

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора по
производственной метрологии
ФГУП «ВНИИМС»



Н.В. Иванникова

«21» янв 2020 г.

Государственная система обеспечения единства измерений
Уровнемеры магнитострикционные LMT

Методика поверки
МП 208-001-2020

г. Москва
2020

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Область применения	3
2.	Нормативные ссылки	3
3.	Термины, определения и обозначения	3
4.	Операции поверки	4
5.	Средства поверки	4
6.	Требования безопасности и требования к квалификации поверителей	4
7.	Условия поверки и подготовка к ней	5
8.	Подготовка к поверке	5
9.	Проведение поверки	8
9.1	Внешний осмотр	8
9.2	Опробование	8
9.3	Определение метрологических характеристик	8
10.	Оформление результатов поверки	12
	Приложение А (рекомендуемое)	13

1. Область применения

Настоящая методика распространяется на уровнемеры магнитострикционные LMT (далее – уровнемеры) изготавливаемые ABB Inc. Industrial Automation, США и ABB Engineering (Shanghai) Ltd., Китай, и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками:

1 год для уровнемеров с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня (границы раздела сред) $\leq \pm 3$ мм;

3 года для уровнемеров, работающих при избыточном давлении (кроме работающих с сжиженными газами) или с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня (границы раздела сред) свыше ± 3 мм;

5 лет для уровнемеров для измерений сжиженного газа.

2. Нормативные ссылки

В настоящей методике использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

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

Приказ Росстандарта № 3459 от 30 декабря 2019 года «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов»

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»

ПР 50.2.012-94 ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений

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 пользовании 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 пользовании 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	Вид поверки	
	первичная	периодическая
Внешний осмотр	Да	Да
Опробование	Да	Да
Определение метрологических характеристик		
- поверка в лабораторных условиях (демонтаж)	Да	Да
- поверка без демонтажа в условиях эксплуатации	Нет	Да

5. Средства поверки

При проведении поверки уровнемеров применяют следующее поверочное оборудование:

- рулетка измерительная металлическая по ГОСТ 7502-98 класса точности 2 с диапазоном измерений равным диапазону поверяемого уровнемера (регистрационный номер 60606-15);

- калибратор процессов многофункциональный FLUKE-726, диапазон измерений силы постоянного тока от 0 до 24 мА, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm(0,0002I+00,002)A$, где I – показания калибратора (регистрационный номер 52221-12).

- рабочий эталон 1-го и 2-го разряда согласно Приказа Росстандарта № 3459 от 30 декабря 2019 года с диапазоном измерений равным диапазону поверяемого уровнемера и пределами абсолютной погрешности не превышающим 1/3 от основной погрешности поверяемого уровнемера;

- имитатор уровня, представляющий собой магнитный элемент, имитирующий положение уровня контролируемой среды.

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 уровнемера. Лица, проводящие поверку должны пройти инструктаж по технике безопасности согласно ГОСТ 12.0.004.

Поверку должны осуществлять специалисты организаций, аккредитованных на право поверки, изучившие эксплуатационную документацию на уровнемер, изучивших настоящую методику и инструкцию по технике безопасности.

7. Условия поверки и подготовка к ней

При проведении поверки в лабораторных условиях при полном демонтаже уровнемеров должны быть соблюдены следующие условия:

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

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

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

Внешние электрические и магнитные поля (кроме земного), вибрация, тряска и удары, влияющие на работу составных частей уровнемеров, отсутствуют.

8. Подготовка к поверке

8.1 Перед проведением первичной поверки выполняют следующие подготовительные работы:

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

Если уровнемер поверяется с помощью измерительной рулетки, то его монтируют на специальной подставке и вдоль уровнемера разворачивают эталонную рулетку (рис. 3).

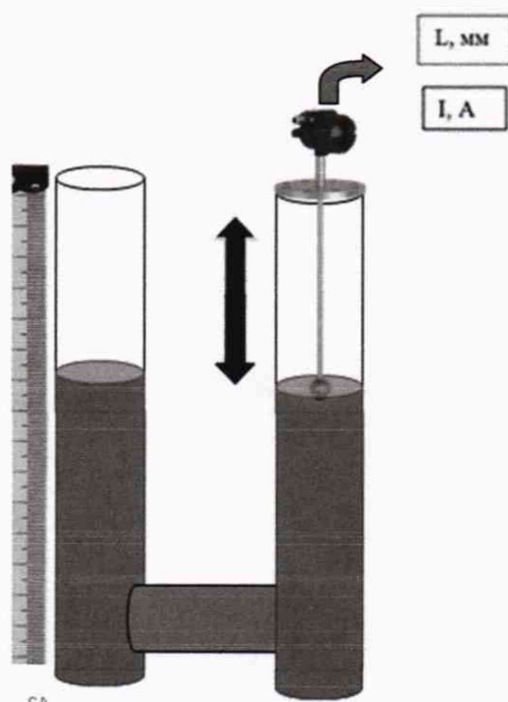
8.2 Перед проведением периодической поверки выполняют следующие подготовительные работы:

При поверке с полным демонтажем необходимо:

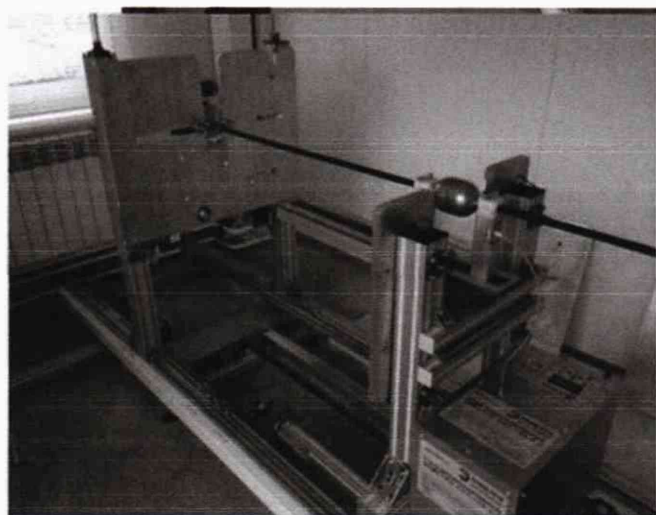
- демонтировать уровнемер с резервуара;
- провести поверку руководствуясь п. 8.1 данной методики.

При поверке без демонтажа в условиях эксплуатации необходимо:

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



a)



б)

Рисунок 1 – Проверка уровнемера на поверочной установке *a)* с непосредственным изменением уровня жидкости *б)* с имитацией изменения уровня жидкости

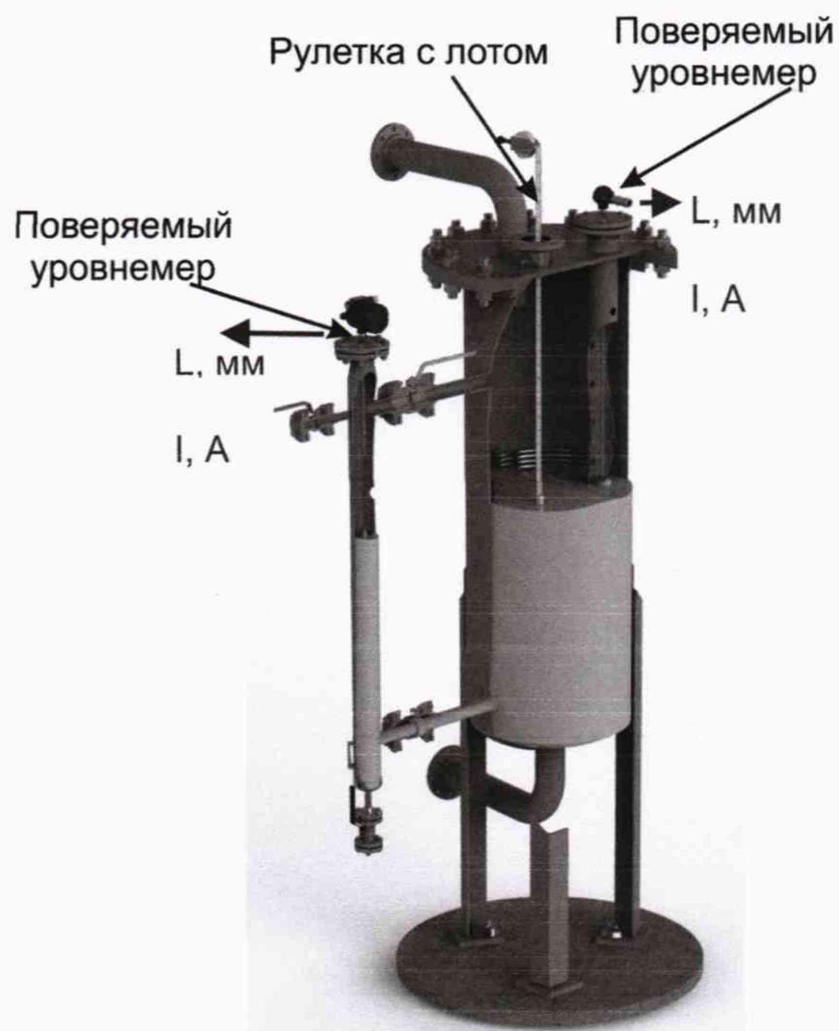


Рисунок 2 – Поверка уровнемера без демонтажа с помощью эталонной рулетки с лотом



Рисунок 3 – Поверка уровнемера с помощью рулетки и магнитного поплавка

9. Проведение поверки

9.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие уровнемера следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений на уровнемере, препятствующих его применению или нормальной работе;
- соответствие информации на маркировочной табличке уровнемера требованиям эксплуатационной документации;
- соответствие комплектности уровнемера указанной в документации.

9.2 Опробование

9.2.1 Проверка функционирования

При проверке функционирования уровнемера убеждаются, что показания уровнемера изменяются при изменении уровня жидкости, при поверке на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости, или перемещении магнитного поплавка вдоль чувствительного элемента, при поверке с помощью установки с имитацией изменения уровня жидкости или эталонной рулетки. При этом показания уровня, считываемые по показывающему устройству, по цифровому выходу, по аналоговому токовому выходу 4-20 мА должны равномерно увеличиваться и уменьшаться в зависимости от направления перемещения жидкости, или магнитного поплавка. Данную операцию проводят на всем диапазоне измерений поверяемого уровнемера.

9.2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» включает:

- определение идентификационного наименования программного обеспечения;
- определение номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения;
- определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) программного обеспечения.

Результат считают положительным, если идентификационные данные (номер версии ПО), появляющиеся на экране монитора компьютера подключенного по протоколу HART к уровнемеру, во вкладке идентификация соответствует указанным в таблице 2.

Таблица 2 - Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение		
	Foundation Fieldbus	PROFIBUS	HART
Идентификационное наименование ПО	LMT_F	LMT_P	LMT_H
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.3	не ниже 1.0.2	не ниже 2.1.3
Цифровой идентификатор ПО	-	-	-

9.3 Определение метрологических характеристик

9.3.1 При первичной поверке и при периодической поверке с демонтажем определение метрологических характеристик выполняют следующим образом.

9.3.1.1 Уровнемер подготавливают к поверке согласно п. 8 настоящей методики.

Далее задается пять поверяемых отметок, равномерно распределенных по всему диапазону измеряемых значений уровня. Основная абсолютная погрешности определяется при повышении и понижении уровня жидкости (или путем перемещения поплавка с магнитом вдоль трубки с чувствительным элементом) в последовательности, приведенной ниже:

- сперва повышается, а затем понижается уровень измеряемой среды в уровнемерной установке (либо перемещается поплавок с магнитом) до каждой поверяемой отметки,

одновременно записывают значение уровня измеренное эталонным средством измерений в этой точке и снимаются показания уровня поверяемого уровнемера по цифровому выходу, либо с показывающего устройства уровнемера в миллиметрах;

- результаты показаний уровнемера и эталонного средства измерений заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении А настоящей методики.

9.3.1.2 Определяют значение основной абсолютной (Δy_i) или относительной (δy_i) погрешности измерений уровня для уровнемеров любой из модификаций по формулам 1 или 2:

$$\Delta y_i = H_{yi} + l_{zero} - H_{эi}, \quad (1)$$

где H_{yi} – значение уровня, измеренное испытуемым уровнемером в i -той точке, мм;

$H_{эi}$ – значение уровня, измеренное эталонным СИ (рулеткой измерительной, либо уровнемерной установкой) в i -той точке, мм;

l_{zero} – поправка, введенная в начальной нижней точке диапазона измерений уровня уровнемера, с целью обнуления показаний.

$$\delta y_i = \frac{\Delta y_i}{H_{эi}} \times 100\%, \quad (2)$$

За результат принимается наибольшее значение основной абсолютной погрешности на всем диапазоне измерений. Результаты поверки считаются положительными, если значение основной абсолютной погрешности измерений уровня в каждой точке не превышает значений указанных в таблице 2 для соответствующей модификации уровнемера.

Таблица 2

Наименование характеристики	Значение
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня (уровня границы раздела сред), мм, для уровнемеров в диапазоне измерений $ML \leq 13000$ мм:	$\pm 1,3$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности измерений уровня (уровня границы раздела сред), %, для уровнемеров в диапазоне измерений $ML > 13000$ мм:	$\pm 0,01$

9.3.1.3 При использовании выходного токового сигнала, определение погрешности измерений уровня производится в следующей последовательности.

Задается пять поверяемых отметок, равномерно распределенных по всему диапазону измеряемых значений уровня.

- сперва повышается, а затем понижается уровень измеряемой среды в уровнемерной установке (либо перемещается поплавков с магнитом) до каждой поверяемой отметки, одновременно записывают значение выходного токового сигнала полученное по показаниям поверяемого уровнемера в мА и измеренное значение уровня эталонным средством измерений в этой точке в миллиметрах;

- результаты показаний уровнемера и эталонного средства измерений заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении А настоящей методики.

- для значений выходного токового сигнала уровнемера в мА проводят пересчет последнего в значение уровня в мм по формуле:

$$H_{измi} = \frac{(I_{измi} - 4) \cdot ML}{16} + H_0 \quad (3)$$

где

$I_{измi}$ – показания поверяемого уровнемера по токовому сигналу в i -той точке, мА;

H_0 – начальное значение уровня, значение уровня в первой опорной точке уровнемера, мм (рекомендуется принять равным нулю);

ML – диапазон измерений уровня поверяемого уровнемера, мм.

После этого определение абсолютной/относительной погрешности измерений уровня по токовому выходу, производится по формуле (1) или (2).

Результаты поверки при использовании информации токового выхода, считаются положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня не превышает допустимых значений определяемых по формуле 4:

$$\Delta H_{\text{допI}} = \sqrt{\Delta_{\text{доп}}^2 + \left(\frac{\gamma}{100} \times ML\right)^2} \quad (4)$$

где $\Delta_{\text{доп}}$ – значение основной абсолютной погрешности измерений уровня определенное в соответствии с таблицей 2;

γ – пределы допускаемой дополнительной приведенной погрешности преобразования значения уровня в стандартный токовый выходной сигнал, 0,1 %;

ML – диапазон измерений уровня уровнемером, мм.

$$ML = L_{\text{ЧЭ}} - (L_{\text{н}} + L_{\text{в}}) \quad (5)$$

где $L_{\text{ЧЭ}}$, $L_{\text{н}}$, $L_{\text{в}}$ – длина ЧЭ, нижней и верхней зоны нечувствительности соответственно.

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

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

Если среда, где установлены уровнемеры, соответствует требованиям эксплуатационной документации на уровнемеры, 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 уровнемера). 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.

Уровеньмеры подготавливаются к поверке согласно п. 8 настоящей методики.

Включают поверяемый уровнемер и фиксируют на нем нулевую контрольную точку, опускают эталонную измерительную рулетку через измерительный люк меры вместимости (рис.2) и по ее шкале зафиксировать высоту поверхности раздела «жидкость – газовое пространство» (далее – высота газового пространства).

Далее определяется значение измеренного уровня соответствующего данной точке считываемого по цифровому выходу уровнемера, либо согласно формуле 3 при использовании токового выходного информационного сигнала.

При применении эталонной измерительной рулетки за значение H_z , мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_z = H_6 \cdot [1 + \alpha_{\text{ст}} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{0ji}^{\Gamma}}{m} \cdot [1 + \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})] \quad (6)$$

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, $^\circ\text{C}$;

$(H_0^Г)_{ij}$ - высота газового пространства при i -том измерении в j -той точке, мм;

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

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.

Повышают уровень жидкости до каждой контрольной отметки, устанавливаемой по эталонной измерительной рулетке, затем уровень жидкости понижают до каждой контрольной отметки, снимают показания средств измерений и результаты, полученные с эталонной измерительной рулетки вносят в протокол поверки уровнемера.

Результаты поверки считаются положительными, если значение абсолютной погрешности измерений уровня не превышает ± 3 мм, либо значений рассчитываемых по формуле 3 для токового выходного информационного сигнала (при этом значение где $\Delta_{доп}$ принимается равным ± 3 мм).

10. Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляют протоколом поверки, форма которого приведена в Приложении А.

10.2. Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте на уровнемер в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 (ред. от 28.12.2018).

Положительные результаты периодической поверки оформляют записью в паспорте, и/или свидетельством о поверке в соответствии с Приказом Минпромторга России от 02.07.2015 №1815 (ред. от 28.12.2018). Знак поверки наносится на паспорт уровнемера и (или) на свидетельство о поверке.

10.3. 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 (ред. от 28.12.2018).

Начальник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Б.А. Иполитов

Научный сотрудник отдела 208
ФГУП «ВНИИМС»

Д.Ю. Семенюк

Приложение А
(рекомендуемое)

Протокол поверки уровнемера LMT _____

Диапазон измерений уровня ML, мм: _____

Выходные информационные сигналы: _____
(цифровой, токовый)

Поверка проводилась _____
(в лаборатории или без демонтажа на месте эксплуатации, условия поверки Т, Р, v)

Средства поверки _____
(наименование, тип, заводской номер, диапазон, разряд, класс или погрешность)

Результаты поверки

- 1 Внешний осмотр: _____
 - 2 Опробование: _____
 - 2.1 Проверка функционирования _____
 - 2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения _____
- Получены идентификационные данные ПО (см. таблицу 1).
Таблица 1.

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

3 Определение погрешности измерений уровня

По цифровому выходу HART, FOUNDATION Fieldbus, Profibus PA / показывающему устройству									
	Прямой ход					Обратный ход			
Точка	$H_{зм},$ мм	$H_y,$ мм	$l_{zero},$ мм	$\Delta H,$ мм	$\Delta_{доп},$ мм	$H_y,$ мм	$l_{zero},$ мм	$\Delta H,$ мм	$\Delta_{доп},$ мм
1									
2									
3									
4									
5									

Аналоговый токовый выход 4-20 мА									
	прямой ход				обратный ход				
Точка	Низм, мм	Изм, мА	$I_p,$ мА	$\gamma I,$ %	Низм, мм	Изм, мА	$I_p,$ мА	$\gamma I,$ %	$\gamma I_{доп},$ %

Результат поверки: _____

Поверитель _____ / _____ /
(подпись)