

УТВЕРЖДАЮ  
Заместитель директора по  
производственной метрологии  
ФГУП «ВНИИМС»



*Н.В. Иванникова*

Н.В. Иванникова

« 11 » мая 2017 г.

**Государственная система обеспечения единства измерений  
ДАТЧИКИ УРОВНЯ ИВЭ-50-5**

**Методика поверки  
МП 208-021-2017**

г. Москва  
2017

**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 .....	5
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 Протокол поверки .....	11
	Приложение Б Схема пломбирования .....	12

## 1. Область применения

Настоящая методика распространяется на датчики уровня ИВЭ-50-5 (далее – датчики уровня), изготавливаемые закрытым акционерным обществом «Предприятие В-1336», г. Пермь, 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 12.0.004-90 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 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	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 допустимой погрешности в соотношении 1/3 к поверяемому датчику уровня;

- рулетки измерительные металлические по ГОСТ 7502-98 класса точности 3 с диапазоном измерений равным диапазону поверяемого датчика уровня, погрешностью  $\pm(0,40+0,20(L-1))$ , где L - число полных метров;

- миллиамперметр с диапазоном измерений постоянного тока от 4 до 20 мА, с пределами допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 25$  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) датчиков 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 1

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

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

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.

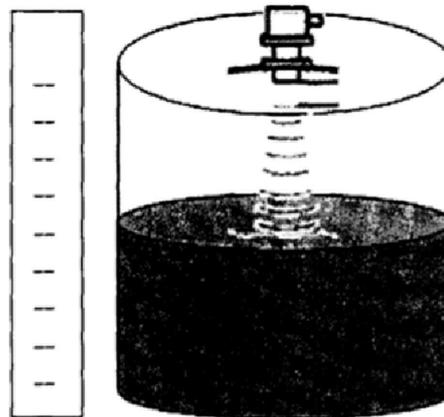


Рисунок 1 – Поверка датчика уровня на поверочной установке с непосредственным изменением уровня жидкости

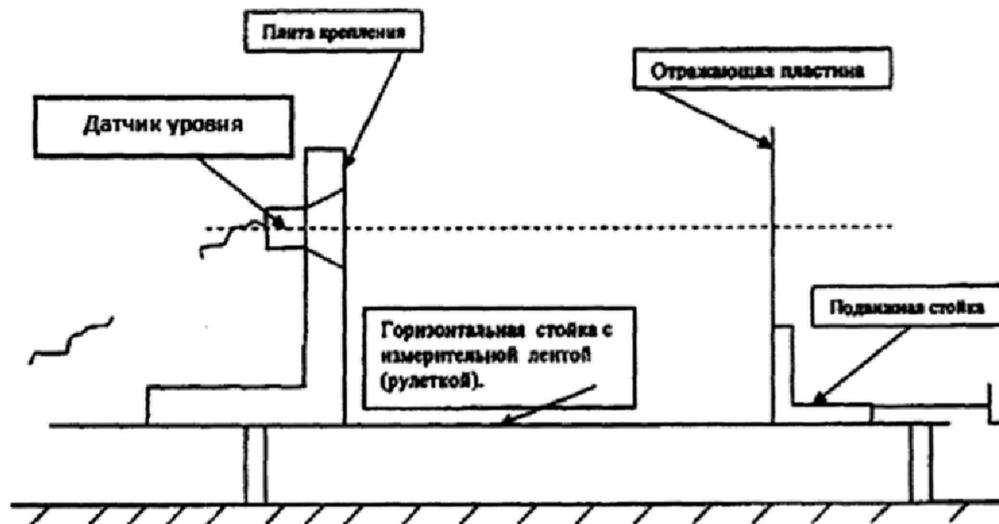


Рисунок 2 – Поверка датчика уровня с помощью рулетки и отражающей поверхности

Если датчик 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, дюраля или латуни), либо дерева размером не менее 800x800 мм.

Перед проведением работ по поверке выдержать уровнемер 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 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 датчика уровня следующим требованиям.

- комплектность датчика уровня должна соответствовать требованиям технической 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 дисплее при выполнении пункта 2.4.18 Руководства по эксплуатации 1336.407632.003РЭ, соответствует указанным в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Наименование ПО
Идентификационное наименование ПО	USM
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v1.01
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 показания уровня на дисплее (или значения уровня передаваемые по цифровому протоколу, либо по аналоговому токовому выходу 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

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

Основная приведенная погрешность определяются при повышении или понижении уровня жидкости (или путем перемещения отражающей плоскости 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  $H_n$ ,  $H_v$  – значение нижнего и верхнего пределов диапазона измерений уровня испытуемого датчика уровня согласно эксплуатационной документации.

Основная приведенная погрешность определяется при прямом и обратном ходу, т.е. при повышении или понижении уровня жидкости (или путем перемещении отражающей плоскости вдоль оси распространения ультразвукового сигнала).

В процессе испытаний жидкость (отражающая плоскость) устанавливается на требуемое значение уровня. После этого одновременно снимаются показания испытуемого датчика 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 по показаниям датчика уровня, мм,  
 $n$  – число измерений.

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

$$\gamma_H = \frac{\bar{H} - H_s}{H_{\max} - H_{\min}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $H_s$  – значение уровня, измеренное с помощью эталона, мм;  
 $H_{\min}$ ,  $H_{\max}$  – минимальное и максимальное значение диапазона измерений датчика уровня, мм.

При использовании миллиамперметра для измерения выходного токового сигнала датчика уровня (4-20 мА), значение измеряемого датчиком уровня расстояния вычисляют по формуле:

$$\bar{H} = H_{\max} - \frac{(H_{\max} - H_{\min})}{16} \times (\bar{I} - 4), \quad (3)$$

где  
 $\bar{I}$  – среднее арифметическое значение результатов измерений силы тока в каждой испытуемой точке, определяемое по формуле:

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^n I_i}{n}, \quad (4)$$

где  
 $I_i$  – значение токового выходного сигнала с датчика уровня измеренного миллиамперметром, в мА.

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

Погрешность в любой точке не должна превышать нормируемого значения в эксплуатационной документации фирмы.

Датчик уровня считается выдержавшим испытание, если основная приведенная погрешность измерений уровня не превышает  $\pm 0,5\%$  на всем диапазоне измерений.

### 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.

Датчики 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  $\Delta H_0$ , мм, определяется по формуле:

$$\Delta H_0 = H_0^{\Pi} - H_0^{\exists} \quad (5)$$

где  $H_0^{\Pi}$  – показания поверяемого датчика уровня, мм,

$H_0^{\exists}$  – показание эталонного средства измерений уровня, мм.

Примечание – При применении эталонной измерительной рулетки за значение  $H_0^{\exists}$ , мм, принять среднее арифметическое значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле:

$$H_0^{\exists} = H_0 \cdot \left[ 1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi}) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^{\Gamma})_i}{m} \cdot \left[ 1 + \alpha_s (20 - T_B^{\Gamma}) \right] \quad (6)$$

где  $H_0$  – 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;

$\alpha_s$  – 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;

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

$T_B^{\Gamma}$  – 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 датчика уровня.

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

$$H_y = H_{\text{пу}j} - \Delta H_0 \quad (7)$$

где  $H_{\text{пу}j}$  – показание поверяемого датчика уровня, мм

$\Delta H_0$  – поправка на несоответствие показаний поверяемого датчика уровня и эталонной измерительной рулетки, найденная по формуле (5).

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  $H_{\Sigma}$ , мм, вычислить по формуле:

$$H_{\Sigma} = H_{\delta} \cdot \left[ 1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^{I'} - T_B^{II}) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^{I'}}{m} \cdot \left[ 1 + \alpha_s (20 - T_B^{I'}) \right] \quad (8)$$

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

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

Результаты поверки считаются положительными, если значение основной приведенной погрешности измерений уровня не превышает  $\pm 0,5\%$ .

## 10. Оформление результатов поверки

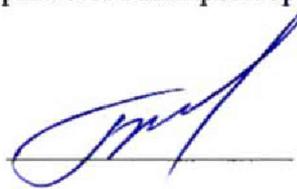
10.1. Результаты поверки оформляют протоколом поверки, форма которого приведена в Приложении А, или распечатывают протокол поверки из архива памяти поверочной установки.

10.2. Положительные результаты первичной/периодической поверки оформляют свидетельством о поверке на датчик уровня в соответствии с Приказом Минпромторга России №1815.

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

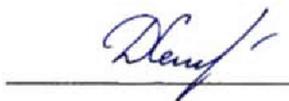
При отрицательных результатах периодической поверки датчик уровня считают непригодным к применению и оформляют извещение о непригодности датчика уровня с указанием причин в соответствии с Приказом Минпромторга России №1815

Начальник отдела 208



Б.А. Иполитов

Инженер отдела 208



Д.Ю. Семенюк

**Приложение А  
Протокол поверки**

Датчика уровня ИВЭ-50-5 \_\_\_\_\_  
 Заводской номер датчика 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 счетчиков (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	ПГ абс, мм	$\gamma$ , %	$I_i$ , мА	$\bar{I}$ , мА	$\bar{H}$ , мм	ПГ абс, мм	$\gamma$ , %
$H_n$										
$0,25H_n$										
$0,5H_n$										
$0,75H_n$										
$H_n$										

Результат поверки: пригоден/ не пригоден

Поверитель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
 (подпись)

Приложение Б  
Схема пломбирования

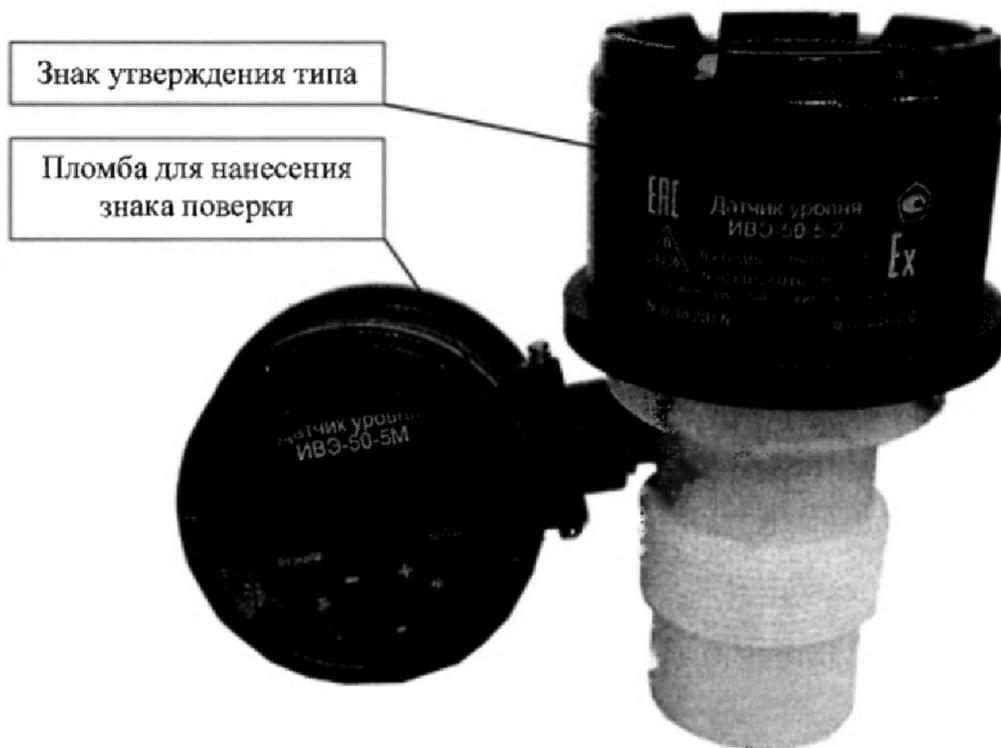


Рисунок 1Б – Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение мест нанесения знака поверки и знака утверждения типа