

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора – главный метролог
РУП «Витебский ЦСМС»

В.А. Хандогина

« 05 »

06

2025 г.

Система обеспечения единства измерений
Республики Беларусь

РАСХОДОМЕРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ
РЕМ-1000

Методика поверки
МРБ МП.4300–2025

РАЗРАБОТАНО

Ведущий специалист по
сертификации СООО «АПЛИСЕНС»

Г.И. Граховская

« 08 »

апреля 2025 г.

г. Витебск
2025

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры электромагнитные РЕМ-1000, в дальнейшем расходомеры, выпускаемые СООО «АПЛИСЕНС», Республика Беларусь, по ТУ ВУ 390317133.009–2025 «Расходомеры электромагнитные РЕМ-1000. Технические условия», предназначенные для измерения объема и объемного расхода в прямом и обратном направлении потока электропроводящих жидкостей и преобразования значения расхода в электрические аналоговые выходные сигналы от 4 до 20 мА и/или в выходные цифровые сигналы стандарта Modbus RTU/RS-485 и устанавливает их первичную и последующие поверки.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства измерений с характеристиками, указанными в таблице 1.

1.2 Применяемые средства измерений должны иметь подтвержденные метрологические характеристики и иметь действующие свидетельства о поверке или калибровке и (или) иные знаки поверки (калибровки).

Погрешность эталонных средств измерений единиц объемного расхода, объема жидкости в потоке, применяемых для определения основной погрешности поверяемых расходомеров, не более $1/3$ предела допускаемой основной погрешности.

При отсутствии средств измерений и вспомогательного оборудования, указанных в таблице 1, допускается применение средств измерений, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых расходомеров с требуемой точностью.

1.3 При получении отрицательных результатов при проведении любой операции, приведенной в таблице 1, поверка должна быть прекращена.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	последующей поверке
Внешний осмотр	6.1	—	да	да
Опробование:	6.2			
Проверка работоспособности	6.2.1	Прибор измерительный ПИ-002/2М.Д: диапазон измерений температуры: от минус 20 °С до плюс 60 °С, погрешность: $\pm 0,5$ °С; диапазон измерений относительной влажности: от 5 % до 98 %, погрешность: ± 3 %; диапазон измерений атмосферного давления: от 80 до 106 кПа, погрешность: $\pm 0,2$ кПа. Установка для поверки счетчиков холодной и горячей воды тип STEP-M-200/400-70, Диаметры условных проходов – от 10 до 200 мм; диапазон расходов, воспроизводимых установкой, м ³ /ч: через измерительные баки – от 0,02 до 360; через образцовые весы – от 0,02 до 360;	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	последующей поверке
		по контрольным расходомерам – от 0,2 до 400; Основная относительная погрешность установки: по измерительным бакам – $\pm 0,10\%$; по образцовым весам – $\pm 0,14\%$. Мультиметр Keithley Model 2000 Пределы измерения напряжения постоянного тока: 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В, 1000 В, погрешность $\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 35 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В, $\pm (30 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 7 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В, $\pm (30 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В, $\pm (45 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В, $\pm (45 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В; пределы измерения силы постоянного тока: 10 мА, 100 мА, 1 А, 3 А, погрешность $\pm (500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 400 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (800 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (1200 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А; диапазон измерения напряжения переменного тока: (0,1 - 750) В, погрешность $\pm (0,0006 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пр}})$ В; пределы измерения силы переменного тока: 1А, 3А, погрешность $\pm (0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0004 \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (0,0015 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0006 \cdot I_{\text{пр}})$ А; пределы измерения сопротивления: 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, погрешность $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (400 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (1500 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом; диапазон измерения частоты напряжения переменного тока: (50 - 10000) Гц, погрешность $\pm (0,0001 \cdot f_{\text{изм}})$ Гц. Лабораторный блок питания НУ5002, диапазон выходного напряжения от 0 до 50 В постоянного тока; диапазон выходного тока от 0 до 5 А постоянного тока. Источник питания постоянного тока Б5-44, напряжение от 0 до 30 В.		

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	последующей поверке
		Автотрансформатор АОСН – 8 – 220 УХЛ4 стационарный, предел регулировки напряжения 170 – 250 В.		
Проверка прочности электрической изоляции	6.2.2	Прибор измерительный ПИ-002/2М.Д: диапазон измерений температуры: от минус 20 °С до плюс 60 °С, погрешность: $\pm 0,5$ °С; диапазон измерений относительной влажности: от 5 % до 98 %, погрешность: ± 3 %; диапазон измерений атмосферного давления: от 80 до 106 кПа, погрешность: $\pm 0,2$ кПа. Установка пробойная УПУ–22, диапазоны регулировки выходного напряжения постоянного и переменного тока от 0 до 2 кВ и от 0 до 5 кВ; пределы допускаемой приведенной погрешности выходного напряжения постоянного и переменного тока не превышает ± 3 % от верхнего значения установленного предела; диапазон измерения сопротивления при токе 25 А частотой 50 Гц от 0,01 до 0,10 Ом, пределы допускаемой погрешности измерения сопротивления защитного заземления не превышает ± 5 % от верхнего значения предела измерения, равного 0,10 Ом. Секундомер электронный С-01, 9 ч 59 мин 59,99 с, $\pm (9,6 \times 10^{-6} \times (T_x) + 0,01)$ с.	да	нет
Проверка сопротивления изоляции	6.2.2	Прибор измерительный ПИ-002/2М.Д: диапазон измерений температуры: от минус 20 °С до плюс 60 °С, погрешность: $\pm 0,5$ °С; диапазон измерений относительной влажности: от 5 % до 98 %, погрешность: ± 3 %; диапазон измерений атмосферного давления: от 80 до 106 кПа, погрешность: $\pm 0,2$ кПа. Мегаомметр Ф4101, выходное напряжение 100 В, кл. 2,5. Секундомер электронный С-01, 9 ч 59 мин 59,99 с, $\pm (9,6 \times 10^{-6} \times (T_x) + 0,01)$ с.	да	да
Проверка программного обеспечения	6.2.3	Прибор измерительный ПИ-002/2М.Д: диапазон измерений температуры: от минус 20 °С до плюс 60 °С, погрешность: $\pm 0,5$ °С; диапазон измерений относительной влажности: от 5 % до 98 %, погрешность: ± 3 %; диапазон измерений атмосферного давления: от 80 до 106 кПа, погрешность: $\pm 0,2$ кПа. Мультиметр Keithley Model 2000 Пределы измерения напряжения постоянного тока: 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В, 1000 В, погрешность $\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot U_{изм} + 35 \cdot 10^{-6} \cdot U_{пр})$ В,	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	последующей поверке
		$\pm (30 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 7 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}}) \text{ В,}$ $\pm (30 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}}) \text{ В,}$ $\pm (45 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}}) \text{ В,}$ $\pm (45 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}}) \text{ В;}$ пределы измерения силы постоянного тока: 10 мА, 100 мА, 1 А, 3 А, погрешность $\pm (500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}}) \text{ А,}$ $\pm (500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 400 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}}) \text{ А,}$ $\pm (800 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}}) \text{ А,}$ $\pm (1200 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}}) \text{ А;}$ диапазон измерения напряжения переменного тока: (0,1 - 750) В, погрешность $\pm (0,0006 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пр}}) \text{ В;}$ пределы измерения силы переменного тока: 1 А, 3 А, погрешность $\pm (0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0004 \cdot I_{\text{пр}}) \text{ А,}$ $\pm (0,0015 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0006 \cdot I_{\text{пр}}) \text{ А;}$ пределы измерения сопротивления: 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, погрешность $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}}) \text{ Ом,}$ $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}}) \text{ Ом,}$ $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}}) \text{ Ом,}$ $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}}) \text{ Ом,}$ $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}}) \text{ Ом,}$ $\pm (400 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}}) \text{ Ом,}$ $\pm (1500 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}}) \text{ Ом;}$ диапазон измерения частоты напряжения переменного тока: (50 - 10000) Гц, погрешность $\pm (0,0001 \cdot f_{\text{изм}}) \text{ Гц.}$ Лабораторный блок питания НУ5002, диапазон выходного напряжения от 0 до 50 В постоянного тока; диапазон выходного тока от 0 до 5 А постоянного тока. Источник питания постоянного тока Б5-44, напряжение от 0 до 30 В. Автотрансформатор АОСН – 8 – 220 УХЛ4 стационарный, предел регулировки напряжения 170 – 250 В.		
Определение метрологических характеристик:	6.3			
Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и	6.3.1;	Прибор измерительный ПИ-002/2М.Д: диапазон измерений температуры: от минус 20 °С до плюс 60 °С, погрешность: $\pm 0,5 \text{ °С;}$ диапазон измерений относительной влажно-	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	последующей поверке
объема жидкости; Определение основной приведенной погрешности выходного аналогового сигнала силы постоянного тока при измерении объемного расхода жидкости, %	6.3.2	сти: от 5 % до 98 %, погрешность: ± 3 %; диапазон измерений атмосферного давления: от 80 до 106 кПа, погрешность: $\pm 0,2$ кПа. Установка для поверки счетчиков холодной и горячей воды тип СТЕР-М-200/400-70, Диаметры условных проходов – от 10 до 200 мм; диапазон расходов, воспроизводимых установкой, м ³ /ч: через измерительные баки – от 0,02 до 360; через образцовые весы – от 0,02 до 360; по контрольным расходомерам – от 0,2 до 400; Основная относительная погрешность установки: по измерительным бакам – $\pm 0,10$ %; по образцовым весам – $\pm 0,14$ %. Мультиметр Keithley Model 2000 Пределы измерения напряжения постоянного тока: 100 мВ, 1 В, 10 В, 100 В, 1000 В, погрешность $\pm (50 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 35 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В, $\pm (30 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 7 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В, $\pm (30 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 5 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В, $\pm (45 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В, $\pm (45 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{изм}} + 6 \cdot 10^{-6} \cdot U_{\text{пр}})$ В; пределы измерения силы постоянного тока: 10 мА, 100 мА, 1 А, 3 А, погрешность $\pm (500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (500 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 400 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (800 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (1200 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{изм}} + 15 \cdot 10^{-6} \cdot I_{\text{пр}})$ А; диапазон измерения напряжения переменного тока: (0,1 - 750) В, погрешность $\pm (0,0006 \cdot U_{\text{изм}} + 0,0003 \cdot U_{\text{пр}})$ В; пределы измерения силы переменного тока: 1А, 3А, погрешность $\pm (0,001 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0004 \cdot I_{\text{пр}})$ А, $\pm (0,0015 \cdot I_{\text{изм}} + 0,0006 \cdot I_{\text{пр}})$ А; пределы измерения сопротивления: 100 Ом, 1 кОм, 10 кОм, 100 кОм, 1 МОм, 10 МОм, 100 МОм, погрешность $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 40 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (100 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом,	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) эталонов и вспомогательных средств поверки, их метрологические и основные технические характеристики, обозначение ТНПА	Проведение операций при	
			первичной поверке	последующей поверке
		$\pm (400 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 10 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом, $\pm (1500 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{изм}} + 30 \cdot 10^{-6} \cdot R_{\text{пр}})$ Ом; диапазон измерения частоты напряжения переменного тока: (50 - 10000) Гц, погрешность $\pm (0,0001 \cdot f_{\text{изм}})$ Гц. катушка сопротивлений эталонная Р331, пределы измерений 100 Ом, класс точности 0,01; 3 разряд. Лабораторный блок питания НУ5002, диапазон выходного напряжения от 0 до 50 В постоянного тока; диапазон выходного тока от 0 до 5 А постоянного тока. Источник питания постоянного тока Б5-44, напряжение от 0 до 30 В. Автотрансформатор АОСН – 8 – 220 УХЛ4 стационарный, предел регулировки напряжения 170 – 250 В.		

2 Требования к квалификации поверителей

2.1 К проведению измерений при поверке допускаются лица, прошедшие специальное обучение и имеющие квалификацию поверителя.

2.2 Поверку должен выполнять персонал, прошедший инструктаж по технике безопасности, имеющий необходимую подготовку для работы с расходомерами и используемыми эталонами.

3 Требования безопасности

3.1 При проведении поверки необходимо соблюдать требования безопасности, предусмотренные ТКП 427-2022 «Электроустановки. Правила по обеспечению безопасности при эксплуатации», и требования безопасности, оговоренные в эксплуатационной документации на расходомеры, используемые эталоны и вспомогательные средства поверки.

4 Условия поверки

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие нормальные условия:

- температура окружающего воздуха – от 18 °С до 25 °С;
- относительная влажность – от 10 % до 90 %;
- атмосферное давление – от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания – (230 ± 2) В АС или (24 ± 2) В DC;
- скорость потока – от 0,3 до 12 м/с;
- измеряемая среда – вода с температурой от 10 °С до 30 °С;
- требования к прямым участкам трубопровода:

- а) до расходомера не менее $5 \cdot DN$;
- б) после расходомера не менее $3 \cdot DN$.

4.2 В помещении, в котором проводят поверку, не должно быть пыли, дыма, газов и средства поверки должны быть защищены от вибрации и ударов.

5 Подготовка к поверке

5.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- подготовить эталоны и вспомогательные средства поверки в соответствии с их эксплуатационной документацией (далее ЭД);
- выдержка расходомеров при температуре по 4.1 должна быть не менее 2 ч, если они находились в климатических условиях, отличных от нормальных;
- установить расходомер на установку поверочную в соответствии с требованиями ЭД и требованиям к прямым участкам трубопровода;
- удалить воздух из участка трубопровода установки поверочной, на котором установлен поверяемый расходомер;
- проверить правильность монтажа электрических цепей и заземления расходомера согласно ЭД.

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие расходомеров следующим требованиям:

- отсутствие механических повреждений, посторонних предметов;
- надписи и обозначения на расходомерах должны быть четкими и соответствовать требованиям эксплуатационной документации.

6.2 Опробование

6.2.1 Проверка работоспособности

Проверить работоспособность расходомера. Проверить наличие индикации расхода на расходомере путем увеличения или уменьшения расхода на установке поверочной.

Результат операции поверки считается положительным, если при увеличении или уменьшении расхода на установке поверочной соответствующим образом изменяются показания расхода на дисплее преобразователя расходомера.

Допускается совмещать проверку работоспособности с операцией определения метрологических характеристик.

6.2.2 Проверка электрической прочности изоляции

Проверку электрической прочности изоляции между цепями согласно таблицы 2 проводить с помощью установки, позволяющей плавно повышать испытательное напряжение переменного напряжения синусоидальной формы частотой 50 Гц от нуля до значения по таблице 2 в течение времени от 5 до 20 с.

Изоляцию выдерживают под действием испытательного напряжения в течение 1 мин. Затем напряжение снижают до нуля, после чего испытательная установка отключается.

Расходомеры считаются прошедшими операцию поверки, если во время проведения операции поверки отсутствовал пробой изоляции.

Таблица 2

Наименование цепей	Испытательное напряжение, В АС (в зависимости от напряжения питания)	
	230 В, 50 Гц	24 В постоянного тока
Цепь питания – остальные цепи (кроме корпуса)	2000	500
Цепь питания – корпус	2000	500
Корпус – остальные цепи (кроме аналогового выхода)	500	500
Корпус – аналоговый выход	100	100
Входные цепи – выходные цепи	500	500
Входные цепи – цепи RS	500	500

6.2.3 Проверку электрического сопротивления изоляции расходомеров проводить мегаомметром между цепями, указанными в таблице 3.

Таблица 3

Наименование цепей	Испытательное напряжение, В DC (в зависимости от напряжения питания)		Сопротивление изоляции, МОм
	230 В, 50 Гц	24 В постоянного тока	Нормальные условия
Цепь питания – остальные цепи (кроме корпуса)	500	100	20
Цепь питания – корпус	500	100	20
Корпус – остальные цепи (кроме аналогового выхода)	100	100	1,5
Корпус – аналоговые цепи	100	100	20
Входные цепи – выходные цепи (кроме аналогового выхода)	100	100	2,0
Входные цепи – аналоговые цепи	100	100	20
Входные цепи – цепи RS	100	100	2,0

Отсчет показаний, определяющих электрическое сопротивление изоляции, производят по истечении 1 мин после приложения напряжения к испытуемым цепям расходомеров или меньшего времени, за которое показания мегомметра практически установятся.

Расходомеры считаются прошедшими операцию поверки, если сопротивление изоляции соответствует таблице 3.

6.2.4 Проверка программного обеспечения

Для проверки идентификационных данных программного обеспечения (далее ПО) необходимо подать электрическое питание на расходомер. После загрузки расходомера, с помощью кнопки, обозначенной символом ∇ , переход к следующему экрану, выйди на экран SCREEN M4, в поле экрана отобразится номер версии ПО – Soft.: X.X.XXXX.

Результат операции поверки считается положительным, если номер версии (идентификационный номер) ПО, отображаемый на дисплее, соответствует, приведенным в таблице 4.

Таблица 4

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	РЕМ1М CPU
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.0.0500

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости

6.3.1.1 Относительную погрешность расходомеров определяют при измерении объемного расхода и объема жидкости с помощью установки поверочной при измерениях объема путем сличения показаний расходомера и поверочной установки.

Определение относительных погрешностей объема δ_v выполняется при значениях расхода, выбранных из диапазона измерений расходомера в трех точках:

$$(1,1 - 1,2) \cdot Q_{\min}; (0,2 - 0,5) \cdot Q_{\max}; (0,7 - 1,0) \cdot Q_{\max},$$

где $Q_{\min}$ – значение минимального расхода расходомера, м³/ч.

$Q_{\max}$ – значение максимального расхода расходомера, м³/ч.

На каждом расходе необходимо сделать одно измерение. Допускается проводить поверку на большем количестве расходов и при большем количестве измерений.

Для обеспечения требуемой точности время измерений должно быть не менее 60 с или 3000 импульсов. Стабильность поддержания поверяемых расходов во время проведения измерений должна быть в пределах ± 5 % от вышеуказанных значений.

При измерении объемного расхода, фиксируют не менее 10 значений объемного расхода через равные промежутки в 10 с. Данную операцию проводят на каждом значении расхода. Определяют среднее значение объемного расхода $Q_{\text{изм}}$, м³/ч, за время измерения по формуле:

$$Q_{\text{изм}} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n Q_{\text{изм},j}, \quad (1)$$

где n – количество произведенных измерений объемного расхода.

Значения относительной погрешности расходомеров при измерении объемного расхода δ_Q , %, вычисляют по формуле:

$$\delta_Q = \frac{Q_{\text{изм}} - Q_{\text{эт}}}{Q_{\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (2)$$

где $Q_{\text{изм}}$ – среднее значение объемного расхода за время измерений, полученных по формуле (1), м³/ч;

$Q_{\text{эт}}$ – значение объемного расхода по показаниям поверочной установки, м³/ч.

6.3.1.2 В каждой контрольной точке относительную погрешность при измерении объема определяют по формуле:

$$\delta_v = \frac{V_{\text{изм}} - V_{\text{эт}}}{V_{\text{эт}}} \cdot 100 \%, \quad (3)$$

где $V_{\text{изм}}$ – значение объема по показаниям расходомера, м³;

$V_{\text{эт}}$ – значение объема по показаниям поверочной установки, м³.

6.3.1.3 Результат операции поверки считается положительным, если относительная погрешность при измерении объемного расхода δ_Q и объема жидкости δ_v не превышает пределов допускаемой относительной погрешности (из ряда $\pm 0,5$; $\pm 1,0$; $\pm 1,5$; $\pm 1,6$; $\pm 2,0$; $\pm 2,5$, указанных в паспорте и на этикетке расходомера) в диапазоне измерений св. $0,2 \cdot Q_{\text{max}}$ до Q_{max} включ., и $2 \cdot \delta_Q$, $2 \cdot \delta_v$ – в диапазоне измерений от Q_{min} до $0,2 \cdot Q_{\text{max}}$ включ.

6.3.2 Определение основной приведенной погрешности выходного аналогового сигнала силы постоянного тока при измерении объемного расхода жидкости

6.3.2.1 Собрать схему согласно приложения А.

6.3.2.2 Определение основной приведенной погрешности по 6.3.1.

6.3.2.3 Приведенную погрешность, γ_I , %, выходного аналогового сигнала силы постоянного тока при измерении объемного расхода жидкости определяют по формуле:

$$\gamma_I = \frac{I_{\text{изм}} - I_{\text{эт}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot 100, \quad (4)$$

где $I_{\text{изм}}$ – измеренное значение выходного тока, мА,

$I_{\text{эт}}$ – эталонное значение выходного тока, определяемое расчетным путем по формуле:

$$I_{\text{эт}} = \frac{Q_{\text{эт}}}{Q_{\text{max}}} (I_{\text{max}} - I_{\text{min}}) + I_{\text{min}}, \quad (5)$$

I_{max} , I_{min} – максимальное и минимальное значение выходного тока, мА;

$Q_{\text{эт}}$ – значение объемного расхода для соответствующей поверяемой точки, считанной с эталонного оборудования, м³/ч.

6.3.2.4 Результат операции поверки считается положительным, если основная приведенная погрешность выходного аналогового сигнала силы постоянного тока при измерении объемного расхода жидкости не превышает пределов допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,1$ %.

7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки расходомеров оформляются протоколом, приведенным в приложении Б.

7.2 При положительных результатах первичной поверки в паспорте на расходомер производится запись о годности к применению, наносится оттиск поверительного клейма, указывается дата поверки и ставится подпись лица, выполнившего поверку. Знак поверки наносится на преобразователь расходомера.

При положительных результатах последующей поверки оформляется свидетельство о поверке и знак поверки наносится на преобразователь расходомера.

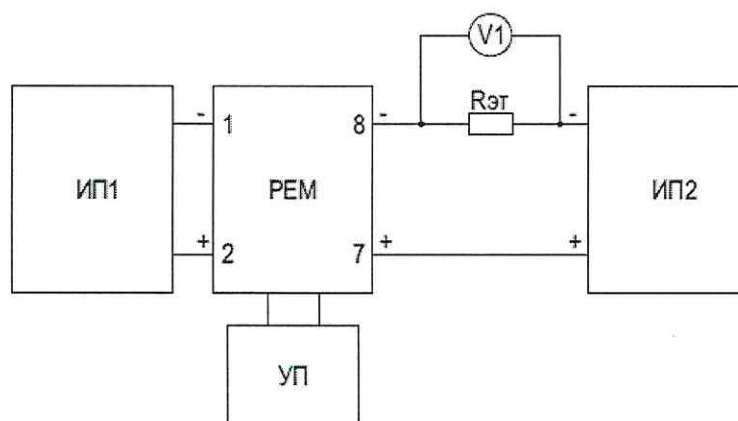
7.3 При отрицательных результатах поверки расходомер бракуют и запрещают к дальнейшему применению. Выдается заключение о непригодности с указанием причин непригодности, свидетельство о предыдущей поверки, срок действия которого не истек, прекращает свое действия и знак поверки подлежит уничтожению путем приведения его в состояние, непригодное для дальнейшего применения.

7.4 Результаты поверки средств измерений, поверяемых на территории России, подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (<https://fgis.gost.ru>).

По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, на средство измерений в зависимости от требований, регламентированных в Методике поверки на конкретный тип средства измерений, наносится знак поверки, и (или) выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт (формуляр) средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

Приложение А (обязательное)

Схема подключения приборов при определении основной погрешности преобразования значения объемного расхода в аналоговый сигнал постоянного тока



РЕМ – расходомер электромагнитный РЕМ-1000;

ИП1 – лабораторный блок питания НУ5002;

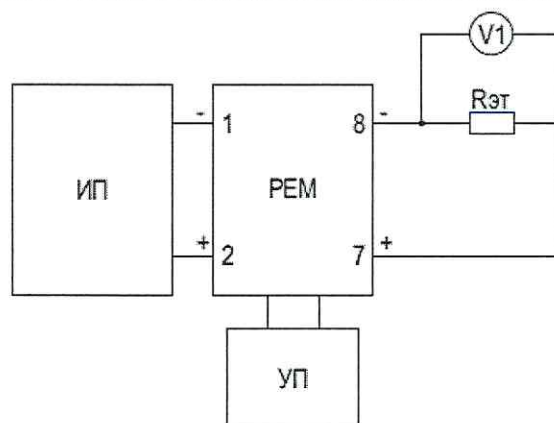
ИП2 – источник питания постоянного тока Б5-44;

V1 – мультиметр Keithley Model 2000;

Rэт – катушка сопротивления эталонная Р331 100 Ом;

УП – установка для поверки счетчиков холодной и горячей воды, тип STEP-M-200/400-70

Рисунок А.1 – Схема подключения расходомеров с питанием от источника питания постоянного тока с пассивным аналоговым выходом



РЕМ – расходомер электромагнитный РЕМ-1000;

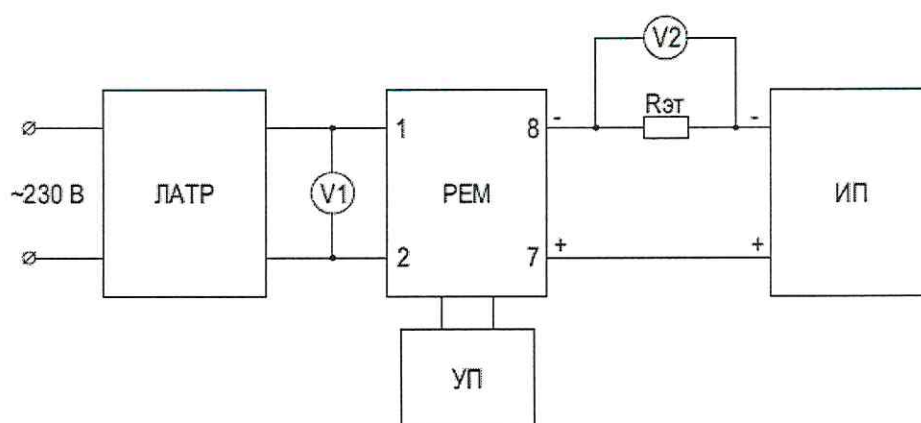
ИП – лабораторный блок питания НУ5002;

V1 – мультиметр Keithley Model 2000;

Rэт – катушка сопротивления эталонная Р331 100 Ом;

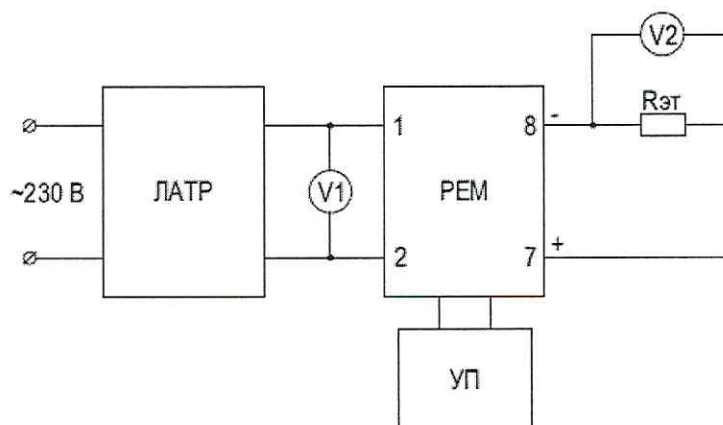
УП – установка для поверки счетчиков холодной и горячей воды, тип STEP-M-200/400-70

Рисунок А.2 – Схема подключения расходомеров с питанием от источника питания постоянного тока с активным аналоговым выходом



РЕМ – расходомер электромагнитный РЕМ-1000;
 ИП – источник питания постоянного тока Б5-44;
 V1, V2 – мультиметр Keithley Model 2000;
 Rэт – катушка сопротивления эталонная Р331 100 Ом;
 УП – установка для поверки счетчиков холодной и горячей воды, тип СТЕР-М-200/400-70;
 ЛАТР – Автотрансформатор АОСН – 8 – 220 УХЛ4 стационарный

Рисунок А.3 – Схема подключения расходомеров с питанием от сети переменного тока с пассивным аналоговым выходом



РЕМ – расходомер электромагнитный РЕМ-1000;
 V1, V2 – мультиметр Keithley Model 2000;
 Rэт – катушка сопротивления эталонная Р331 100 Ом;
 УП – установка для поверки счетчиков холодной и горячей воды, тип СТЕР-М-200/400-70;
 ЛАТР – Автотрансформатор АОСН – 8 – 220 УХЛ4 стационарный

Рисунок А.4 – Схема подключения расходомеров с питанием от сети переменного тока с активным аналоговым выходом

Приложение Б
(рекомендуемое)
Протокол поверки

Б.1 Протокол поверки расходомеров

Расходомер электромагнитный РЕМ-1000 _____

Дата поверки: «_____» _____ 20 г. Заводской номер _____

Изготовитель: СООО «АПЛИСЕНС», г. Витебск, Республика Беларусь

Поверка проводится по МРБ МП.4300-2025

Используемые средства поверки:

Прибор измерительный ПИ-002/2М.Д;

Установка пробойная УПУ-22;

Мегаомметр Ф4101;

Секундомер электронный С-01;

Установка для поверки счетчиков холодной и горячей воды тип

СТЕР-М-200/400-70;

Магазин сопротивления Р4831;

Мультиметр Keithley Model 2000;

Мультиметр Keithley Model 2000;

Катушка сопротивлений эталонная Р331;

Лабораторный блок питания НУ5002;

Источник питания постоянного тока Б5-44;

Автотрансформатор АОСН – 8 – 220 УХЛ4 стационарный.

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха

°С;

- относительная влажность окружающего воздуха

%;

- атмосферное давление

кПа;

- напряжение питания

В

Результаты поверки

Таблица Б.1

Номер пункта методики поверки	Наименование поверяемого требования	Результаты поверки
6.1	Внешний осмотр	
6.2	Опробование:	
6.2.1	Проверка работоспособности	
6.2.2	Проверка прочности электрической изоляции	
6.2.3	Проверка сопротивления изоляции	
6.2.4	Проверка программного обеспечения	
6.3	Определение метрологических характеристик:	
6.3.1	Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости	
6.3.2	Определение основной приведенной погрешности выходного аналогового сигнала силы постоянного тока при измерении объемного расхода жидкости	

6.3.1 Определение основной погрешности при измерении объемного расхода и объема жидкости

Таблица Б.2 – Определение относительной погрешности при измерении объемного расхода

Заданное значение расхода, $\text{м}^3/\text{ч}$	Значение расхода, измеренное эталонным СИ, $\text{м}^3/\text{ч}$ ($Q_{\text{ЭТ}}$)	Значение расхода, измеренное расходомером, $\text{м}^3/\text{ч}$ ($Q_{\text{Изм}}$)	Относительная погрешность δ_Q , %	Пределы допускаемой относительной погрешности δ_Q , %

Таблица Б.3 – Определение относительной погрешности при измерении объема жидкости

Заданное значение расхода, $\text{м}^3/\text{ч}$	Значение объема, измеренное эталонным СИ, м^3	Значение объема измеренное расходомером, м^3	Относительная погрешность δ_v , %	Пределы допускаемой относительной погрешности δ_v , %

6.3.2 Определение основной приведенной погрешности выходного аналогового сигнала силы постоянного тока при измерении объемного расхода жидкости

Таблица Б. 4

Заданное значение расхода, $\text{м}^3/\text{ч}$	Эталонное значение выходного тока, мА	Измеренное значение выходного тока, мА	Основная приведенная погрешность γ_i , %	Пределы допускаемой основной приведенной погрешности γ_i , %

Результат поверки:

Подпись поверителя
