



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ПРИКЛАДНОЙ МЕТРОЛОГИИ – РОСТЕСТ»
(ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»)

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора
ФБУ «НИЦ ПМ – РОСТЕСТ»

С.А. Денисенко

М.П.



«07» 05 2025 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Уровнемеры микроимпульсные ЭЛМЕТРО-МПУ

Методика поверки

РТ-МП-428-208-2025

г. Москва
2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки	4
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Метрологические и технические требования к средствам поверки.....	4
5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	5
6 Внешний осмотр средства измерений	6
7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	6
8 Проверка программного обеспечения средства измерений	6
9 Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	6
10 Оформление результатов поверки	9
Приложение А	11

1. Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на уровнемеры микроимпульсные ЭЛМЕТРО-МПУ (далее – уровнемеры), изготавливаемые ООО «ЭлМетро Групп», г. Челябинск, и устанавливает объём и методы их первичной и периодической поверок.

1.2. При проведении поверки прослеживаемость поверяемых СИ к государственному первичному эталону единицы длины – метра ГЭТ 2-2021 обеспечивается в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, утверждённой приказом Росстандарта от 30 декабря 2019 года № 3459.

1.3. При определении метрологических характеристик поверяемого средства измерений используются метод непосредственных сличений и прямые измерения.

1.4. Проверка СИ в сокращённом объёме проводится на основании письменного заявления владельца СИ или лица, представившего СИ на поверку, оформленного в произвольной форме, с указанием по какому каналу проводится поверка: по индикатору или цифровому выходному сигналу, с каналом уровня границы раздела жидкостей или без него.

1.5. В результате поверки должны быть подтверждены метрологические требования, приведённые в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические требования

Наименование параметра	Значение параметра
Верхний предел диапазона измерений уровня, м	от 0,5 до 50,0 ¹⁾
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня по индикатору и цифровым выходным сигналам, мм	±2; ±3; ±3,5; ±5; ±10
Пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений уровня раздела жидких сред по индикатору и цифровым выходным сигналам, мм ²⁾	±3; ±5; ±10; ±15; ±25
Пределы допускаемой дополнительной абсолютной погрешности измерений уровня, вызванной изменением температуры окружающей среды от нормальных условий измерений на каждые 10 °C, мм ³⁾	±0,15
Пределы допускаемой дополнительной приведённой (к диапазону преобразования тока) погрешности преобразования значения измеренного уровня среды в стандартный токовый выходной сигнал в рабочем диапазоне температур, %	±0,03
Примечания:	
¹⁾ Фактический верхний предел диапазона измерений зависит от конструкции зонда уровнемера и указывается в паспорте.	
²⁾ В зависимости от исполнения функция измерения раздела жидких сред может отсутствовать (является опцией).	
³⁾ Нормальные условия измерений: температура окружающей среды от +15 °C до +25 °C.	

2. Перечень операций поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Номер раздела (пункта) методики поверки	Обязательность выполнения операций поверки при	
		первой поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр средства измерений	6	да	да
2. Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	да	да
3. Проверка программного обеспечения средства измерений	8	да	да
4. Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	9	да	да
5. Оформление результатов поверки	10	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от 15 °C до 25 °C.

3.2. При проведении периодической поверки в условиях эксплуатации должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха и поверочной среды от минус 5 °C до плюс 40 °C;
- контролируемая среда соответствует требованиям эксплуатационной документации на уровнемеры;
- измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным, кипящим или воспламеняющимся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление);
- перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено;
- поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной;
- поверка уровнемеров во время грозы категорически запрещена.

3.3. Условия поверки не должны противоречить условиям эксплуатации средств поверки.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют эталоны, средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства измерений и вспомогательное оборудование

Пункт МП	Метрологические и технические требования к средствам поверки и оборудованию, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
9.1, 9.2	Рабочие эталоны 1-го, 2-го или 3-го разряда по приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3459 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов». Разряд выбирается исходя из погрешности поверяемого уровнемера	Стенды для поверки и калибровки средств измерений уровня ЭлМетро-СПУ, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде (далее – рег. №) 56506-14; уровнемеры радарные ЭЛМЕТРО-РПУ, рег. № 84697-22; рулетки измерительные металлические РНГ, рег. № 60606-15
9.1	Рабочий эталон 2-го разряда из части 2 Приказа Росстандарта от 29.12.2018 № 2840, (измеритель линейных перемещений лазерный в диапазоне от 0 до 50000 мм), ПГ $\pm(0,02+0,5 \cdot L)$ мкм, где L – измеряемое перемещение, м	Системы лазерные измерительные XL-80, рег. № 35362-13
9.1, 9.2	Рабочий эталон 2-го разряда по приказу Росстандарта от 01.10.2018 № 2091 «Об утверждении государственной поверочной схемы для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 100 А»	Калибратор многофункциональный ЭЛМЕТРО-Паскаль-03, рег. № 73828-19
Вспомогательное оборудование		
7, 9	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -10 °C до +40 °C, ПГ $\pm 0,5$ °C, средство измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 до 90 %, ПГ ± 3 %; средство измерений атмосферного давления в диапазоне от 80 до 106 кПа, ПГ $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6А-Д, рег. № 46434-11
Примечания:		
1. Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		
2. При передаче единицы уровня к средствам измерений погрешность рабочих эталонов, от которых осуществляется передача единицы, должна быть как минимум в три раза меньше, чем погрешность средств измерений.		

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны выполняться следующие требования безопасности:

- к проведению поверки допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности на рабочем месте и имеют группу по технике электробезопасности не ниже второй;
- вся аппаратура, питающаяся от сети переменного тока, должна быть заземлена;
- все разъёмные соединения линий электропитания и линий связи должны быть исправны;
- соблюдать требования безопасности, указанные в технической документации на применяемые средства поверки и вспомогательное оборудование.

6. Внешний осмотр средства измерений

Результат внешнего осмотра считается положительным, если выполняются следующие требования:

- соответствие комплектности СИ и внешнего вида эксплуатационной документации;
- соответствие внешнего вида СИ описанию типа;
- отсутствие механических повреждений, препятствующих проведению поверки;
- наличие заводских номеров и маркировки.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

7. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1. Проверить соответствие условий поверки по п. 3.

7.2. Выдержать СИ не менее 1 часа в условиях, приведённых в п. 3.

7.3. Подготовить СИ, эталоны и вспомогательное оборудование к проведению измерений в соответствии с руководствами по эксплуатации.

7.4. Опробование допускается совместить с определением метрологических характеристик.

7.5. При поверке на месте эксплуатации с помощью рулетки наносят слой бензочувствительной или водочувствительной (при измерениях уровня границы раздела жидких сред (нефть / нефтепродукт – подтоварная вода)) пасты (при необходимости) на участок шкалы рулетки, в пределах которого будет находиться контрольная точка.

8. Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1. Вывести на дисплей уровнемера или HART-коммуникатора, или компьютера данные о программного обеспечения (далее – ПО) в соответствии с руководством по эксплуатации.

Результат проверки считают положительным, если идентификационные данные ПО (номер версии) соответствуют 1.xx.xx, где «xx» может принимать значение от 0 до 9 и не относится к метрологически значимой части ПО.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

9. Определение метрологических характеристик СИ и подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

Определение метрологических характеристик может проводиться любым из нижеперечисленных методов. Измеренную информацию считывают с устройства, поддерживающего соответствующие протоколы (HART или Modbus) или с индикатора (при его наличии).

9.1. Определение погрешности измерений уровня на уровнемерной установке (уровнемером, рулеткой, системой лазерной) в лабораторных условиях

Определение погрешности измерений уровня проводится на пяти проверяемых точках, равномерно распределённых по всему диапазону измерений уровня: H_{min} ; $0,25H_{max}$; $0,5H_{max}$;

$0,75H_{max}$; H_{max} , где H_{min} , H_{max} – значение нижнего и верхнего пределов диапазона измерений уровня поверяемого уровнемера. Допускается отклонение выбранной точки на $\pm 10\%$ относительно рассчитанного значения.

Число измерений на каждой поверяемой точке должно быть не менее двух.

Основную абсолютную погрешность измерений уровня Δ_H , мм, в каждой поверяемой точке определяют по формуле

$$\Delta_H = H_i - H_3, \quad (1)$$

где H_i – уровень, измеренный уровнемером, мм;
 H_3 – уровень, измеренный эталоном, мм.

Примечания:

1. Применение рулетки в качестве эталона допускается только для уровнемеров с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня от $\pm 3,5$ мм (включительно), при этом погрешность эталона, должна быть как минимум в три раза меньше, чем погрешность СИ во всём диапазоне измерений (длины волновода).

2. Определение погрешности измерений уровня раздела жидких сред проводится аналогично, при этом при использовании жидкостной установки (стенда) использовать две плохо смешиваемые жидкости (например, вода и масло), а при использовании установки (стенда) с имитацией изменения уровня жидкости зафиксировать верхний уровень на расстоянии примерно 200 мм от электронного преобразователя уровнемера с помощью специального приспособления (см. приложение А) и проводить поверку канала уровня и уровня раздела сред раздельно.

3. Расстояние между уровнем и уровнем раздела сред должно быть не менее 300 мм.

4. При поверке уровня раздела жидких сред на поверяемом уровнемере через локальный интерфейс нужно включить режим измерения уровня раздела жидких сред (меню Базовые настройки->Межфаза->Наличие->Да).

Результат поверки по данному пункту считают положительным, если погрешность в каждой точке при каждом измерении не превышает значений, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

9.2. Определение погрешности измерений уровня на месте эксплуатации при периодической поверке

Допускается проводить периодическую поверку уровнемеров на месте эксплуатации в случае выполнения следующих условий:

– измеряемый продукт допускает разгерметизацию меры вместимости (продукт не является токсичным, кипящим или воспламеняющимся при атмосферном давлении и температуре окружающей среды, в мере вместимости отсутствует избыточное давление);

– перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено. Поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной.

Если имеется возможность заполнения/опорожнения меры вместимости до определённых уровней, значение которых однозначно определены, например, конструкцией резервуара, проходящих трубопроводов или технологическим процессом, то поверка может производиться по данным уровням.

Количество проверяемых точек должно быть не менее двух.

Включить поверяемый уровнемер и зафиксировать на нём нулевую контрольную отметку, опустить рулетку через измерительный люк меры вместимости и по её шкале зафиксировать высоту поверхности раздела «жидкость – газовое пространство» (далее – высота газового пространства) или считать значения уровня с эталонного уровнемера, установленного на этой же мере вместимости.

Поправку ΔH_0 , мм, определить по формуле

$$\Delta H_0 = H_0^{\Pi} - H_0^{\exists}, \quad (2)$$

где H_0^{Π} – значение уровня, измеренное уровнемером, мм;
 H_0^{\exists} – значение уровня, измеренное эталоном, мм.

Примечание – При применении рулетки за значение H_0^{\exists} , мм, принять значение результатов измерений уровня, вычисляемое по формуле

$$H_0^{\exists} = H_b \cdot [1 + \alpha_{ct} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{0,i}^{\Gamma}}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})], \quad (3)$$

где H_b – базовая высота резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, мм;

α_{ct} – температурный коэффициент линейного расширения материала стенки резервуара;

α_s – температурный коэффициент линейного расширения материала эталонной измерительной ленты;

T_B^{Π} – температура воздуха при поверке резервуара, значение которой определить по протоколу поверки резервуара, °C;

T_B^{Γ} – температура воздуха при измерении высоты газового пространства, °C;

$H_{0,i}^{\Gamma}$ – высота газового пространства при i -том измерении, мм;

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

Повышают (понижают) уровень жидкости до каждой поверяемой точки, снимают показания средства измерений и результаты, полученные с эталона.

Уровень жидкости H_j , мм, измеренный уровнемером в j -той контрольной точке, с учётом поправки, определяют по формуле

$$H_j = H_{\Pi j} - \Delta H_0, \quad (4)$$

где $H_{\Pi j}$ – показание поверяемого уровнемера, мм.

При применении рулетки в качестве эталона высоту газового пространства в каждой поверяемой точке при каждом измерении, определить в следующей последовательности:

1) рулетку, опустить через измерительный люк меры вместимости ниже поверхности жидкости на глубину около 1000 мм;

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

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

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

Уровень жидкости в каждой поверяемой точке $H_{j,\exists}$, мм, вычислить по формуле

$$H_{j,\exists} = H_b \cdot [1 + \alpha_{ct} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{j,i}^{\Gamma}}{m} \cdot [1 - \alpha_s \cdot (20 - T_B^{\Gamma})], \quad (5)$$

Определение погрешности измерений уровня раздела жидких сред проводится аналогично с помощью рулетки и соблюдением условий п. 7.5.

Определение погрешности измерений уровня проводится по формуле (1).

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если погрешность измерений уровня в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

9.3. Определение приведённой (к диапазону воспроизведения тока) погрешности преобразования значения измеренного уровня среды в стандартный токовый выходной сигнал (при наличии токового выхода (4 – 20) мА)

Подключить к уровнемеру СИ силы постоянного электрического тока в соответствии с руководством по эксплуатации.

Последовательно задать на выходе уровнемера значения токового сигнала 4 мА, 8 мА, 12 мА, 16 мА, 20 мА, фиксируя при этом значения, измеренные СИ силы постоянного электрического тока.

Приведённую погрешность γ_I , %, в каждой поверяемой точке определяют по формуле

$$\gamma_I = \frac{I_i - I_0}{I_{\text{диап.}}} \cdot 100, \quad (6)$$

где I_i – значение тока, заданное уровнемером, мА;

I_0 – значение тока, измеренное СИ силы постоянного электрического тока, мА;

$I_{\text{диап.}}$ – диапазон измерений токового выходного сигнала, мА.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если погрешность в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в таблице 1.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

9.4. Определение погрешности измерений уровня при периодической поверке с помощью вспомогательного зонда

Данный метод не допускается при поверке (аттестации) уровнемера в качестве рабочего эталона, а также для уровнемеров с пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня менее ± 3 мм.

Проверка уровнемера проводится с помощью вспомогательного зонда того же типа, который входит в комплект поставки уровнемера, на эталонной уровнемерной установке.

При демонтаже электронного преобразователя необходимо выполнить в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации следующие действия:

- проверить уровнемер на предмет отсутствия сбоев или ошибок измерений;
- зафиксировать в паспорте уровнемера в п.8.3 статус устройства;
- сохранить конфигурацию уровнемера с помощью сервисного ПО «PulseConfig»;
- отключить питание и произвести демонтаж электронного преобразователя с зонда поверяемого уровнемера.

Демонтированный электронный преобразователь установить на вспомогательный зонд, подготовить его к работе согласно руководству по эксплуатации уровнемера.

Определение погрешности измерений проводится аналогично п. 9.1.

Результаты поверки по данному пункту считают положительными, если погрешность в каждой поверяемой точке не превышает значений, указанных в таблице 1, а при диагностике зонда и электронного преобразователя на месте эксплуатации не было ошибок и сбоев.

В противном случае результат по данному пункту отрицательный.

После завершения процедуры поверки электронный преобразователь монтируется обратно в исходный зонд. При этом необходимо загрузить в электронный преобразователь сохраненную ранее конфигурацию с помощью сервисного ПО «PulseConfig».

10. Оформление результатов поверки

10.1. Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

10.2. Сведения о результатах поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

10.3. Положительные результаты поверки удостоверяются отметкой в паспорте и (или) дополнительно по заявлению владельца свидетельством о поверке, оформленным в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

10.4. При проведении поверки в сокращённом объёме в сведениях о результатах поверки СИ в разделе «дополнительные сведения» указать «проверка в сокращённом объёме по индикатору (или цифровому выходному сигналу, или без канала уровня раздела жидкых сред)».

10.5. Знак поверки на СИ не наносится.

10.6. При отрицательных результатах поверки СИ к эксплуатации не допускают и дополнительно по заявлению владельца оформляют извещение о непригодности в соответствии с действующими нормативными документами в области обеспечения единства измерений.

Разработали:

Начальник отдела 208

Б.А. Иполитов

Ведущий инженер отдела 208

А.А. Сулин



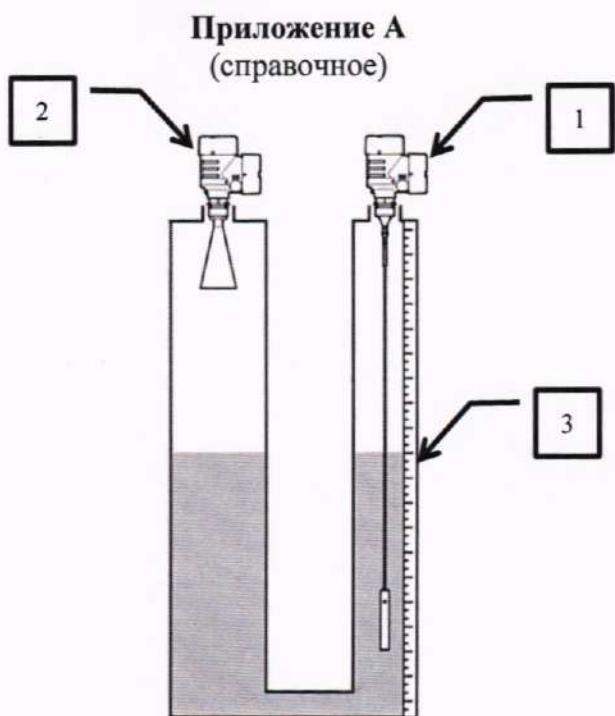


Рисунок А.1 – Пример схемы проведения поверки уровнемера на жидкостной установке (стенде) с помощью уровнемера или рулетки, а также на месте эксплуатации: 1 – проверяемый уровнемер, 2 – эталонный уровнемер, 3 – рулетка измерительная.

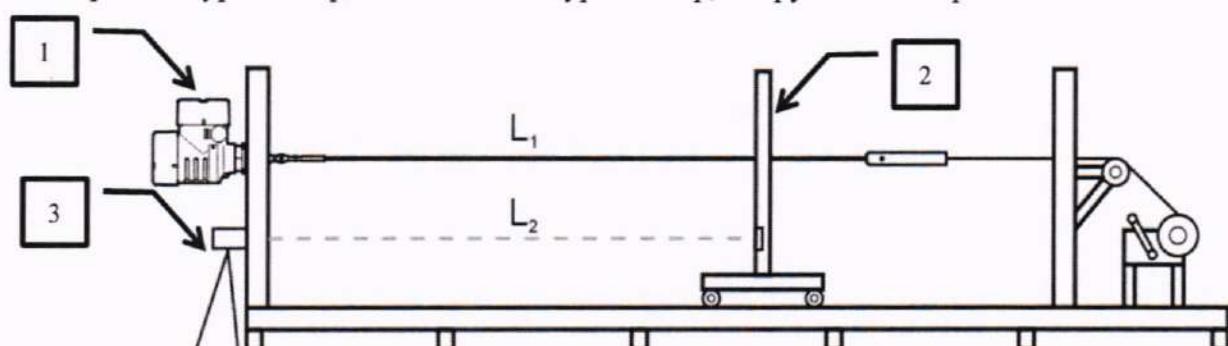
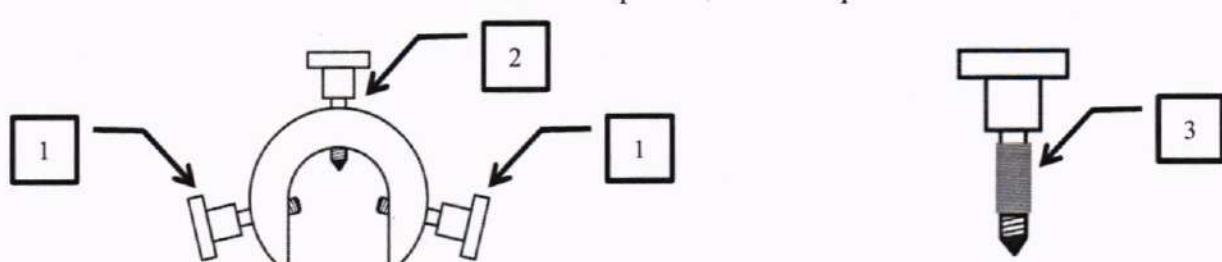


Рисунок А.2 – Пример схемы проведения поверки уровнемера при помощи измерителя линейных перемещений лазерного: 1 – проверяемый уровнемер, 2 – приспособление с отражателем и оптикой измерителя линейных перемещений лазерного, 3 – измеритель линейных перемещений лазерный



а) для имитации уровня среды или уровня границы раздела жидких сред

б) для имитации уровня верхней среды при поверке уровня границы раздела жидких сред

Рисунок А.3 – Приспособление для поверки уровнемеров с коаксиальным зондом на стенде: 1 – фиксирующие винты, 2 – замыкающий винт, 3 – винт с диэлектрическим изолятором

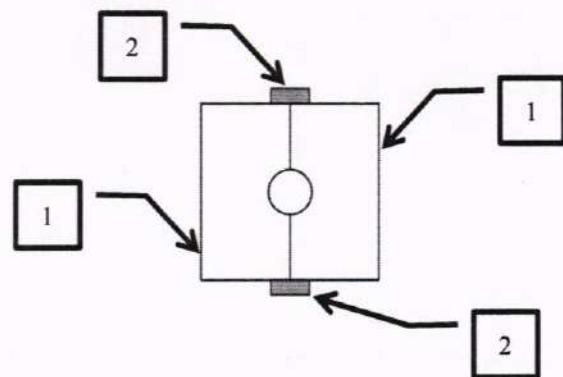


Рисунок А.4 – Приспособление для имитации уровня верхней среды для уровнемеров с тросовым или стержневым зондом на стенде: 1 – металлические пластины, 2 – магниты

Примечания к рисункам А.3, А.4:

1. Приспособление а) на рисунке А.3 должно обеспечивать замкнутый контур между трубой и внутренним стержнем чувствительного элемента уровнемера.
2. Приспособление б) на рисунке А.3 должно обеспечивать гальваническую изоляцию между трубой и внутренним стержнем чувствительного элемента уровнемера.
3. Приспособления можно заказать у изготовителя уровнемера или изготовить самостоятельно.
4. Отражатель должен позволять закрепить на нём оптику измерителя линейных перемещений.