уровня (см. таблицу 1).

Таблица 1.

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	
Номер версии (идентификационный номер) ПО	
Цифровой идентификатор ПО	

2.2 Проверка функционирования датчика уровня _____

3 Определение погрешности измерений уровня (прямой ход / обратный ход)

точка	H_z , мм	H_i , мм	\bar{H} , мм	γ , %	I_i , мА	H_i , мм	\bar{H} , мм	γ , %
H_n								
$0,25 H_n$								
$0,5 H_n$								
$0,75 H_n$								
H_n								

Результат поверки: пригоден/ не пригоден

Поверитель _____ / _____
(подпись)