

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

июня 2017 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ УРОВНЯ УЛЬТРАЗВУКОВЫЕ EasyTREK**

**Методика поверки
МП 208-028-2017**

**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 преобразователи уровня ультразвуковые EasyTREK (далее – преобразователи уровня), изготавливаемые фирмой «NIVELCO Ipari Elektronika Rt.», Венгрия, H-1043, Budapest, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 3 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 12.0.004-90 Система стандартов безопасности труда. 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 преобразователя уровня и пределами допустимой погрешности в соотношении 1/3 к поверяемому датчику уровня;
- рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502-98 класса точности 2 с диапазоном измерений равным диапазону поверяемого преобразователя уровня, погрешностью $\pm(0,3+0,15(L-1))$ мм, где L - число полных и не полных метров в отрезке;
- 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 преобразователей уровня выполняют при неработающей поверочной установке. Перед монтажом должна быть проверена исправность заземления, разъёмных соединений, кабелей связи и питания.

Конструкция соединительных элементов преобразователей уровня и поверочной установки должна обеспечивать надёжность крепления преобразователя 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) преобразователя 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 преобразователя уровня.

8. Подготовка к поверке

8.1 Перед проведением первичной поверки выполняют следующие подготовительные работы:

Если преобразователь 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.

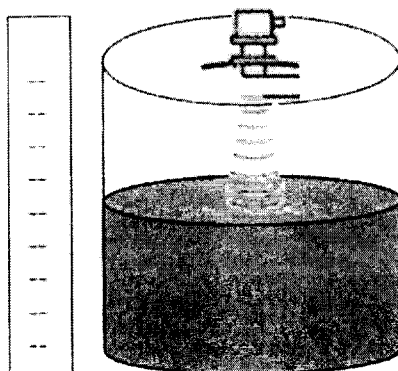


Рисунок 1 - Поверка преобразователя уровня на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости

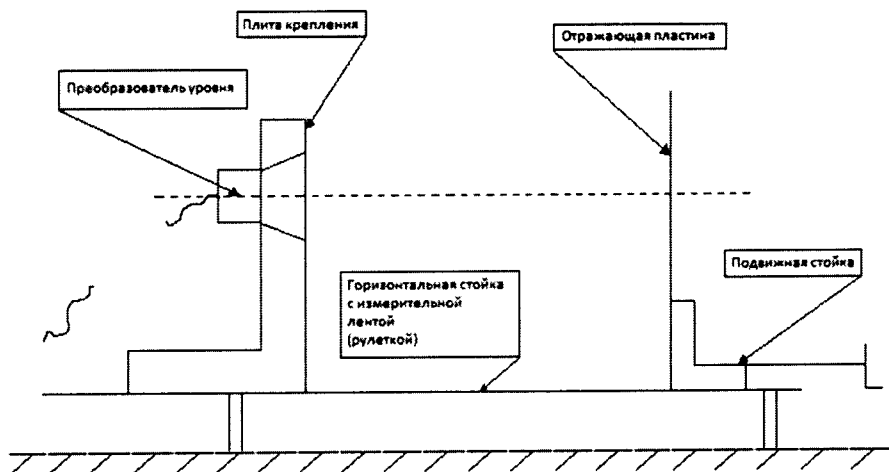


Рисунок 2 - Поверка преобразователя уровня с помощью рулетки и отражающей поверхности

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

Перед проведением работ по поверке выдержать преобразователь 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 преобразователь уровня с резервуара;
- провести поверку руководствуясь п. 8.1 данной методики.

При поверке без демонтажа в условиях эксплуатации необходимо:

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

9. Проведение поверки

9.1 Внешний осмотр

Внешний осмотр проводится визуально.

При внешнем осмотре необходимо установить соответствие преобразователя уровня следующим требованиям.

- комплектность преобразователя уровня должна соответствовать требованиям эксплуатационной документации фирмы-изготовителя;
- должны отсутствовать механические повреждения и дефекты, влияющие на правильность функционирования и метрологические характеристики преобразователя 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 экране монитора компьютера подключенного по протоколу HART к преобразователю уровня при включении последнего, соответствует указанным в таблице 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Наименование ПО
Идентификационное наименование ПО	E-View
Номер версии (идентификационный номер) ПО	2.1.2.41
Цифровой идентификатор ПО	CAB13E0A

9.2.2. Проверка функционирования преобразователя уровня.

При опробовании проверяется функционирование преобразователя уровня. Для этого увеличивается и уменьшается расстояние между преобразователем 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 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 преобразователя уровня.

9.3 Определение метрологических характеристик

9.3.1 При первичной поверке и при периодической поверке с полным демонтажем

Определение основной относительной погрешности измерений уровня преобразователем уровня осуществляется с помощью уровнемерной установки, либо имитатора уровня и эталонной рулетки/дальномера.

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

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

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

где H_n , H_v – значение нижнего и верхнего пределов диапазона измерений уровня испытуемого преобразователя уровня согласно эксплуатационной документации.

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

В процессе испытаний жидкость (имитатор уровня) устанавливается на требуемое значение уровня. После этого одновременно снимаются показания испытуемого преобразователя уровня и эталона.

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

За результат измерений в каждой испытуемой 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 передаваемое преобразователем уровня по протоколу HART на экран подключенного компьютера, мм,

n – число измерений.

Основную относительную погрешность измерения уровня в каждой испытуемой точке определяют по формуле:

$$\delta_H = \frac{\bar{H} - H_s}{H_s} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где H_s – значение уровня, измеренное с помощью эталона, мм;

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

$$H_y = \frac{D \cdot (I_y - 4)}{16} \quad (3)$$

где D – диапазон измерений уровня преобразователем уровня, мм;

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

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

Преобразователь уровня считается выдержавшим испытание, если основная относительная погрешность измерений уровня не превышает пределов допускаемых значений указанных в таблице 3:

Таблица 3 – Пределы допускаемой относительной погрешности

Модификация преобразователя уровня	SCD	SP
Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении расстояния до продукта (уровня) L (без учета разрешения), %	$\pm(0,2+0,1 \cdot \frac{L_{max}}{L})$	$\pm(0,2+0,05 \cdot \frac{L_{max}}{L})$

L_{max} – максимальное расстояние до продукта

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

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

Если среда, где установлены преобразователи уровня, соответствует требованиям эксплуатационной документации на преобразователи 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 преобразователя 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.

Преобразователь 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 проверяемого преобразователя 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:

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

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

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

$(H_0^\Gamma)_i$ - 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 преобразователя уровня.

Уровень жидкости H_y , мм, измеренный преобразователем 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 преобразователя уровня, мм

ΔH_0 - поправка на несоответствие показаний поверяемого преобразователя 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:

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

Определение основной относительной погрешности измерений уровня производится по формуле (2).

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

Результаты поверки считаются положительными, если значение основной относительной погрешности измерений уровня не превышает значений указанных в таблице 3 данной методики.

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 преобразователь уровня в соответствии с Приказом Минпромторга России №1815.

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

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

Начальник отдела 208



Б.А. Иполитов

Приложение А

Протокол поверки

Преобразователь уровня EasyTREK _____
 Заводской номер преобразователя уровня _____
 Дата поверки _____
 Диапазон измерений уровня _____
 Средства поверки _____
 (Наименование средства поверки, заводской номер и погрешность)
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 преобразователей 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 преобразователя уровня _____

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

точка	$H_э$, мм	$H_и$, мм	\bar{H} , мм	ПГ абс, мм	δ_H , %	I_i , мА	\bar{I} , мА	\bar{H} , мм	ПГ абс, мм	δ_H , %
H_n										
$0,25 H_э$										
$0,5 H_э$										
$0,75 H_э$										
$H_э$										

Результат поверки: пригоден/ не пригоден

Поверитель _____ / _____ /
 (подпись)