



УТВЕРЖДАЮ
Заместитель директора
ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

М.П.

« 14 » апреля 2015 г.

Уровнемеры Turbo Flow LVG Методика поверки

н.р. 60933-15

г. Москва
2015 г.

Настоящая методика поверки распространяется на уровнемеры Turbo Flow LVG (далее уровнемеры) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками для модификаций Turbo Flow LVG – L, Turbo Flow LVG – T, Turbo Flow LVG – P, Turbo Flow LVG – TP – 3 года.

Интервал между поверками для модификации Turbo Flow LVG – TPp – 2 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Проведение операции при | |
|---|-------------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| Внешний осмотр | 7.1 | да | да |
| Подтверждение соответствия программного обеспечения | 7.2.1 | да | да |
| Проверка функционирования | 7.2.2 | да | да |
| Определение абсолютной погрешности и вариации показаний при измерении уровня в нормальных условиях | 7.3 | да | да |
| Определение приведенной погрешности при преобразовании уровня в токовый (потенциальный) выходной сигнал | 7.4 | да | да |
| Определение абсолютной погрешности при измерении температуры* | 7.5 | да | да |
| Определение относительной погрешности при измерении давления** | 7.6 | да | да |
| Определение абсолютной погрешности и вариации показаний при измерении уровня без демонтажа с мер вместимости | 7.7 | да | да |
| Определение погрешности при измерении температуры без демонтажа с мер вместимости* | 7.8 | нет | да |
| Определение относительной погрешности вычисления массы при косвенном методе статических измерений*** | 7.9 | да | нет |
| Определение относительной погрешности при измерении массы жидкой фазы продукта при косвенном методе статических измерений *** | 7.10 | да | нет |

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки должны применяться средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

| Наименование операции | Номер пункта | Наименование средства измерения, его технические характеристики |
|---|--------------|--|
| Внешний осмотр | 7.1 | Визуально |
| Подтверждение соответствия программного обеспечения | 7.2.1 | Визуально |
| Проверка функционирования | 7.2.2 | СИ согласно п. 7.3 |
| Определение абсолютной погрешности и вариации показаний при измерении уровня в нормальных условиях | 7.3 | Рулетка измерительная Р10У2К, диапазон от 0 до 10000 мм, 2-го класса точности |
| Определение приведенной погрешности при преобразовании уровня в токовый (потенциальный) выходной сигнал | 7.4 | Мультиметр АМ-7030, диапазон от 5 до 500 мА, пределы относительной погрешности $\pm (0,0006 I_{\text{изм.}} + 3 \text{ е.м.р.})$; диапазон от 0 до 100 В, пределы относительной погрешности $\pm (0,0006 U_{\text{изм.}} + 3 \text{ е.м.р.})$. Источник постоянного тока Б5-71, диапазон от 0 до 30 В, пределы абсолютной погрешности $\pm 200 \text{ мВ}$. |
| Определение абсолютной погрешности при измерении температуры* | 7.5 | Эталонный термометр ЭТС-100, диапазон от минус 196 °С до 0 °С 3 разряд; Эталонный термометр ЭТС-100, диапазон от 0 °С до 660 °С 3 разряд; Термостат жидкостный Термотест-100, диапазон от минус 30 °С до плюс 100 °С, нестабильность $\pm 0,01 \text{ °С}$, неоднородность $\pm 0,01 \text{ °С}$ |
| Определение относительной погрешности при измерении давления** | 7.6 | Калибратор давления портативный Метран-517, диапазон от 0 до 60 МПа, пределы относительной погрешности $\pm (0,02 - 0,1) \%$ |
| Определение абсолютной погрешности и вариации показаний при измерении уровня без демонтажа с мер вместимости | 7.7 | Рулетка измерительная с грузом Р10У2Г, диапазон от 0 до 10000 мм 2-го класса точности |
| Определение погрешности при измерении температуры без демонтажа с мер вместимости* | 7.8 | Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, диапазон от минус 50 °С до плюс 300 °С, пределы абсолютной погрешности в диапазоне температур от минус 50 °С до плюс 199,6 °С $\pm 0,05 \text{ °С}$; Переносной пробоотборник по ГОСТ 2517-2012 |
| Определение относительной погрешности вычисления массы при косвенном методе статических измерений*** | 7.9 | ПО «LVG Viewer» |
| Определение относительной погрешности при измерении массы жидкой фазы продукта при косвенном методе статических измерений *** | 7.10 | ПО «LVG Viewer» |

* для уровнемеров модификаций Turbo Flow LVG – Т, Turbo Flow LVG – ТР, Turbo Flow LVG – ТРр;

** для уровнемеров модификаций Turbo Flow LVG – Р, Turbo Flow LVG – ТР, Turbo Flow LVG – ТРр;

*** для уровнемеров модификации Turbo Flow LVG – ТРр.

Примечания:

- Допускается применение других средств измерений с характеристиками, обеспечивающими определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых уровнемеров с требуемой точностью.
- Все средства измерений, в частности плотномер 804 (ГР 47933-11), входящий в состав уровнемера Turbo Flow LVG – ТРр, должны быть поверены в установленном порядке и иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм. Испытательное оборудование должно быть аттестовано.

3 Требования к квалификации поверителей

3.1 К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, прошедшие обучение на курсах повышения квалификации и аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке.

4 Требования безопасности

4.1 При поверке уровнемеров необходимо соблюдать требования техники безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на уровнемеры и средства поверки.

4.2 Электрооборудование, предусматривающее заземление, должно быть заземлено в соответствии с ГОСТ 12.1.030-81.

4.3 К поверке уровнемеров допускаются лица, изучившие техническую документацию на уровнемер, эксплуатационную документацию на используемые при проведении поверки средства измерений и прошедшие инструктаж по технике безопасности труда в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90.

4.4 При поверке уровнемеров на месте их эксплуатации дополнительно контролируют выполнение следующих требований:

4.4.1 Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций, установленных ГОСТ 12.1.005-88.

4.4.2 Поверка уровнемеров во время грозы **категорически запрещена**.

5 Условия поверки

| | |
|--|--|
| 5.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия: | |
| температура окружающего воздуха, °С | от 15 до 25 |
| - на месте эксплуатации, °С | от минус 10 до плюс 50 |
| относительная влажность воздуха, % | от 30 до 80 |
| атмосферное давление, кПа | от 86,0 до 106,7 |
| Измеряемая среда при поверке уровнемеров на месте эксплуатации | Вода или жидкость, находящаяся в мере вместимости, на которой смонтирован поверяемый уровнемер |
| Избыточное давление в мере вместимости, Па | 0 |

6 Подготовка к поверке

6.1 При предъявлении уровнемера на поверку должны быть предоставлены следующие документы:

- настоящая методика поверки, утвержденная в установленном порядке;
- ТУАС.407629.001 РЭ Уровнемеры Turbo Flow LVG. Руководство по эксплуатации.

6.2 При проведении поверки без демонтажа уровнемера с меры вместимости необходимо обеспечить возможность остановки технологического процесса на предприятии и перекачки контролируемой среды из одной емкости в другую.

6.3 Провести отстой контролируемой среды емкости не менее двух часов.

6.4 Считывание показаний со шкалы средств измерений проводить после выдержки в течение времени, достаточного для исключения возмущений поверхности жидкости, влияющих на результат измерений.

6.5 При поверке уровнемера на месте эксплуатации резервуар, при наличии в нем жидкости, должен быть опорожнен до минимально допустимого уровня в соответствии с технической документацией на резервуар.

6.6 При поверке изменение уровня жидкости должно быть плавным, без перехода за проверяемую отметку.

6.7 При поверке не допускается корректировать нулевую отметку проверяемого уровнемера.

6.8 Число циклов измерений на каждой контрольной отметке должно быть не менее трех, а число измерений в каждом цикле – не менее пяти.

6.9 Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие подготовительные работы.

6.9.1 При поверке уровнемеров в лабораторных условиях:

- уровнемер выдержать не менее 4-х часов в помещении, где проводят поверку;
- уровнемер установить горизонтально на опорах, уперев заглушку первичного преобразователя уровнемера (далее ПП) в устойчивую поверхность, перпендикулярную оси уровнемера;

- развернуть эталонную измерительную рулетку, расположить ее в непосредственной близости от ПП (параллельно ему) и совместить нулевую отметку рулетки/ленты измерительной с нулевой точкой ПП;

- проконтролировать установку всех поплавков на уровнемер из его комплекта;

- если в комплекте один поплавок, то передвинуть нижний поплавок в крайнее нижнее положение, т.е. вплотную к верхнему торцу ограничительной втулки;

- если в комплекте два поплавка, то поплавки следует разместить на измерительной штанге согласно схеме Б.1 приложения Б;

- зафиксировать показание на измерительной рулетке, соответствующее положению нижнего торца поплавка, как значение нижнего предела измерения уровня H_n ;

- подать напряжение питания на уровнемер;

- проверяемый уровнемер и эталоны после включения в сеть прогреть в течение времени, указанного в эксплуатационной документации.

6.9.2 При поверке уровнемеров на месте их эксплуатации с применением эталонной измерительной рулетки с грузом:

- проверить исправность эталонной измерительной рулетки с грузом;

- протереть шкалу эталонной измерительной рулетки тряпкой насухо;

- нанести слой бензочувствительной пасты (при необходимости) на участок шкалы эталонной измерительной рулетки, в пределах которого будет находиться контрольная точка.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие уровнемера следующим требованиям:

- соответствие комплектности, маркировки, пломбирования уровнемера требованиям, указанным в эксплуатационной документации;

- отсутствие видимых повреждений и механических дефектов, препятствующих применению уровнемера.

По результатам внешнего осмотра делают отметку в протоколе поверки.

Результаты поверки считают положительными, если уровнемер удовлетворяет всем вышеперечисленным требованиям.

Уровнемер, не удовлетворяющий перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.2 Опробование

7.2.1 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.

Включить уровнемер. После подачи питания встроенное ПО уровнемера выполняет ряд самодиагностических проверок, в том числе проверку целостности конфигурационных данных и неизменности исполняемого кода путем расчета и публикации контрольной суммы. При этом на показывающем устройстве уровнемера должны отражаться следующие данные:

- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО.

Если питание уровнемера производится от встроенной батареи, то проверка соответствия ПО осуществляется одним из следующих способов:

- при запуске уровнемера на показывающем устройстве должны отражаться данные о ПО;
- при опросе специальным ПО АРМ после подключения к персональному компьютеру (ПК);
- при выборе пункта меню «Проверка ПО» (опционально).

Результат подтверждения соответствия ПО считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО уровнемера (идентификационное наименование ПО, номер версии (идентификационный номер) ПО и цифровой идентификатор ПО соответствуют идентификационным данным, указанным в подразделе «Программное обеспечение» раздела «Описание средства измерений» описания типа уровнемера:

| Идентификационные данные (признаки) | Значение |
|---|--------------|
| Идентификационное наименование ПО | LVG |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | Не ниже v1.0 |
| Цифровой идентификатор ПО | 0xb456588F |
| Другие идентификационные данные, если имеются | |

7.2.2 Проверка функционирования заключается в проверке работоспособности поверяемого уровнемера и его отдельных компонентов. Опробование проводят в соответствии с руководством по эксплуатации ТУАС.407629.001 РЭ. Допускается совмещать опробование с процедурой определения метрологических характеристик.

По результатам опробования делают отметку в протоколе поверки.

Результаты проверки функционирования считают положительными, если значения уровня по показаниям уровнемера изменяются при изменении положения поплавка или поплавков, а значения параметров температуры и давления соответствуют значениям, перечисленным в п. 5.

При периодической поверке на месте эксплуатации проверка функционирования уровнемера должна проводиться следующим образом.

По возможности изменить уровень продукта в мере вместимости, контролируемой уровнемером, убедиться, что значения уровня продукта соответственно изменяются. Контролировать значения уровня и температуры уровнемера.

Уровнемер не должен выдавать диагностических сообщений о неисправностях.

Уровнемер, не удовлетворяющий перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.3. Определение абсолютной погрешности и вариации показаний при измерении уровня в нормальных условиях

7.3.1 Изменение уровня жидкости при поверке имитируется перемещением поплавка или поплавков вдоль ПП уровнемера. Основная абсолютная погрешность определяется в пяти точках диапазона измерений уровня поверяемого уровнемера, которые в зависимости от соотношения нижнего и верхнего предела измерений определяются следующим образом:

$$H_n; 0,25H_v; 0,5H_v; 0,75H_v; H_v \quad (1)$$

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

7.3.2 Число циклов измерений на каждой контрольной отметке должно быть не менее трех, а число измерений в каждом цикле – не менее пяти (п. 8.2.2 ГОСТ Р 8.660-2009 ГСИ. Уровнемеры промышленного применения. Методика поверки). Измерения должны проводиться при прямом и обратном ходе движения поплавка или поплавков, имитирующего уменьшение и увеличение контролируемого уровня в последовательности, приведенной ниже.

7.3.3 При наличии одного поплавка в комплекте необходимо действовать в следующем порядке. Подготовить уровнемер согласно п. 6.9.1. Переместить поплавок ПП уровня поочередно в каждую i -ю проверяемую точку, регламентированную по формуле (1) (от меньшего значения к большему – прямой ход поплавка), не допуская его поворота вокруг вертикальной оси направляющей, и выполнить следующие действия:

а) совместить визуально, с максимальной возможной точностью, проекцию нижней плоскости поплавка ПП на горизонтальную плоскость с риской ленты измерительной, соответствующей i -ой проверяемой точке ($H_{иРi}$), и зафиксировать значение уровня $H_{пуi}$ выводимое на показывающее устройство.

б) повторить действия по предыдущему перечислению а) еще 2 раза, каждый раз, предварительно отводя поплавок от проверяемой точки на расстояние не менее 30 см, в сторону, соответствующую уменьшению показания уровня;

Примечание – Для точки H_n поплавок отводить в сторону, соответствующую увеличению уровня.

7.3.4 По достижении отметки H_v переместить поплавок ПП уровня поочередно в каждую i -ую проверяемую точку, регламентированную по формуле (1) (от большего значения к меньшему – обратный ход поплавка), не допуская его поворота вокруг вертикальной оси направляющей, и выполнить действия по перечислениям а) и б), указанным в пункте 7.3.3, с учетом того, что отведение поплавка от проверяемой точки на расстояние не менее 30 см необходимо выполнять в сторону, соответствующую увеличению показаний уровня.

Примечание – Для точки H_v поплавок отводить в сторону, соответствующую уменьшению уровня.

7.3.5 Вычислить основную абсолютную погрешность при измерении уровня в каждой i -ой точке по формуле для прямого ΔH_i^{pr} и обратного ΔH_i^{obr} хода поплавка по формулам:

$$\Delta H_i^{pr} = \frac{\sum_{j=1}^3 H_{пуj}^{pr} - H_{иРi}}{3}, \quad \Delta H_i^{obr} = \frac{\sum_{j=1}^3 H_{пуj}^{obr} - H_{иРi}}{3}, \quad (2)$$

где $H_{иРi}^{pr}$, $H_{пуj}^{pr}$ – значение уровня при j -ом отсчете в i -ой точке диапазона при прямом и обратном ходе поплавка ПП, соответственно, выводимое на показывающее устройство, мм;

$H_{иРi}$ – показания эталонного средства измерений в i -ой точке диапазона, мм.

7.3.6 За основную абсолютную погрешность уровнемера ΔH принимается наибольшее полученное значение из числа значений ΔH_i , вычисленных по формулам (2).

7.3.7 Вариацию показаний v_i вычислить как абсолютное значение наибольшей разности показаний уровнемера, соответствующих одной и той же контрольной отметке, при прямом ΔH_i^{pr} и обратном ΔH_i^{obr} ходе поплавка по формуле:

$$v_i = |\Delta H_i^{pr} - \Delta H_i^{obr}| \quad (3)$$

Вариацию показаний допускается определять одновременно с основной погрешностью. Вариация показаний не должна превышать абсолютного значения основной погрешности: ± 1 мм; ± 2 мм; ± 4 мм; ± 5 мм; ± 10 мм в зависимости от исполнения по точности.

7.3.8 Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении уровня не превышает: ± 1 мм; ± 2 мм; ± 4 мм; ± 5 мм; ± 10 мм в зависимости от исполнения по точности.

Данные и результаты измерений вносят в протокол поверки.

Уровнемер, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.4 Определение приведенной погрешности при преобразовании уровня в токовый (потенциальный) выходной сигнал

7.4.1 Погрешность при преобразовании уровня в потенциальный выходной сигнал определяют при трех значениях уровня в точках: H_n , $0,5H_v$ и H_v , значения которых берут из паспорта на уровнемер, в следующей последовательности.

К аналоговому выходу уровнемера подключить мультиметр в режиме измерения напряжения U (В) согласно схеме В.1 приложения В. Подключить уровнемер к ПК через конвертер RS 485/USB согласно схеме В.1 приложения В. Запустить на ПК специализированное ПО «LVG Viewer», далее, согласно РЭ на ПО «LVG Viewer», считать показания уровнемера. При этом на показывающее устройство и в диалоговое окно ПО должны быть выведены значения текущего уровня и длины измерительной штанги.

Согласно РЭ на ПО «LVG Viewer», задать команду перевода уровнемера в тестовый режим эмуляции значений уровня. Далее последовательно в диалоговом окне ПО «LVG Viewer» установить значения H_n , $0,5 H_v$ и H_v , при этом на мультиметре контролировать изменение напряжения, пропорционального значению уровня:

| Значение уровня | Ожидаемое значение напряжения, В | |
|-----------------|----------------------------------|-------------------|
| | исполнение 0,4...2 | исполнение 0...10 |
| H_n | 0,4 | 0 |
| $0,5 H_v$ | 1,2 | 5 |
| H_v | 2,0 | 10 |

Вычислить приведенную погрешность в каждой точке уровня по формуле:

$$\gamma_U = ((U_{изм} - U_{расч}) / U_{max} - U_0) \cdot 100\% \quad (4)$$

где $U_{расч}$ – ожидаемое расчетное значение напряжения, В.

$U_{изм}$ – измеренное мультиметром значение напряжения, В.

U_{max} – максимальное значение напряжения для выходного сигнала, В.

U_0 – значение напряжения, соответствующие значению уровня H_n , В.

7.4.2 Погрешность при преобразовании уровня в токовый выходной сигнал определяют при трех значениях уровня в точках: H_n , $0,5H_b$ и H_b , значения которых берут из паспорта на уровнемер, в следующей последовательности.

К аналоговому выходу уровнемера подключить мультиметр в режиме измерения тока I (мА) согласно схеме В.1 приложения В. Подключить уровнемер к ПК через конвертер RS 485/USB согласно схеме В.1 приложения В. Запустить на ПК специализированное ПО «LVG Viewer», далее, согласно РЭ на ПО «LVG Viewer», считать показания уровнемера. При этом на показывающее устройство и в диалоговое окно ПО «LVG Viewer» должны быть выведены значения текущего уровня и длины измерительной штанги.

Согласно РЭ на ПО «LVG Viewer», задать команду перевода уровнемера в тестовый режим эмуляции значений уровня. Далее последовательно в диалоговом окне ПО «LVG Viewer» установить значения H_n , $0,5 H_b$ и H_b , при этом на мультиметре контролировать изменение тока, пропорционального значению уровня:

| Значение уровня | Значение тока, мА | | |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | исполнение 0...5 | исполнение 4...20 | исполнение 0...20 |
| H_n | 0 | 4 | 0 |
| $0,5 H_b$ | 2,5 | 12 | 10 |
| H_b | 5 | 20 | 20 |

Вычислить приведенную погрешность в каждой точке уровня по формуле:

$$\gamma_I = ((I_{изм} - I_{расч}) / I_{max} - I_0) \cdot 100\% \quad (5)$$

где $I_{расч}$ – ожидаемое значение тока, мА.

$I_{изм}$ – измеренное мультиметром значение тока, мА.

I_{max} – максимальное значение тока для выходного сигнала, мА

I_0 – значение тока, соответствующие значению уровня H_n , мА.

7.4.3 Результаты поверки считают положительными, если значения приведенной погрешности при преобразовании уровня среды в стандартный токовый (потенциальный) выходной сигнал находятся в пределах $\pm 0,15\%$.

Результаты измерений занести в протокол поверки.

Уровень, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.5 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры

Определение абсолютной погрешности при измерении температуры для уровнемеров модификаций Turbo Flow LVG – Т, Turbo Flow LVG – ТР, Turbo Flow LVG – ТРр осуществляется методом сличения температуры, измеренной эталонным термометром сопротивления и преобразователем температуры уровнемера.

7.5.1 Чувствительный элемент температуры ПП уровнемера помещают в колодец термостата на глубину 20 – 25 см.

7.5.2 Устанавливают на термостате температуру $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и контролируют выход на режим термостата. После установления стабильных значений температуры снимают показания температуры с цифрового табло уровнемера (или монитора ПК) и эталонного термометра сопротивления (не менее 10 значений).

7.5.3 Определяют среднее значение температуры за время измерения, а также среднее значение показаний температуры с поверяемого уровнемера по формуле:

$$t_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N t_i}{N} \quad (6)$$

где t_{cp} – среднее значение температуры за время измерения;
 N – количество измерений.

7.5.4 Значение абсолютной погрешности уровнемера при измерении температуры 0 °С определяют по формуле:

$$\Delta t = (t_{cp \cdot \text{изм.}} - t_{cp \cdot \text{эт.}}) \quad (7)$$

7.5.5 Повторяют перечисленные измерения для значений нижнего и верхнего пределов измерения температуры, соответствующих минус 50 и плюс 80 °С.

7.5.6 Результаты определения абсолютной погрешности уровнемеров при измерении температуры считают положительными, если абсолютная погрешность уровнемера при измерении температуры находится в пределах $\pm 0,5$ °С на всем диапазоне измерений.

Результаты измерений заносят в протокол поверки.

Уровнемер, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.6 Определение относительной погрешности при измерении давления

Определение относительной погрешности при измерении давления для уровнемеров модификаций Turbo Flow LVG – P, Turbo Flow LVG – TP, Turbo Flow LVG – TPp проводят с помощью калибратора давления, обеспечивающего создание избыточного давления в рабочем диапазоне измерения давления уровнемером.

7.6.1 Установить значение верхнего предела измерения (P_{max}) давления в настройках уровнемера. Подключить выносной датчик давления уровнемера к калибратору давления.

7.6.2 Определить погрешность измерения давления в трех контрольных точках:

$$P_1 = 0,33P_{max}; P_2 = (P_1 + P_3)/2; P_3 = P_{max} \quad (8)$$

7.6.3 В каждой точке выполняют по одному измерению при прямом и обратном ходе и вычисляют значение погрешности по формуле:

$$\delta_{p_i} = \left(\frac{P_{пу_i} - P_{ир_i}}{P_{ир_i}} \right) \cdot 100\%, \quad (9)$$

где $P_{пу_i}$ — значение давления снятое с показывающего устройства уровнемера при i -ом отсчете, кПа (МПа);

$P_{ир_i}$ — эталонное давление, заданное калибратором давления при i -ом отсчете, кПа (МПа).

7.6.4 Между повышением и понижением давления уровнемер выдерживать под давлением, соответствующим верхнему пределу измерения, в течение пяти минут.

7.6.5 Результаты поверки считают положительными, если значение относительной погрешности при измерении давления находится в пределах $\pm 0,5$ %.

Результаты измерений занести в протокол поверки.

Уровнемер, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.7 Определение абсолютной погрешности и вариации показаний при измерении уровня без демонтажа с мер вместимости

Если среда, где установлены уровнемеры, соответствует требованиям технической 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 при измерении уровня и температуры непосредственно на мере вместимости (без демонтажа уровнемера). При этом поверхность измеряемого продукта должна быть спокойной, перемешивающее устройство в резервуаре (при его наличии) отключено. Заполнение/опорожнение резервуара в процессе измерений не допускается.

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.

7.7.1 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).

7.7.2 Поправка ΔH_0 , мм, определяется по формуле:

$$\Delta H_0 = H_0^{\Pi} - H_0^{\mathcal{E}} \quad (10)$$

где H_0^{Π} – показания проверяемого уровнемера, мм,

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

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

$$H_0^{\mathcal{E}} = H_6 \cdot [1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^{\Gamma} - T_B^{\Pi})] - \frac{\sum_{i=1}^m (H_0^{\Gamma})_i}{m} \cdot [1 + \alpha_s (20 - T_B^{\Gamma})] \quad (11)$$

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 $12,5 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ для стали и $10 \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^\circ\text{C}$ для бетона;

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

7.7.3 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 уровнемера.

7.7.4 Уровень жидкости H_j , мм, измеренный уровнемером в j -той контрольной отметке, с учетом поправки, определяется по формуле:

$$H_j = H_{пуj} - \Delta H_0 \quad (12)$$

где $H_{пуj}$ – показание поверяемого уровнемера, мм

ΔH_0 – поправка на несоответствие показаний поверяемого уровнемера и эталонной измерительной рулетки, найденная по формуле (10).

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

– эталонную измерительную рулетку, подготовленную по 6.9.2, 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.

7.7.6 Уровень жидкости в каждой контрольной точке H_j^{\exists} , мм, вычислить по формуле:

$$H_j^{\exists} = H_6 \cdot \left[1 + \alpha_{ст} \cdot (T_B^r - T_B^п) \right] - \frac{\sum_{i=1}^m H_{ji}^r}{m} \cdot \left[1 + \alpha_s (20 - T_B^r) \right] \quad (13)$$

7.7.7 Расхождение между показанием уровнемера и результатом ручных измерений Δ_j , мм, вычислить по формуле:

$$\Delta_j = H_j^{\exists} - H_j \quad (14)$$

7.7.8 Результаты поверки считают положительными, если основная абсолютная погрешность при измерении уровня не превышает: ± 1 мм; ± 2 мм; ± 4 мм; ± 5 мм; ± 10 мм в зависимости от исполнения по точности.

7.7.9 Вариацию показаний v_i вычислить как абсолютное значение наибольшей разности показаний уровнемера, соответствующих одной и той же контрольной отметке, при прямом $\Delta H_i^{пр}$ и обратном ΔH_i^{obr} ходе поплавка по формуле (3) п. 7.3.7 настоящей методики поверки.

$$v_i = |\Delta H_i^{пр} - \Delta H_i^{obr}| \quad (3)$$

Вариацию показаний допускается определять одновременно с основной погрешностью. Вариация показаний не должна превышать абсолютного значения основной погрешности: ± 1 мм; ± 2 мм; ± 4 мм; ± 5 мм; ± 10 мм в зависимости от исполнения по точности.

Результаты измерений занести в протокол поверки.

Уровнемер, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.8 Определение погрешности при измерении температуры без демонтажа с мер вместимости

7.8.1 Определение абсолютной погрешности при измерении температуры в условиях эксплуатации для уровнемеров модификаций Turbo Flow LVG – Т, Turbo Flow LVG – ТР и Turbo Flow LVG – ТРр выполняют следующим образом.

С помощью пробоотборника отобрать пробы продукта согласно ГОСТ 2517-2012 с уровня, где находится преобразователь температуры уровнемера (определяется в соответствии с документацией на уровнемер и с конструкцией резервуара) и, с помощью эталонного термометра, измерить температуру продукта T_{Σ} .

а) термометр поместить в пробоотборник. Пробоотборник зафиксировать на измерительной рулетке и опустить в резервуар на уровень, где находится преобразователь температуры уровнемера (определяется в соответствии с документацией на уровнемер и с конструкцией резервуара);

б) открыть клапан пробоотборника, и выдержать термометр в указанном положении не менее 20 минут;

в) после выдержки пробоотборник закрыть и извлечь из резервуара. В течение интервала времени не более 30 секунд с момента закрывания пробоотборника зафиксировать показания эталонного термометра $T_{ИР}$ и значение температуры, индицируемое на показывающем устройстве уровнемера $T_{ПУ}$, при этом эталонный термометр из пробоотборника не вынимать;

г) повторить действия по перечислениям а) – в) еще 2 раза;

д) занести результаты измерений в протокол поверки.

7.8.2 Абсолютная погрешность при измерении температуры определяется как разность между записанным показанием уровнемера и показанием эталонного термометра по формуле:

$$\Delta T = \frac{\sum_{j=1}^3 T_{ПУj} - T_{ИРj}}{3}, \quad (15)$$

где $T_{ПУj}$ – значение температуры, снятое с показывающего устройства уровнемера при j-ом отсчете, °С;

$T_{ИРj}$ – показания эталонного термометра при j-ом отсчете, °С.

За абсолютную погрешность принять наибольшее из полученных значений.

7.8.3 Результаты поверки считают положительными, если абсолютная погрешность при измерении температуры не превышает: $\pm 0,5$ °С во всем диапазоне измерений температуры.

Результаты измерений занести в протокол поверки.

Уровнемер, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.9 Определение относительной погрешности вычисления массы при косвенном методе статических измерений

Определение относительной погрешности вычисления массы при косвенном методе статических измерений для уровнемеров модификации Turbo Flow LVG – ТРр проводят в следующей последовательности:

7.9.1 При помощи ПО «LVG Viewer» переводят уровнемер в режим «Поверка-Тест-т». Вводят значения параметров: плотность жидкой фазы продукта в рабочих условиях $\rho_{p,t}^C$, (т/м³); V_{20} – объем жидкой фазы продукта в мере вместимости на измеряемом уровне h ,

(м³); температура жидкой фазы продукта в мере вместимости t_{CT} , °С; α_{CT} температурный коэффициент линейного расширения материала стенки меры вместимости, 1/°С.

Рекомендуемые тестовые комбинации значений выше указанных параметров используют из Таблиц Г.1, Г.2 Приложения Г.

7.9.2 Теоретическое значение массы продукта по установленным параметрам расчета согласно Приложению Г определяется по формуле:

$$m_1^C = \rho_{p,t}^C \cdot V_{20} \cdot (1 + (2\alpha_{CT} + \alpha_S)(t_{CT} - 20)), \text{ т} \quad (16)$$

где $\rho_{p,t}^C$ – плотность жидкой фазы продукта в рабочих условиях, т/м³;

V_{20} – объем жидкой фазы продукта в мере вместимости на измеряемом уровне h , определяемый по градуировочной таблице меры вместимости, составленной при температуре 20 °С по ГОСТ 8.346-2000, ГОСТ 8.570-2000. Данные градуировочных таблиц соответствуют температуре стенки меры вместимости, равной 20 °С;

α_{CT} – температурный коэффициент линейного расширения материала стенки меры вместимости, значение которого принимают равным $12,5 \cdot 10^{-6}$ 1/°С для стали и $10 \cdot 10^{-6}$ 1/°С для бетона;

α_S – температурный коэффициент линейного расширения материала средства измерения уровня жидкой фазы продукта. Его значения для уровнемеров Turbo Flow LVG – ТРр принимаются равным нулю (температурное расширение материала средства измерений учтено в погрешности).

t_{CT} – температура стенки вместимости, принимаемая равной температуре жидкой фазы продукта в мере вместимости, °С.

7.9.3 Определение относительной погрешности вычисления массы при косвенном методе статических измерений для уровнемеров модификаций Turbo Flow LVG – ТРр осуществляется по формуле:

$$\delta N = \frac{(m_u - m_1^C)}{m_1^C} \cdot 100 \% \quad (17)$$

m_u – значение массы продукта, вычисленное уровнемером;

m_1^C – значение массы продукта, теоретически рассчитанное в соответствии с формулой (15) по установленным параметрам расчета согласно Приложению Г.

7.9.4 Результат поверки считают положительным, если рассчитанная погрешность находится в пределах $\pm 0,02$ %.

Результаты измерений занести в протокол поверки.

Уровнемер, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

7.10. Определение относительной погрешности при измерении массы жидкой фазы продукта при косвенном методе статических измерений

7.10.1 Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении массы жидкой фазы продукта для уровнемеров модификаций Turbo Flow LVG – ТРр, при косвенном методе статических измерений δm_1^C , %, вычисляют по формуле:

$$\delta m_1^C = \pm 1,1 \sqrt{\delta K^2 + (K_\Phi \delta h)^2 + \delta \rho^2 + \delta N^2}, \quad (18)$$

где δK – относительная погрешность составления градуировочной таблицы (из протокола составления градуировочной таблицы), %;

δh – относительная погрешность измерений уровня жидкой фазы продукта, %, определяемая по формуле:

$$\delta h = \frac{\Delta h}{h_{\text{изм}}} \cdot 100\%, \quad (19)$$

где Δh – предел допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня (из паспорта на уровнемер), $\pm 1; \pm 2; \pm 4; \pm 5; \pm 10$ мм;

$h_{\text{изм}}$ – уровень продукта, измеренный при текущих условиях, мм.

$\delta \rho$ – относительная погрешность измерений плотности жидкой фазы продукта, %, определяемая по формуле:

$$\delta \rho = \frac{\Delta \rho}{\rho_{\text{изм}}} \cdot 100\%, \quad (20)$$

где $\Delta \rho$ – предел допускаемой абсолютной погрешности измерения плотности плотномером (из свидетельства о поверке), $\pm 0,5; \pm 1$ кг/м³;

$\rho_{\text{изм}}$ – плотность продукта, измеренная при текущих условиях кг/м³.

δN – предел допускаемой относительной погрешности вычисления массы, значение которого принимается равным 0,02 %;

K_{Φ} – коэффициент, учитывающий геометрическую форму меры вместимости, вычисляемый по формуле:

$$K_{\Phi} = \frac{\Delta V_{20} \cdot h}{V_{20}}, \quad (21)$$

где h – уровень наполнения, мм;

ΔV_{20} – объем жидкой фазы продукта, приходящийся на 1 мм высоты наполнения меры вместимости на измеряемом уровне наполнения, м³/мм;

V_{20} – объем жидкой фазы продукта в мере вместимости на измеряемом уровне наполнения, м³.

Значения ΔV_{20} , V_{20} определяют по градуировочной таблице меры вместимости при измеряемом уровне наполнения.

Значение K_{Φ} для вертикальных цилиндрических резервуаров, танков наливных судов прямоугольной и цилиндрической форм принимают равным единице.

7.10.2 Результат поверки считают положительным, если рассчитанные погрешности косвенного измерения массы находятся в пределах:

$\pm 0,7$ % – при косвенном методе статических измерений массы жидкой фазы продукта от 120 т и более, при использовании значения плотности в рабочих условиях;

$\pm 0,8$ % – при косвенном методе статических измерений массы жидкой фазы продукта до 120 т, при использовании значения плотности в рабочих условиях.

Результаты измерений занести в протокол поверки.

Уровнемер, не удовлетворяющий вышеуказанным требованиям, считается непригодным.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки оформляют протоколом произвольной формы.

8.2 Положительные результаты первичной поверки оформляют записью в паспорте.

8.3 Положительные результаты периодической поверки оформляют записью в паспорте или свидетельством о поверке, форма которого приведена в Приложении 1 ПР 50.2.006-94.

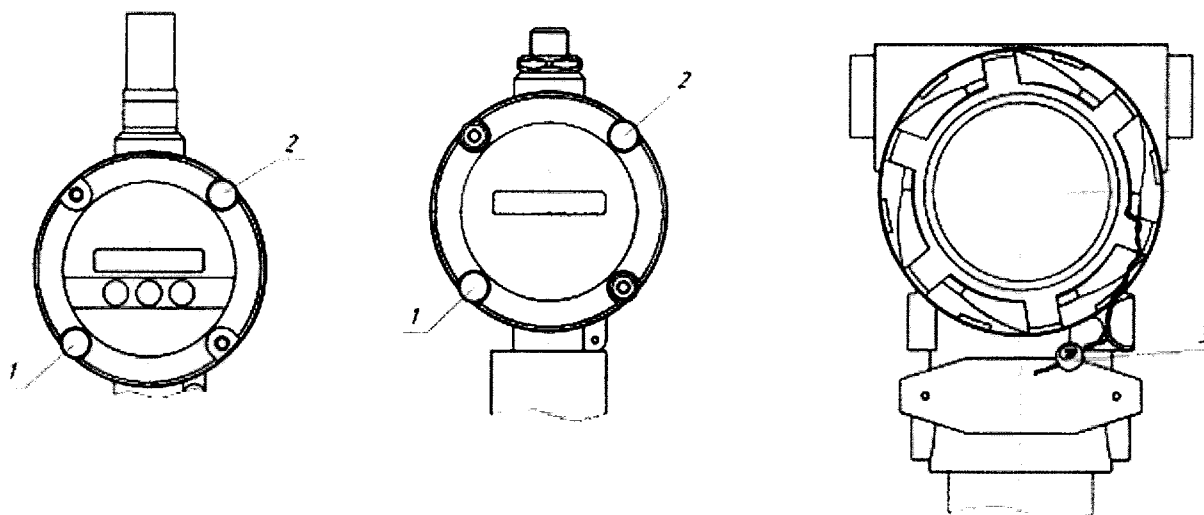
8.4 Поверительные клейма наносят в соответствии с ПР 50.2.007-2001 и Приложением А.

8.5 При отрицательных результатах первичной поверки уровнемер считают непригодным к применению и в эксплуатацию не допускают.

8.6 При отрицательных результатах периодической поверки уровнемер считают непригодным к применению, поверительное клеймо гасят и оформляют извещение о непригодности уровнемера с указанием причин в соответствии с ПР 50.2.006-94.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема пломбирования уровнемера



1 – места для пломбы предприятия – изготовителя (способом давления на специальную мастику);

2 – места для поверительного клейма (способом давления на специальную мастику);

3 – пломба свинцовая.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

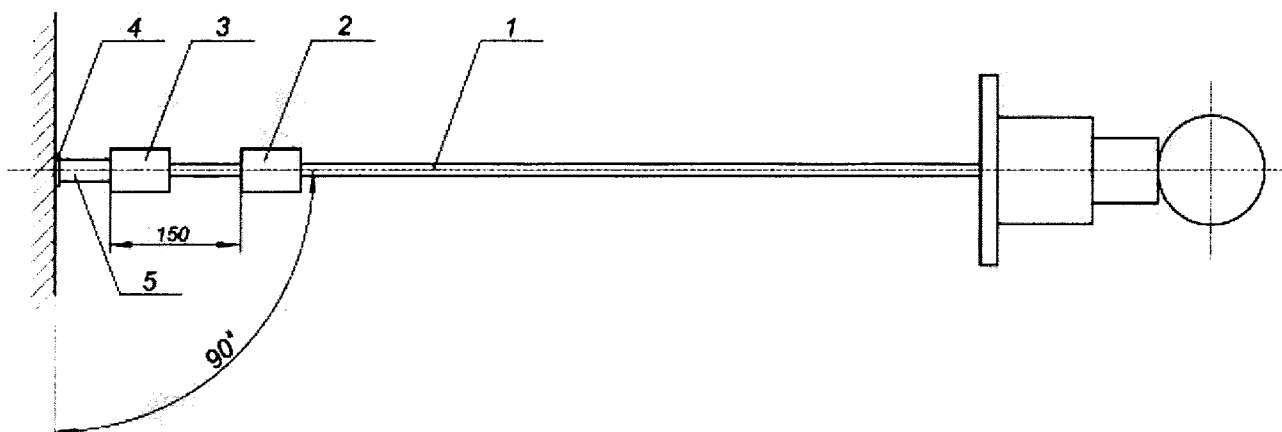


Рисунок Б.1 Схема установки поплавков

1 – измерительная штанга, 2 – верхний поплавок, 3 – нижний поплавок, 4 – заглушка ПП,
5 – ограничительная втулка

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Схемы подключения уровнемера

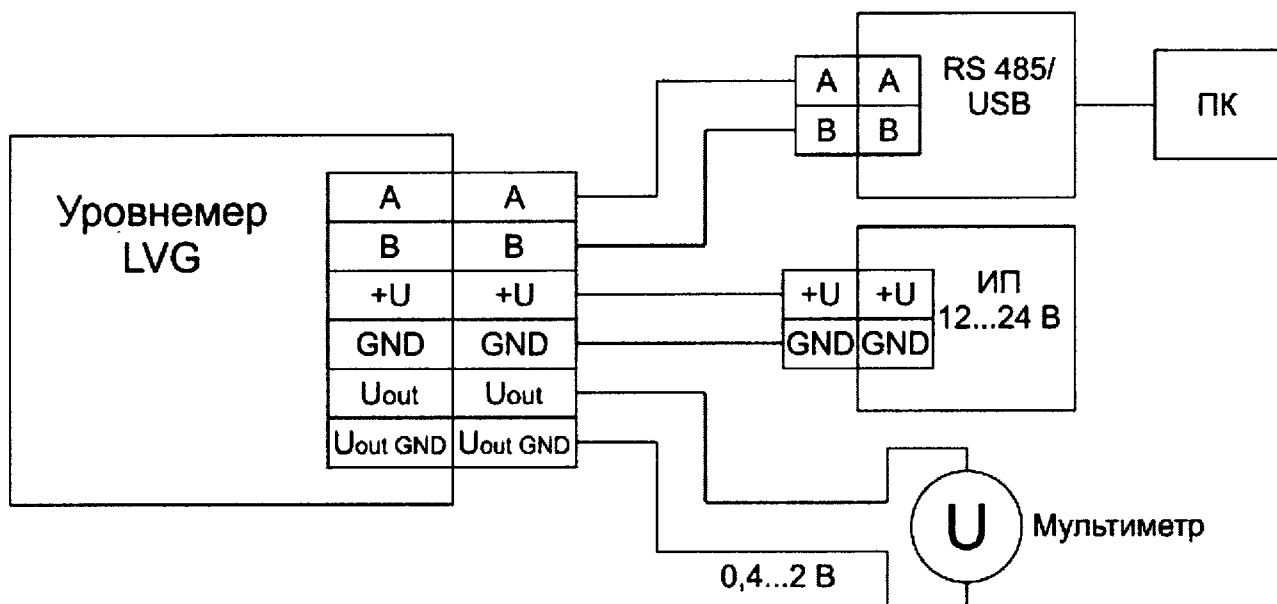


Рисунок В.1 – Схема подключений уровнемера при проверке потенциального выхода

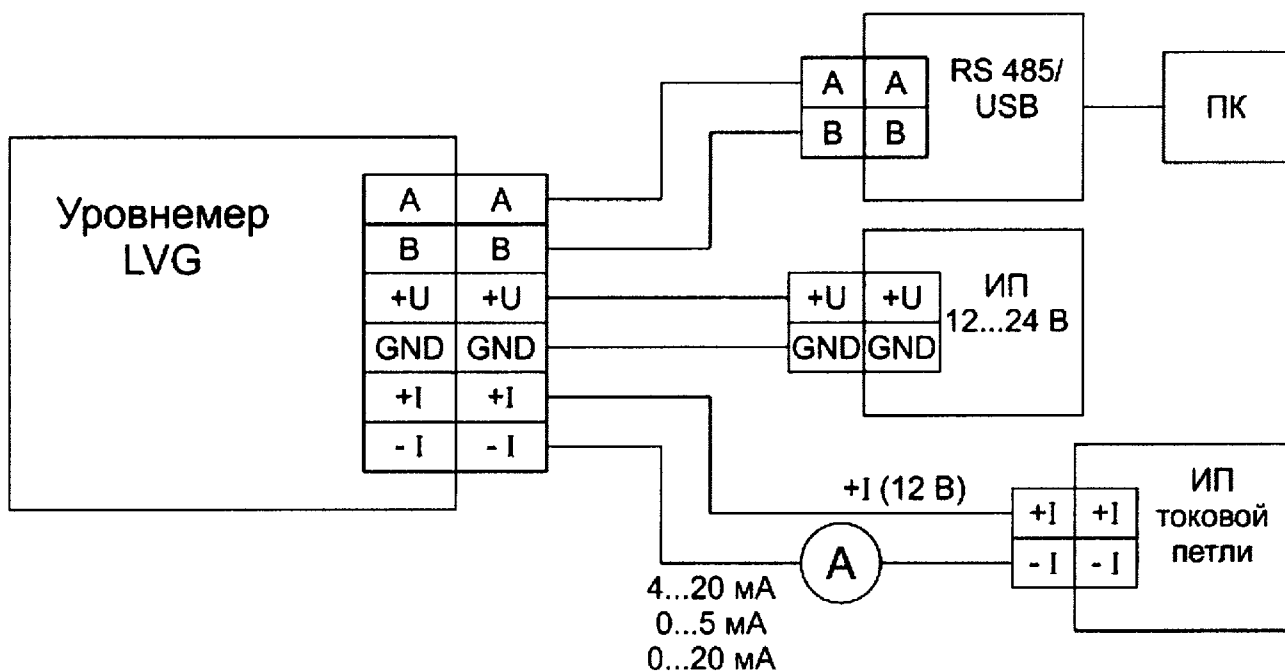


Рисунок В.2 – Схема подключений уровнемера при проверке токового выхода

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Таблица Г.1 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении массы сжиженной пропан-бутановой смеси в резервуаре при косвенном методе статического измерения массы.

Состав газа:

пропан - 60 %,
бутан - 40 %.

| Вводимые значения | | | | Значение, вычисленное уровнемером | Значение, рассчитанное теоретически |
|-------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|---|---|
| $\rho_{p,t}^c, (T/M^3)$ | $V_{20}, (M^3)$ | $t_{CT}, (^\circ C)$ | $\alpha_{CT}, 1/^\circ C$ | $m_n (кг)$ | $m_p (кг)$ |
| 0,521 | 9,528 | 24,7 | $12,5 \cdot 10^{-6}$ | | 4969,921 |

Таблица Г.2 Тестовые комбинации значений параметров при вычислении массы нефтепродукта в резервуаре при косвенном методе статического измерения массы.

Продукт: Дизельное топливо

| Вводимые значения | | | | Значение, вычисленное уровнемером | Значение, рассчитанное теоретически |
|-------------------------|-----------------|----------------------|---------------------------|---|---|
| $\rho_{p,t}^c, (T/M^3)$ | $V_{20}, (M^3)$ | $t_{CT}, (^\circ C)$ | $\alpha_{CT}, 1/^\circ C$ | $m_1^c (кг)$ | $m_1^c (кг)$ |
| 0,837 | 18,325 | 22,3 | $12,5 \cdot 10^{-6}$ | | 1534,684 |