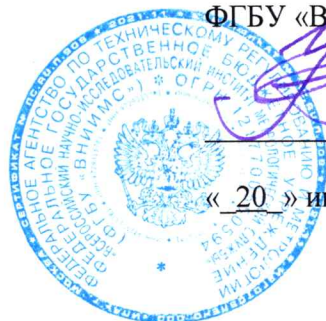


ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГБУ «ВНИИМС»)

СОГЛАСОВАНО
Заместитель директора
ФГБУ «ВНИИМС»



Ф.В. Булыгин

« 20 » июля 2023 г.

**«Государственная система обеспечения единства измерений.
Преобразователи магнитные поплавковые «ПМП»**

Методика поверки

МП 208-041-2023

г. Москва
2023

СОДЕРЖАНИЕ

1 Общие положения	3
2 Перечень операций поверки средства измерений	3
3 Требования к условиям проведения поверки	4
4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку	4
5 Метрологические и технические требования к средствам поверки	4
6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки	6
7 Внешний осмотр средства измерений	6
8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7
9 Проверка программного обеспечения средства измерений	7
10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	8
11 Оформление результатов поверки	19
Приложение А (обязательное) Схемы подключения	20
Приложение Б (обязательное) Схема поверки погрешности измерений плотности	22

1 Общие положения

1.1. Настоящая методика распространяется на преобразователи магнитные поплавковые «ПМП», изготавливаемые по СЕНС.421411.001ТУ1 (далее по тексту – ПМП), и устанавливает методы и средства их поверки.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость ПМП к Государственному первичному эталону единицы длины (уровня) ГЭТ 2-2021, в соответствии с ГПС для средств измерений уровня жидкости и сыпучих материалов, согласно Приказу Росстандарта от 30.12.2019 № 3459. Реализован метод прямых измерений и непосредственного сличения с рабочими эталонами.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Обязательность операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1 Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
2 Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	да	да
3 Проверка программного обеспечения средства измерений	9	да	да
4 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям: – определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня; – определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в условиях эксплуатации без демонтажа ПМП; – определение погрешности измерений температуры; – определение погрешности измерений температуры в условиях эксплуатации без демонтажа ПМП; – определение погрешности измерений плотности; – определение погрешности измерений плотности в условиях эксплуатации без демонтажа ПМП; – подтверждение метрологических характеристик измерений массы и объема	10.1	да	да
	10.2	нет	да
	10.3	да	да
	10.4	нет	да
	10.5	да	да
	10.6	нет	да
	10.7	нет	да
5 Оформление результатов поверки	11	да	да

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку, если в методике нет особых указаний, необходимо проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха и измеряемой (контролируемой) среды:
 - (20 ± 5) °С при поверке в лабораторных условиях;
 - (20 ± 10) °С при поверке в условиях эксплуатации;
- относительная влажность окружающего воздуха до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм рт. ст.).

3.2 Периодическую поверку допускается проводить в рабочих условиях эксплуатации без демонтажа ПМП методами, указанными в соответствующих пунктах настоящей методики.

3.3 Схемы подключения приведены в приложении А.

3.4 При поверке электрическое питание ПМП осуществлять напряжением, соответствующим диапазону напряжений питания, указанному в его эксплуатационной документации.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки и обработке результатов измерений допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие эксплуатационную документацию на ПМП, на средства поверки и оборудование, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

4.2 Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки должны использоваться следующие средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта методики поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
3	Диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60 °С, погрешность $\pm 0,3$ °С, диапазон измерений относительной влажности от 0 до 98 %, погрешность ± 2 % и ± 3 %, диапазон измерений атмосферного давления от 700 до 1100 гПа, погрешность $\pm 2,5$ гПа	Термогигрометр ИВА-6 мод. ИВА-6Н-Д (рег. № 46434-11)
10.1 – 10.6	Емкость шкалы времени не менее 30 минут, цена деления шкалы 0,2 с	Секундомер механический СОСпр мод. СОСпр-26-2-010 (рег. № 11519-11)
10.1, 10.2	Установка поверочная уровнемерная, соответствующая рабочему эталону 1-го или 2-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459, с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений уровня поверяемого ПМП и пределами погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности уровня поверяемого ПМП	Установки поверочные уровнемерные СЕНС УП (рег. № 70845-18)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.1, 10.2, 10.4, 10.6	Рулетка измерительная с грузом/без груза 2-го или 3-го разряда согласно приказу Росстандарта от 30 декабря 2019 г. № 3459 с диапазоном измерений соответствующим диапазону измерений уровня поверяемого ПМП и пределами погрешности не превышающими 1/3 от основной погрешности уровня поверяемого ПМП	Рулетка измерительная металлическая Fisco мод. TS30/2, поверенная в качестве эталона (рег. № 67910-17)
10.1, 10.2	Диапазон измерений напряжений постоянного тока до 100 В	Мультиметр цифровой 34401А (рег. № 54848-13)
10.1, 10.2	Номинальное сопротивление 100 Ом, класс точности 0,01	Катушка электрического сопротивления измерительная P331 (рег. № 1162-58)
10.1, 10.2	Диапазон установки выходного напряжения питания постоянного тока от 0 до 50 В Диапазон установки выходного тока от 0 до 3 А	Источник питания UT5003ED (рег. № 54631-13)
10.3	Рабочий эталон температуры в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253	Термометр лабораторный электронный LTA мод. LTA-Э (рег. № 69551-17)
10.4, 10.6	Диапазон измерений от 0 до 50 °С	Термометр стеклянный для испытаний нефтепродуктов ТИН мод. ТИН5 (рег. № 11620-93)
10.5, 10.6	Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с государственной поверочной схемой для средств измерений плотности, утвержденной приказом Росстандарта от 01 ноября 2019 г. № 2603	Ареометр АОН (рег. № 27442-04)
10.5	СО состава искусственной газо-жидкостной смеси на основе углеводородов (СЖ-М-1), 1-го разряда. Молярная доля н-бутана (C ₄ H ₁₀) – не менее 97%	СО состава искусственной газо-жидкостной смеси на основе углеводородов (СЖ-М-1), ГСО 10525-2014
10.5	СО состава искусственной газо-жидкостной смеси на основе углеводородов (СЖ-М-1), 1-го разряда. Молярная доля пропана (C ₃ H ₈) – не менее 98,9 %	СО состава искусственной газо-жидкостной смеси на основе углеводородов (СЖ-М-1), ГСО 10525-2014
Вспомогательное оборудование		
10.4, 10.6	Пробоотборник с объемом отбираемой пробы не менее 0,7 л	Пробоотборник ПН-3 ГОСТ 2517-85
10.5	Приспособление для поверки	Установка технологическая согласно приложению Б

Продолжение таблицы 2

1	2	3
10.5	Термостат Диапазон регулирования температуры от 0 до 100 °С. Нестабильность поддержания установленной температуры $\pm 0,1$ °С. Неоднородность температурного поля в рабочем объеме термостата $\pm 0,1$ °С.	Термостат жидкостный ВТ-ро-03

5.2 Допускается применение других средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых ПМП с требуемой точностью.

5.3 Эталоны и средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены или аттестованы в установленном порядке.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо выполнять требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на ПМП.

6.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.3.019 и требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации применяемых средств поверки.

6.3 При проведении поверки на объекте в условиях эксплуатации необходимо выполнять требования охраны труда и правила техники безопасности проведения работ в соответствии с действующими на объекте документами.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 Перед началом поверки ПМП должен быть осмотрен.

7.2 Необходимо проконтролировать:

- отсутствие механических повреждений;
- соответствие наименования изделия, обозначения, заводского номера, маркировки, приведённым в эксплуатационной документации;
- комплектность, в соответствии с эксплуатационной документацией.

Примечания:

1 Для вариантов исполнения ПМП, у которых допускается извлечение чувствительного элемента из оболочки, допускается определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня, основной погрешности измерений температуры осуществлять на чувствительном элементе поверяемого ПМП, установленном в технологическую оболочку с технологическим поплавком уровня. Извлечение чувствительного элемента из оболочки и установку его в оболочку осуществлять в соответствии с эксплуатационной документацией.

2 При периодической поверке допускается отсутствие комплекта монтажных частей ПМП.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед выполнением операций поверки необходимо:

– выдержать ПМП в условиях поверки не менее 4 часов;

Примечание – Допускается сокращение времени выдержки до 30 минут, если ПМП до начала поверки находился с эталонами в одном помещении, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

– подготовить средства поверки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

8.2 Перед определением метрологических характеристик необходима выдержка ПМП не менее 10 мин при включенном напряжении питания.

8.3 При необходимости перед проведением поверки осуществляется настройка ПМП в соответствии с его эксплуатационной документацией.

8.4 Опробование

8.4.1 Опробование в лабораторных условиях осуществляют следующим образом:

а) Подключить ПМП к средствам измерений и оборудованию в соответствии со схемой подключения, указанной в приложении А. Подать на ПМП электропитание.

б) Переместить поплавков уровня вдоль направляющей ПМП в одну или другую сторону. Контролировать изменение показаний уровня и выходного сигнала.

в) Для вариантов исполнения ПМП, оснащённых поплавком раздела сред, переместить поплавок уровня раздела сред вдоль направляющей ПМП в одну или другую сторону, контролировать изменение показаний уровня раздела сред.

г) Для вариантов исполнения ПМП, осуществляющих измерение температуры, контролировать наличие показаний измеряемой температуры.

д) Для вариантов исполнения ПМП, осуществляющих измерение плотности, изменить положение поплавка плотности относительно поплавка уровня или подвижной части погружного поплавка плотности. Контролировать изменение показаний измеряемой плотности.

8.4.2 Опробование в условиях эксплуатации осуществляют следующим образом:

а) Подключить ПМП к средствам измерений и оборудованию в соответствии со схемой подключения, указанной в приложении А. Подать на ПМП электропитание.

б) Изменить уровень контролируемой среды в резервуаре, на котором установлен ПМП. Контролировать изменение показаний уровня и выходного сигнала.

в) Для вариантов исполнения ПМП, оснащённых поплавком раздела сред, проконтролировать наличие показаний уровня раздела сред, измеренный ПМП уровень раздела сред должен быть в пределах диапазона измерений ПМП.

г) Для вариантов исполнения ПМП, осуществляющих измерение температуры, контролировать наличие показаний измеряемой температуры.

д) Для вариантов исполнения ПМП, осуществляющих измерение плотности, контролировать наличие показаний измеряемой плотности.

8.4.3 Результат опробования в лабораторных условиях считать положительным, если выполнены все перечисления 8.4.1, в условиях эксплуатации – 8.4.2.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Считать в соответствии с эксплуатационной документацией (Руководство по эксплуатации) идентификационный номер (номер версии) программного обеспечения и сравнить его с приведённым в паспорте.

Результат проверки считать положительным, если номера версии идентичны и соответствуют значению, указанному в описании типа на ПМП.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня

10.1.1 Определение (поверку) основной погрешности и вариации показаний измерений уровня и (или) уровня раздела сред (далее по тексту уровня) проводят в пяти точках равномерно распределённых по всему диапазону измерений ПМП при прямом и обратном ходах.

Допускается поверку основной погрешности и вариации показаний измерений уровня раздела сред для вариантов исполнения ПМП, оснащенного поплавком раздела сред, проводить в одной произвольной точке в пределах диапазона измерений ПМП при прямом и обратном ходах после определения основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в пяти точках.

Поверку ПМП осуществляют на установке поверочной уровнемерной соответствующей рабочему эталону 1-го разряда с пределами абсолютной погрешности не превышающими $\pm 0,3$ мм (далее по тексту – установка).

Допускается осуществлять поверку ПМП с помощью рулетки измерительной 2-го или 3-го разряда (далее по тексту – рулетка).

Перед началом работ в ПМП в соответствии с его эксплуатационной документацией устанавливают значения поправок, соответствующих отступу от дна резервуара, глубине погружения поплавка уровня и глубине погружения поплавка уровня раздела сред, равными нулю, а после выполнения работ восстанавливают исходные значения поправок.

Допускается не обнулять значения поправок, при этом:

- сумму значений поправок, соответствующих отступу от дна резервуара и глубине погружения поплавка уровня, вычитают из значения измеренного ПМП уровня;

- сумму значений поправок, соответствующих отступу от дна резервуара и глубине погружения поплавка уровня раздела сред, вычитают из значения измеренного ПМП уровня раздела сред.

10.1.2 При поверке с помощью установки ПМП устанавливают на установку в соответствии с её эксплуатационной документацией, при этом совмещают начало отсчёта ПМП с началом отсчёта установки или корректируют значение задаваемого установкой уровня на значение разности начал отсчёта ПМП и установки.

Необходимые по 10.1.1 уровни устанавливают по показаниям установки.

Если установка устанавливает уровень имитационным способом (перемещением соответствующего поплавка), то уровень должен отсчитываться по нижней плоскости поплавка. При перемещении поплавка не допускается поворот его вокруг вертикальной оси направляющей ПМП.

Если установка устанавливает уровень непосредственно с помощью жидкости, то необходимо экспериментально определить значение глубины погружения соответствующего поплавка в жидкости установки и вычесть её из значения заданного установкой уровня.

Кроме того, для вариантов исполнения ПМП, оснащённого поплавком раздела сред, необходимо:

- при поверке основной погрешности и вариации показаний измерений уровня зафиксировать поплавок раздела сред в крайнем нижнем положении, чтобы исключить его влияние на поплавок уровня;

- при поверке основной погрешности и вариации показаний измерений уровня раздела сред зафиксировать поплавок уровня в крайнем верхнем положении, чтобы исключить его влияние на поплавок уровня раздела сред.

10.1.3 При поверке с помощью рулетки ПМП располагают на горизонтальной поверхности. Ленту измерительной рулетки разворачивают, располагают её в непосредственной близости от ПМП (параллельно ему) и совмещают нулевую отметку ленты измерительной рулетки с нулевой точкой ПМП. Лента измерительной рулетки должна быть натянута и закреплена. При

расположении ПМП и измерительной ленты рулетки использовать приспособления для их совместного позиционирования и визир для отсчета.

Необходимые по 10.1.1 уровни устанавливаются перемещением соответствующего поплавка вдоль направляющей ПМП в положение, в котором проекция нижней плоскости поплавка на горизонтальную плоскость совпадает с риской ленты измерительной рулетки, соответствующей устанавливаемому уровню. При перемещении поплавка не допускается поворот его вокруг вертикальной оси направляющей ПМП. Для обеспечения точности установки поплавок при необходимости используют лупу измерительную.

При проверке с помощью рулетки уровень задается в каждой i -той точке при прямом и обратном ходах 3 раза. При этом для прямого хода, каждый раз поплавок отводится от поверяемой точки на расстояние не менее 5 мм в сторону, соответствующую уменьшению уровня, а для обратного хода – в сторону, соответствующую увеличению уровня.

10.1.4 Определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня для ПМП с цифровым кодированным сигналом осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с 10.1.2 или 10.1.3 последовательно установить уровни $H_{Эi}$, соответствующие 10.1.1, в порядке возрастания уровня (прямой ход) затем в порядке убывания уровня (обратный ход).

б) При проверке с помощью установки для каждого установленного уровня зафиксировать значение измеренного уровня при прямом H_i и обратном H_i^* ходах.

При проверке с помощью рулетки для каждого j -го раза зафиксировать значение измеренного уровня при прямом H_{ij} и обратном H_{ij}^* ходах, затем вычислить средние значения уровня, соответствующие каждой i -й точке при прямом ходе H_i и обратном ходе H_i^* , по формулам, мм:

$$H_i = \frac{\sum_{j=1}^3 H_{ij}}{3}, \quad (1)$$

$$H_i^* = \frac{\sum_{j=1}^3 H_{ij}^*}{3} \quad (2)$$

в) Для каждого установленного уровня определить основную погрешность измерений при прямом ΔH_i и обратном ΔH_i^* ходах по формулам:

$$\Delta H_i = H_i - H_{Эi}, \quad (3)$$

$$\Delta H_i^* = H_i^* - H_{Эi}. \quad (4)$$

В качестве основной погрешности измерений уровня ΔH принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных ΔH_i , ΔH_i^* по формулам (3) и (4).

Если проверка ПМП осуществляется на чувствительном элементе, установленном в технологическую оболочку, с технологическим поплавком, то необходимо определить поправку ΔH_0 , равную значению смещения нулевой точки, возникающего из-за применения технологической оболочки, по формуле:

$$\Delta H_0 = \frac{\sum_{i=1}^5 (\Delta H_i + \Delta H_i^*)}{10} \quad (5)$$

Затем необходимо вычислить скорректированные значения погрешности измерений уровня для каждой точки при прямом $\Delta H_i'$ и обратном ходе $\Delta H_i'^*$ по формулам:

$$\Delta H_i' = \Delta H_i - \Delta H_0, \quad (6)$$

$$\Delta H_i^{**} = \Delta H_i^* - \Delta H_0. \quad (7)$$

И в качестве основной погрешности измерений уровня ΔH принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных $\Delta H_i'$ и ΔH_i^{**} по формулам (6) и (7).

г) Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний измерений уровня $H_{вi}$ по формуле, мм:

$$\Delta H_{вi} = |H_i - H_i^*|. \quad (8)$$

В качестве вариации показаний измерений уровня H_v принять максимальное значение из общего числа определённых значений $H_{вi}$ по формуле (8).

Результаты считаются положительными, если полученные значения основной погрешности и вариации показаний измерений уровня не превышают пределов допускаемой основной погрешности измерений уровня.

Для преобразователя типа ПМП-201 выполнить дополнительно следующие действия:

а) В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации вывести следующие контрольные, калибровочные данные:

- $h_{\underline{}}$ – значение уровня в нижней контрольной, калибровочной точке, м;
- $h_{\overline{}}$ – значение уровня в верхней контрольной, калибровочной точке, м;
- C1 – значение калибровочного параметра соответствующее $h_{\underline{}}$;
- C2 – значение калибровочного параметра соответствующее $h_{\overline{}}$;
- δ – значение относительного отклонения текущей измеренной длины звукопровода от длины звукопровода, определённой при калибровке, %.

б) Убедиться, что значения калибровочных данных равно значениям, зафиксированным в эксплуатационной документации (паспорте) поверяемого ПМП-201, а значение δ не превышает 0,1%.

в) Если значения калибровочных данных отличаются от значений, зафиксированных в эксплуатационной документации (паспорте) поверяемого ПМП-201, а величина δ не превышает 0,1%, то в эксплуатационную документацию необходимо занести новые значения калибровочных данных.

10.1.5 Определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня для ПМП с аналоговым унифицированным токовым сигналом осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с 10.1.2 или 10.1.3 последовательно установить уровни $H_{Эi}$, соответствующие 10.1.1, в порядке возрастания уровня (прямой ход) затем в порядке убывания уровня (обратный ход).

б) При поверке с помощью установки для каждого установленного уровня мультиметром зафиксировать падение напряжения на катушке электрического сопротивления измерительной R_s при прямом U_i и обратном U_i^* ходах.

При поверке с помощью рулетки для каждого установленного уровня мультиметром зафиксировать падение напряжения на катушке электрического сопротивления измерительной R_s при прямом ходе U_{ij} и обратном ходе U_{ij}^* , затем вычислить средние значения напряжения, соответствующие каждой i -й точке при прямом ходе U_i и обратном ходе U_i^* , по формулам, В:

$$U_i = \frac{\sum_{j=1}^3 U_{ij}}{3}, \quad (9)$$

$$U_i^* = \frac{\sum_{j=1}^3 U_{ij}^*}{3} \quad (10)$$

в) Для каждого установленного уровня вычислить значения выходного тока при прямом ходе I_i и обратном ходе I_i^* по формулам, мА:

$$I_i = \frac{U_i}{R_3}, \quad (11)$$

$$I_i^* = \frac{U_i^*}{R_3}, \quad (12)$$

где I_i и I_i^* – значение выходного сигнала, соответствующее измеренному уровню в i -ой точке при прямом и обратном ходах соответственно, мА;

U_i и U_i^* – падение напряжения на катушке электрического сопротивления R_3 при прямом и обратном ходах соответственно, В;

R_3 – номинальное сопротивление катушки электрического сопротивления измерительной (0,1 кОм).

Затем для каждого установленного уровня определить значения измеренного по аналоговому унифицированному токовому сигналу уровня при прямом ходе H_i и обратном ходе H_i^* по формулам, мм:

$$H_i = H_H + \frac{(I_i - I_H)(H_B - H_H)}{(I_B - I_H)}, \quad (13)$$

$$H_i^* = H_H + \frac{(I_i^* - I_H)(H_B - H_H)}{(I_B - I_H)}, \quad (14)$$

где I_H – нижнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;

I_B – верхнее предельное значение диапазона изменения выходного сигнала, мА;

H_H – нижний предел измерений уровня, мм;

H_B – верхний предел измерений уровня, мм.

г) Для каждого установленного уровня определить основную погрешность измерений в абсолютных величинах при прямом ΔH_i и обратном ΔH_i^* ходах по формулам (3) и (4).

В качестве основной погрешности измерений уровня ΔH в абсолютных величинах принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных ΔH_i , ΔH_i^* по формулам (3) и (4).

Если поверка ПМП осуществляется на чувствительном элементе, установленном в технологическую оболочку, с технологическим поплавком, то необходимо определить поправку ΔH_0 , равную значению смещения нулевой точки, возникающего из-за применения технологической оболочки, по формуле (5).

Затем необходимо вычислить скорректированные значения погрешности измерений уровня в абсолютных величинах для каждой точки при прямом $\Delta H_i'$ и обратном ходе $\Delta H_i'^*$ по формулам (6) и (7).

И в качестве основной погрешности измерений уровня ΔH в абсолютных величинах принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных $\Delta H_i'$ и $\Delta H_i'^*$ по формулам (6) и (7).

д) Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний измерений уровня H_{B_i} в абсолютных величинах по формуле (8).

В качестве вариации показаний измерений уровня H_B в абсолютных величинах принять максимальное значение из общего числа определённых значений H_{Bi} по формуле (8).

е) Для каждого установленного уровня определить расчётные значения выходного тока I_{Pi} , соответствующего задаваемому уровню H_{zi} , по формуле:

$$I_{Pi} = I_H + \frac{(H_{zi} - H_H) \cdot (I_B - I_H)}{(H_B - H_H)} \quad (15)$$

ж) Для каждого установленного уровня определить погрешность измерений, приведённую к диапазону выходного сигнала, при прямом γ_{Hi} и обратном ходе γ_{Hi}^* по формулам:

$$\gamma_{Hi} = \frac{(I_i - I_{Pi})}{(I_B - I_H)} \cdot 100 \quad (16)$$

$$\gamma_{Hi}^* = \frac{(I_i^* - I_{Pi})}{(I_B - I_H)} \cdot 100 \quad (17)$$

В качестве основной погрешности измерений уровня в диапазоне измерений γ_H , приведённой к диапазону выходного сигнала, принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных γ_{Hi} и γ_{Hi}^* по формулам (16) и (17).

Если поверка ПМП осуществляется на чувствительном элементе, установленном в технологическую оболочку, с технологическим поплавком, то необходимо определить поправку γ_{H_0} , равную значению смещения нулевой точки, возникающего из-за применения технологической оболочки, по формуле:

$$\gamma_{H_0} = \frac{\sum_{i=1}^5 (\gamma_{Hi} + \gamma_{Hi}^*)}{10} \quad (18)$$

Затем необходимо вычислить скорректированные значения погрешности измерений уровня, приведённой к диапазону выходного сигнала, для каждой точки при прямом γ_{Hi}' и обратном ходе γ_{Hi}^{**} по формулам:

$$\gamma_{Hi}' = \gamma_{Hi} - \gamma_{H_0} \quad (19)$$

$$\gamma_{Hi}^{**} = \gamma_{Hi}^* - \gamma_{H_0} \quad (20)$$

В качестве основной погрешности измерений уровня γ_H , приведённой к диапазону выходного сигнала, принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных γ_{Hi}' и γ_{Hi}^{**} по формулам (19) и (20).

и) Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний, приведённую к диапазону выходного сигнала, $\gamma_{H_{Bi}}$ по формуле:

$$\gamma_{H_{Bi}} = \gamma_{Hi} - \gamma_{Hi}^* \quad (21)$$

В качестве вариации показаний, приведённой к диапазону выходного сигнала, γ_{H_B} принять максимальное значение из общего числа определённых значений $\gamma_{H_{Bi}}$ по формуле (21).

Результаты считаются положительными, если полученные значения основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в абсолютных величинах или приведённые к диапазону выходного сигнала не превышают пределов допускаемой основной погрешности.

10.1.6 Определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня для ПМП с резистивным делителем напряжения осуществлять следующим образом:

а) В соответствии с 10.1.2 или 10.1.3 последовательно установить уровни H_{zi} , соответствующие 10.1.1, в порядке возрастания уровня (прямой ход) затем в порядке убывания уровня (обратный ход).

б) При поверке с помощью установки для каждого установленного уровня мультиметром зафиксировать значение сопротивления плеча делителя при прямом R_{ij} и обратном R_{ij}^* ходах и значение общего сопротивления делителя при прямом ходе $R_{общ.ij}$ и обратном ходе $R_{общ.ij}^*$.

При поверке с помощью рулетки для каждого установленного уровня мультиметром зафиксировать значение сопротивления плеча делителя при прямом R_{ij} и обратном R_{ij}^* ходах и значение общего сопротивления делителя при прямом ходе $R_{общ.ij}$ и обратном ходе $R_{общ.ij}^*$, затем вычислить средние значения, соответствующие каждой i -й точке при прямом ходе R_i и $R_{общ.i}$ и обратном ходе R_i^* и $R_{общ.i}^*$ по формулам:

$$R_i = \frac{\sum_{j=1}^3 R_{ij}}{3} \quad (22)$$

$$R_{общ.i} = \frac{\sum_{j=1}^3 R_{общ.ij}}{3} \quad (23)$$

$$R_i^* = \frac{\sum_{j=1}^3 R_{ij}^*}{3} \quad (24)$$

$$R_{общ.i}^* = \frac{\sum_{j=1}^3 R_{общ.ij}^*}{3} \quad (25)$$

в) Для каждого установленного уровня определить значения измеренного уровня при прямом ходе H_i и обратном ходе H_i^* по формулам:

$$H_i = H_H + \frac{R_i}{K} \frac{(H_B - H_H)}{R_{общ.i}} \quad (26)$$

$$H_i^* = H_H + \frac{R_i^*}{K} \frac{(H_B - H_H)}{R_{общ.i}^*} \quad (27)$$

где H_H – нижний предел измерений уровня;

H_B – верхний предел измерений уровня;

K – коэффициент пересчёта общего сопротивления делителя в сопротивление плеча делителя, соответствующее верхнему пределу измерения.

Коэффициент пересчета K определяется по формуле:

$$K = \frac{1}{1 + \frac{10 \cdot R_B}{(H_B - H_H) \cdot R}} \quad (28)$$

где R_B – значение дополнительного сопротивления герконорезистивного преобразователя, Ом;

R – значение сопротивления герконорезистивного преобразователя, соответствующее 10 мм, Ом.

Примечание – Значения R_B и R указываются в эксплуатационной документации, в обозначении ПМП.

г) Для каждого установленного уровня определить основную погрешность измерений при прямом ΔH_i и обратном ΔH_i^* ходах по формулам (3) и (4).

В качестве основной погрешности измерений уровня ΔH принять максимальное по модулю значение из общего числа вычисленных ΔH_i , ΔH_i^* по формулам (3) и (4).

д) Для каждого установленного уровня определить вариацию показаний измерений уровня $H_{вi}$ по формуле (8).

В качестве вариации показаний измерений уровня $H_{в}$ принять максимальное значение из общего числа определённых значений $H_{вi}$ по формуле (8).

Результаты считаются положительными, если полученные значения основной погрешности и вариации показаний измерений уровня не превышают пределов допускаемой основной погрешности измерений уровня.

10.2 Определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в условиях эксплуатации без демонтажа ПМП

10.2.1 Определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в условиях эксплуатации для всех вариантов исполнений ПМП, кроме ПМП-201, проводится в трех точках, равномерно распределённых по диапазону измерений при прямом и обратном ходах, т.е. при повышении и понижении уровня жидкости в резервуаре.

Необходимо установить поочередно в резервуаре каждый из трех уровней. Измерения производить после выдержки в течение не менее 10 минут с момента установления очередного уровня жидкости.

Определение уровня в резервуаре осуществлять рулеткой измерительной металлической с грузом.

В каждой точке для прямого и обратного хода зафиксировать по 3 раза значения выходного сигнала, соответствующие измеренному уровню, и величину уровня в резервуаре $H_{эij}$ по показаниям эталонного средства измерений. Интервал между измерениями не менее 20 секунд.

В каждой точке вычислить среднее значение уровня жидкости в резервуаре, определённое по показаниям эталонного средства измерения, по формуле:

$$H_{эi} = \frac{\sum_{j=1}^3 H_{эij}}{3}, \quad (29)$$

Определить значения основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в соответствии с перечислениями 10.1.4 настоящей методики для ПМП с цифровым кодированным сигналом; 10.1.5 настоящей методики для ПМП с аналоговым унифицированным токовым сигналом; 10.1.6 настоящей методики для ПМП с резистивным делителем напряжения.

Результаты считаются положительными, если полученные значения основной погрешности и вариации показаний не превышают пределов допускаемой основной погрешности измерений.

10.2.2 Определение основной погрешности и вариации показаний измерений уровня в условиях эксплуатации для ПМП-201 проводится следующим образом.

В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации вывести для ПМП-201 следующие контрольные, калибровочные данные:

- $h_{\underline{}}$ – значение уровня в нижней калибровочной точке, м;
- $h_{\overline{}}$ – значение уровня в верхней калибровочной точке, м;
- $C1$ – значение калибровочного параметра соответствующее $h_{\underline{}}$;
- $C2$ – значение калибровочного параметра соответствующее $h_{\overline{}}$;
- δ – значение относительного отклонения текущей измеренной длины звукопровода от длины звукопровода, определённой при калибровке, %.

В соответствии с указаниями руководства по эксплуатации вывести для ПМП-201 значение температуры измеряемой среды.

При несоответствии температуры измеряемой среды требованию 3.1 вычислить значение относительного отклонения длины звукопровода, приходящегося на 10 °С изменения температуры среды δ_T по формуле:

$$\delta_T = 10 \cdot \delta / (t - t_k), \quad (30)$$

где δ – значение относительного отклонения текущей измеренной длины звукопровода;
 t – значение температуры измеряемой среды, °С;
 t_k – значение температуры окружающей среды при калибровке, зафиксированное в эксплуатационной документации (паспорте) поверяемого ПМП-201, °С.

Результаты считаются положительными, если:

- значения калибровочных данных h_+ , h_- , $C1$, $C2$ равно значениям, зафиксированным в эксплуатационной документации (паспорте) поверяемого ПМП-201;
- при соответствии температуры измеряемой среды требованию 3.1 значение δ относительного отклонения текущей измеренной длины звукопровода не превышает $\pm 0,1\%$;
- при несоответствии температуры измеряемой среды требованию 3.1 величина δ_T относительного отклонения длины звукопровода, приходящегося на 10 °С изменения температуры среды, не превышает $\pm 0,1\%/10^\circ\text{C}$.

При отрицательных результатах, необходимо в соответствии с руководством по эксплуатации провести настройку ПМП-201 и провести поверку по 10.1.1 – 10.1.4.

10.3 Определение погрешности измерений температуры

Определение погрешности измерений температуры проводится следующим образом:

а) ПМП расположить на столе и выдержать его при нормальной температуре не менее 4 часов.

Примечание – Допускается сокращение времени выдержки до 30 минут, если ПМП до начала поверки находился в одном помещении с эталонами, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

б) поместить эталонный термометр в непосредственной близости (на расстоянии не более 30 мм) от места установки датчика температуры, параллельно направляющей ПМП. Место установки датчика температуры указано в эксплуатационной документации ПМП.

Примечание – На рабочем месте исключить движение воздуха и попадание прямых солнечных лучей на ПМП и на эталонный термометр.

в) выдержать эталонный термометр и ПМП в указанном положении в течение 30 минут, после чего зафиксировать три отсчета показаний эталонного термометра и показаний ПМП, с интервалом порядка 1 мин. между отсчетами.

Примечание – Допускается сокращение времени выдержки до момента установления показаний на эталонном термометре при условии наличия теплового контакта чувствительной части эталонного термометра с направляющей ПМП в месте установления датчика температуры.

г) вычислить погрешность измерений температуры по формуле:

$$\Delta T = \frac{\sum_{i=1}^3 (T_i - T_{эi})}{3}, \quad (31)$$

где T_i – показания датчика температуры ПМП при i -ом отсчете, °С;

$T_{эi}$ – показания эталонного термометра при i -ом отсчете, °С;

Результаты считаются положительными, если полученные значения погрешности измерений для каждого датчика температуры не превышают пределов допускаемой погрешности измерений температуры.

10.4 Определение погрешности измерений температуры в условиях эксплуатации без демонтажа ПМП

Определение погрешности измерений температуры в условиях эксплуатации проводится следующим образом:

а) Поместить термометр в пробоотборник. Пробоотборник зафиксировать на измерительной рулетке с грузом и опустить в резервуар на уровень датчика температуры ПМП. Место установки датчика температуры указано в эксплуатационной документации ПМП.

б) Открыть клапан пробоотборника, и выдержать термометр в указанном положении не менее 30 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 и датчика температуры ПМП, при этом эталонный термометр из пробоотборника не вынимать.

г) Повторить действия по перечислениям а) – в) настоящего пункта еще 2 раза.

д) Вычислить абсолютную погрешность измерений температуры по формуле 31.

Результаты считаются положительными, если полученные значения погрешности измерений для каждого датчика температуры не превышают пределов допускаемой погрешности измерений температуры.

10.5 Определение погрешности измерений плотности

Определение погрешности измерений плотности проводится следующим образом:

Для ПМП с поддиапазоном измерений, находящимся внутри диапазона от 650 до 1500 кг/м³, для осуществления поверки используются три испытательные жидкости, плотности которых соответствуют поддиапазону измерений ПМП. При этом разность плотностей испытательных жидкостей должна превышать 1/4 от поддиапазона измерений ПМП.

Примечание – В качестве испытательных жидкостей могут быть использованы сорта бензина АИ-76, АИ-80, АИ-92, АИ-95, АИ-98, керосин, дизельное топливо, их смеси, а так же спирт, вода и их смеси.

Перед началом работ необходимо поместить испытательные жидкости в сосуды, размеры и емкость которых должны обеспечивать установку ПМП (вместе с поплавками) и эталонного ареометра. ПМП и испытательные жидкости необходимо выдержать при нормальной температуре по 3.1 не менее 4 ч.

Примечание – Допускается сокращение времени выдержки до 30 минут, если ПМП до начала поверки находился в одном помещении с эталонами, удовлетворяющем условиям проведения поверки.

Допускается проводить определение погрешности плотности с использованием технологического ПМП. Для этого в соответствии с указаниями руководства по эксплуатации необходимо перенести поплавки ПМП на направляющую технологического ПМП и занести в память технологического ПМП калибровочные параметры, зафиксированные в памяти ПМП:

r_{-} и r_{+} – нижняя и верхняя контрольные точки плотности (соответствующие плотностям жидкостей, используемых при настройке подлежащего поверке ПМП, значения которых максимально приближены к границам его диапазона измерений);

d4 и d5 – коды, соответствующие расстоянию между магнитами поплавков ПМП, для нижней (r_{-}) и верхней (r_{+}) контрольной точки плотности.

Определение погрешности измерений плотности проводить следующим образом:

а) Поместить ПМП и эталонный ареометр в сосуд, заполненный первой испытательной жидкостью, и выдержать их в течение не менее 30 минут.

Примечание – Поплавки ПМП и эталонный ареометр должны находиться в жидкости во взвешенном состоянии и не соприкасаться между собой и со стенками сосуда.

б) После истечения времени выдержки выполнить последовательно по 3 отсчета показаний эталонного ареометра и показаний ПМП, с интервалом не менее 1 мин. между отсчетами.

в) Повторить работы по перечислению а) настоящего пункта для второй и третьей испытательной жидкости.

г) Вычислить погрешность измерений плотности в каждой испытательной жидкости $\Delta\rho_i$ по формуле:

$$\Delta\rho_i = \frac{\sum_{j=1}^3 (\rho_{ij} - \rho_{эij})}{3}, \quad (32)$$

где ρ_{ij} – значение измеренной плотности при j -ом отсчете в i -ой испытательной жидкости, в кг/м^3 ;

$\rho_{эij}$ – показания эталонного ареометра при j -ом отсчете в i -ой испытательной жидкости, в кг/м^3 .

Результаты считаются положительными, если полученные значения погрешности измерений плотности в каждой i -ой испытательной жидкости не превышают 0,8 от пределов допускаемой погрешности измерений плотности.

Для ПМП с поддиапазоном измерений плотности, находящимся внутри диапазона от 400 до 650 кг/м^3 , поверка производится с использованием установки, конструкция которой приведена в приложении Б.

Для осуществления поверки используются два СО состава искусственной газожидкостной смеси на основе углеводородов, плотности которых соответствуют диапазону измерений ПМП при этом разность плотностей СО должна превышать 1/4 от поддиапазона измерений.

Перед проведением поверки поплавки ПМП переносятся на направляющую технологического ПМП. Технологический ПМП устанавливается в сосуд. При установке необходимо обеспечить герметичность соединений. В память технологического ПМП заносятся калибровочные параметры, зафиксированные в памяти ПМП:

$r_{\text{н}}$ и $r_{\text{в}}$ – нижняя и верхняя контрольные точки плотности (соответствующие плотностям жидкостей, используемых при настройке ПМП подлежащего поверке, значения которых максимально приближены к границам его диапазона измерений);

d4 и d5 – коды, соответствующие расстоянию между магнитами поплавков ПМП, для нижней ($r_{\text{н}}$) и верхней ($r_{\text{в}}$) контрольной точки плотности.

Определение погрешности измерений плотности проводить следующим образом:

а) Подключить сосуд с технологическим ПМП к магистрали подачи СО, открыть вентили 3 и 4 и заполнить сосуд первым СО до уровня не менее чем на 50 мм выше уровня всплытия поплавка. Всплытие поплавка и уровень наполнения контролировать по показаниям ПМП технологического сосуда. Закрыть вентили 3 и 4, отключить сосуд от магистрали подачи СО.

б) Сосуд со СО поместить в ванну термостата установить температуру термостатирования 15 °С. Выдержать сосуд со СО до установления в нем равновесного состояния жидкой и газовой фазы.

Равновесным считать состояние, когда не происходит изменение уровня более чем на 1 мм, температуры – более чем на 0,1 °С и давления – более чем на 10 кПа в течение не менее 20 минут. Уровень и температуру контролировать по показаниям технологического ПМП, давление – по манометру технологического сосуда установки.

в) Зафиксировать показания ПМП, выполнив последовательно три отсчета показаний ρ_j , с интервалом не менее 1 мин. между отсчетами.

За измеренное значение принять среднее значение, вычисленное по формуле:

$$\rho = \frac{\sum_{j=1}^3 \rho_j}{3}. \quad (33)$$

г) Вычислить плотность СО, соответствующую температуре термостатирования, ρ_3 . Плотность вычисляется по компонентному составу СО согласно методике ГОСТ 28656-2019 «Газы углеводородные сжиженные. Расчетный метод определения плотности и давления насыщенных паров».

д) Вычислить погрешность измерений плотности по формуле:

$$\Delta\rho = \rho - \rho_3, \quad (34)$$

е) Подключить сосуд к магистрали слива СО, открыть вентили 3 и 4 и слить СО из сосуда, закрыть вентили 3 и 4. Отключить сосуд от магистрали слива СО, открыть вентили 3 и 4 и проветрить сосуд.

з) Повторить перечисления а) – е) для второго СО.

Результаты считаются положительными, если полученные значения погрешности измерений плотности для каждого СО не превышает 0,8 от пределов допускаемой погрешности измерений плотности.

Примечание – Допускается поверку осуществлять на одном СО, при двух разных температурах термостатирования, обеспечивающих разность плотностей, превышающую 1/4 от диапазона измерений.

10.6 Определение погрешности измерений плотности в условиях эксплуатации без демонтажа ПМП

Определение погрешности измерений плотности в условиях эксплуатации проводится следующим образом:

Для ПМП с поддиапазоном измерений, находящимся внутри диапазона от 650 до 1500 кг/м³, определение погрешности измерений плотности в условиях эксплуатации выполнять следующим образом:

а) Поместить эталонный термометр в пробоотборник. Пробоотборник зафиксировать на измерительной рулетке и опустить в резервуар на уровень горизонта резервуара, на котором расположен поплавок плотности ПМП.

б) Открыть клапан пробоотборника, и выдержать эталонный термометр в указанном положении не менее 30 минут.

в) После выдержки зафиксировать показание поверяемого ПМП ρ_i затем пробоотборник закрыть и извлечь из резервуара. В течение интервала времени не более 30 секунд с момента закрытия пробоотборника зафиксировать показания T_{oi} термометра, после чего извлечь термометр из пробоотборника.

г) В лабораторных условиях определить при помощи ареометра плотность данной i -ой отобранной пробы ρ_{li} и одновременно измерить температуру T_{li} этой пробы, с помощью термометра;

д) Повторить действия по перечислениям а) – г) настоящего пункта еще 2 раза;

е) для каждой i -ой отобранной пробы полученное в лабораторных условиях (при температуре T_{li}) значение плотности ρ_{li} пересчитать к температуре жидкости в резервуаре, измеренной при отборе данной пробы, T_{oi} .

Примечание – Пересчет плотности контролируемой жидкости к температуре, измеренной при отборе пробы, осуществляется с использованием действующих нормативных документов, в которых регламентирована температурная зависимость плотности данной жидкости. Например: ГОСТ 8.599-2010 «Государственная система обеспечения единства измерений. Плотность светлых нефтепродуктов. Таблицы пересчета плотности к 15 °С и 20 °С и к условиям измерения объема».

ж) вычислить погрешность измерений плотности по формуле:

$$\Delta\rho = \frac{\sum_{i=1}^3 (\rho_i - \rho_{pi})}{3}, \quad (35)$$

где ρ_i – значение измеренной ПМП плотности при отборе i -ой пробы жидкости из резервуара, кг/м^3 ;

ρ_{pi} – расчетное значение плотности i -ой отобранной пробы жидкости, приведенное к температуре T_{oi} , измеренной при отборе данной пробы, кг/м^3 .

Результаты считаются положительными, если полученное значение погрешности не превышает пределов допускаемой погрешности измерений плотности.

10.7 Подтверждение метрологических характеристик измерений массы и объема

10.7.1 Подтверждение метрологических характеристик измерений массы и объема нефтепродуктов осуществляется в соответствии ФР.1.29.2023.45851 Государственная система обеспечения единства измерений. Масса и объем нефтепродуктов. Методика измерений косвенным методом статических измерений с применением преобразователя магнитного поплавкового ПМП-201, аттестованная ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И.Менделеева» 14.04.2023 г.

10.7.2 Проверить в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений статус методики измерений ФР.1.29.2023.45851.

10.7.3 Результат подтверждения считать положительным, если:

– методика измерений ФР.1.29.2023.45851 является действующей;

– погрешность измерений массы и объема нефтепродукта, указанная в паспорте на ПМП-201, соответствует значениям пределов допускаемой погрешности, указанным в описании типа на ПМП.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются протоколом поверки произвольной формы.

11.2 Сведения о результатах поверки ПМП передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

11.3 При положительных результатах поверки ПМП по заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений, или делается соответствующая запись с нанесением знака поверки, заверяемая подписью поверителя, в паспорте ПМП.

11.4 При отрицательных результатах поверки ПМП к применению не допускается.

По заявлению владельца средства измерений или лица, предоставившего средство измерений на поверку, на отрицательные результаты поверки выдается извещение о непригодности к применению средства измерений в соответствии с действующим законодательством в области обеспечения единства измерений.

Заместитель начальника
отдела 208 ФГБУ «ВНИИМС»



А.М. Шаронов

Научный сотрудник отдела 208
ФГБУ «ВНИИМС»



Д. Ю. Семенюк

Приложение А
(обязательное)

Схемы подключения

А.1 Схема подключения ПМП с цифровым кодированным сигналом на базе протокола «СЕНС» приведена на рисунке А.1.

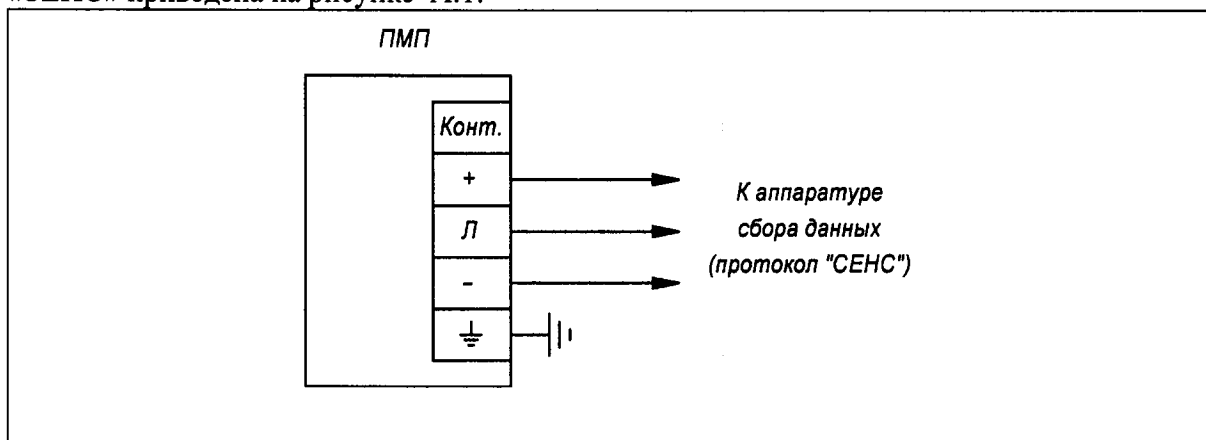


Рисунок А.1

А.2 Схема подключения ПМП с цифровым кодированным сигналом на базе протокола «Modbus» приведена на рисунке А.2.

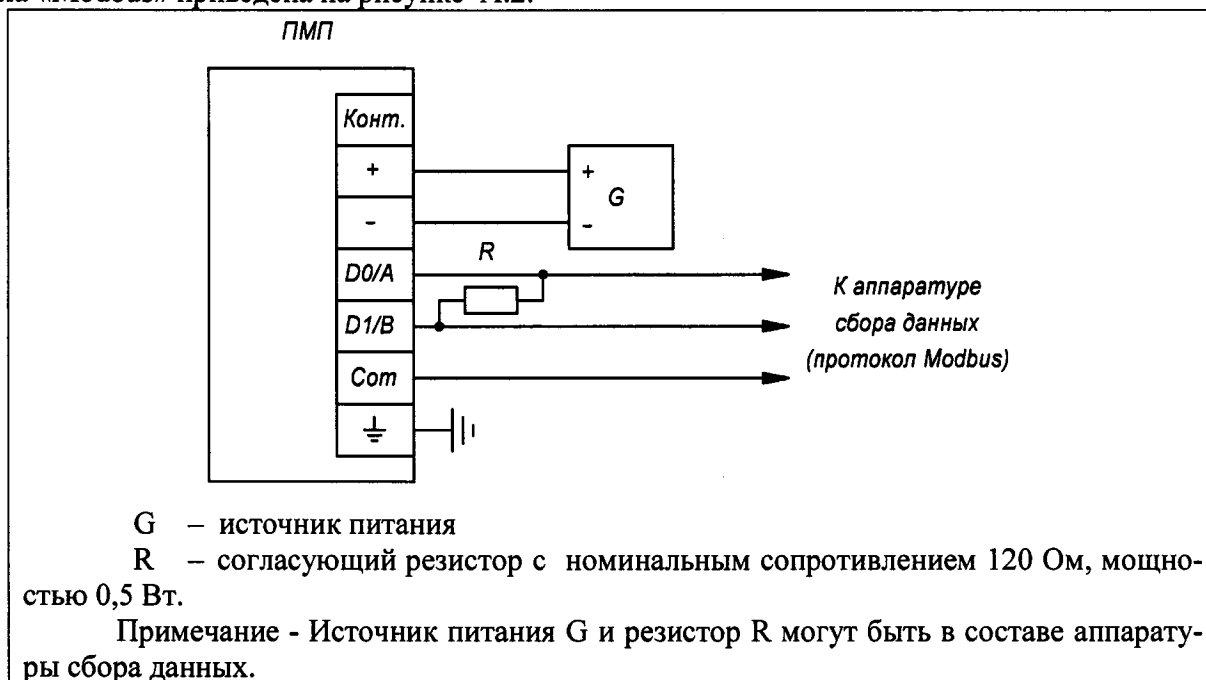


Рисунок А.2

А.3 Схема подключения ПМП с аналоговым унифицированным токовым выходным сигналом 4–20 мА и выходным сигналом на базе HART протокола приведена на рисунке А.3.

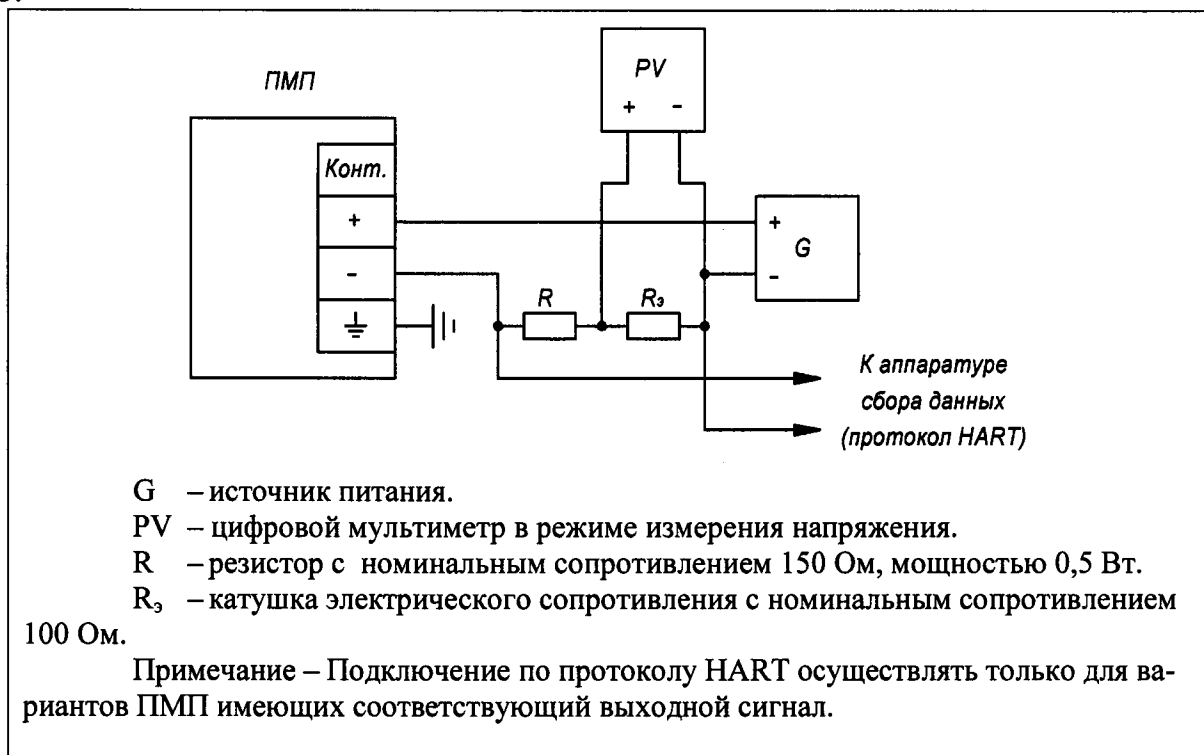


Рисунок А.3

А.4 Схема подключения ПМП с резистивным делителем напряжения приведена на рисунке А.4.



Рисунок А.4

Приложение Б
(обязательное)

Схема поверки погрешности измерений плотности

Б.1 Схема поверки погрешности измерений плотности с поддиапазоном измерений плотности, находящемся в диапазоне от 400 до 650 кг/м³ приведена на рисунке Б.1 .

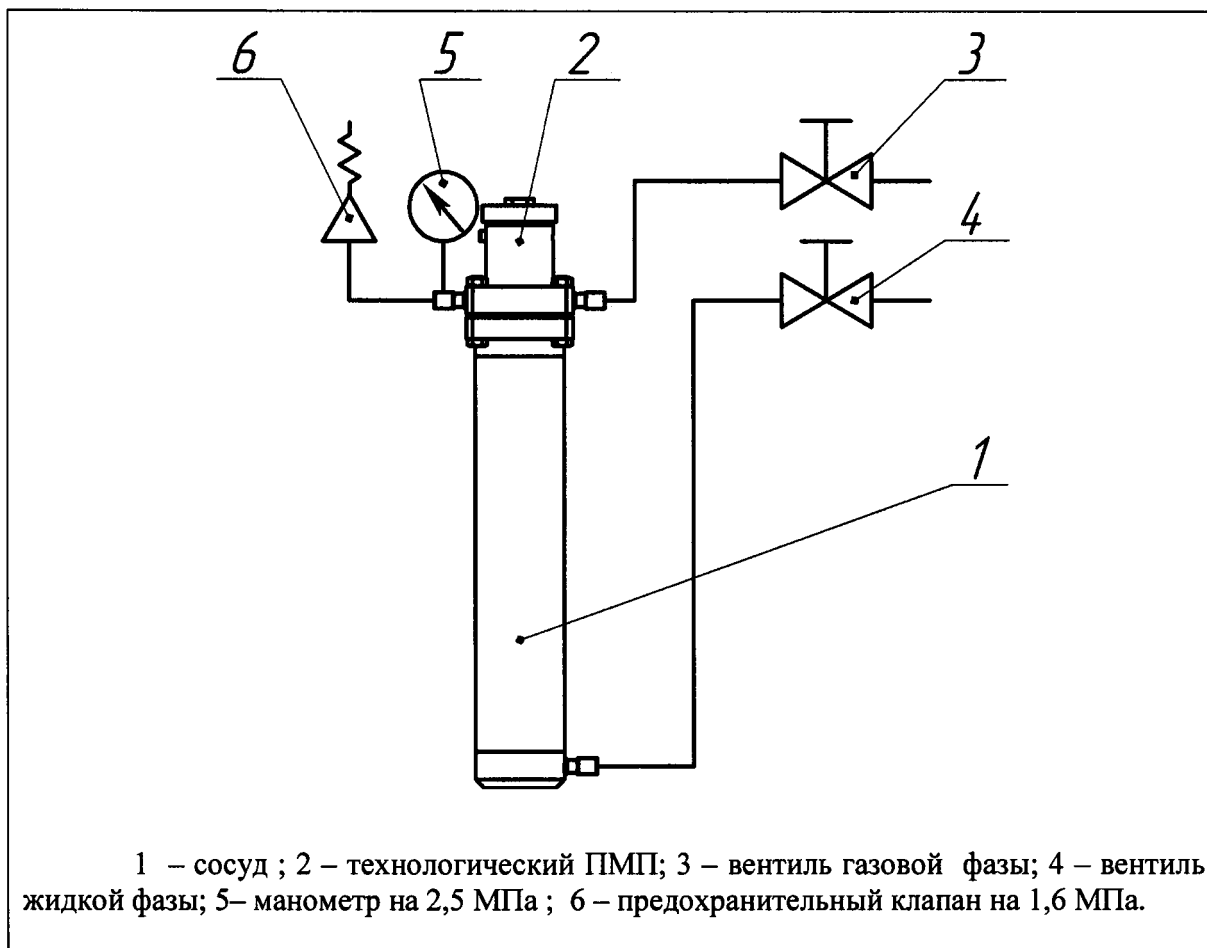


Рисунок Б.1