

Приложение
к приказу Федерального агентства
по техническому регулированию
и метрологии
от «7» июля 2022 г. № 1679

Государственная система обеспечения единства измерений
Счетчики-расходомеры массовые кориолисовые ROTAMASS

Методика поверки

МП 27054-09

с Изменением № 1

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РАСХОДОМЕТРИИ – ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала
по развитию ВНИИР – филиала
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



А.С. Тайбинский

«08» октября 2021 г.

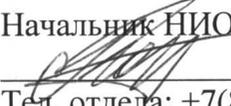
Государственная система обеспечения единства измерений

СЧЕТЧИКИ – РАСХОДОМЕРЫ МАССОВЫЕ КОРИОЛИСОВЫЕ
ROTAMASS

Методика поверки

МП 27054-09
(с Изменением №1)

Начальник НИО-1


Р.А. Корнеев
Тел. отдела: +7(843) 272-12-02

Казань

2021

Настоящий документ распространяется на счетчики-расходомеры массовые кориолисовые ROTAMASS всех модификаций (далее – расходомеры) фирмы «Rota Yokogawa GmbH & Co.KG» (Германия), и устанавливает методы и объем их первичной и периодической проверок.

Расходомеры включают в свой состав первичные преобразователи расхода (далее – ППР) и вторичные преобразователи (далее – ВП).

Проверку расходомеров проводят в режимах измерений массы и объема, массового и объемного расходов, плотности (кроме газа) и температуры рабочих жидкости и газа.

Межповерочный интервал – 4 (четыре) года.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении первичной и периодических проверок должны быть выполнены следующие операции:

- 1 Внешний осмотр (п.6.1).
- 2 Опробование расходомера (п.6.2).
- 3 Определение метрологических характеристик (6.3).

Допускается проверка расходомера не в полном диапазоне нормированных значений измеряемых параметров, а в рабочем диапазоне и в режимах измерений параметров, применяемых в условиях эксплуатации.

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении проверки расходомеров применяют следующие средства проверки и вспомогательное оборудование:

– Установки поверочные (далее – ПУ) с весоизмерительным устройством с пределами допускаемой относительной погрешности в режиме измерения массы и массового расхода $\pm 0,04\%$.

– Установки поверочные с весоизмерительным устройством с пределами допускаемой относительной погрешности в режиме измерения объема и объемного расхода $\pm 0,1\%$.

– Установки поверочные с эталонными мерниками 2-го разряда и техническими мерниками 1-го класса с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,1\%$ – $\pm 0,3\%$.

– Установки поверочные с эталонными расходомерами с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,2\%$.

– Частотомер ЧЗ-49А ЕЭ2.721.087 ТУ, диапазон измеряемых частот 0,001 – 12 МГц, относительная погрешность не более $\pm 0,01\%$.

– Электронный счетчик импульсов амплитудой до 50 В и частотой 0...10 кГц.

– Миллиамперметр постоянного тока для измерений в диапазонах 4...20 мА, класс точности 0,05, ГОСТ 8711-78.

– Вольтметр универсальный Щ31 по ТУ 25-07.1353-77, класс точности 0,005/0,0001.

– Источник постоянного тока напряжением 30 В.

– Измеритель температуры и относительной влажности воздуха ИВТМ-7.

Диапазон измерения влажности от 0 до 98% с пределами абсолютной погрешности $\pm 2,0\%$.

Диапазон измерения температуры 0 – 100 °С с пределами абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °С.

– Барометр М67 по ТУ 2504-1797-95 с пределами измерения давления от 600 до 810 мм.рт.ст. Пределы абсолютной погрешности ± 1 мм.рт.ст.

– Набор термометров стеклянных ртутных по ГОСТ 13646-68.

– Ареометр общего назначения эталонный первого разряда по ГОСТ 8.024-2002 с пределами измерений 650-1840 кг/м³ и пределами абсолютной погрешности $\pm 0,3$ кг/м³.

– Персональный компьютер с модемом (конвертером) в соответствии с используемым цифровым протоколом (HART, FOUNDATION Fieldbus, Modbus) и установленным программным обеспечением для снятия показаний по цифровому выходу расходомера или коммуникатор (HART, FOUNDATION Fieldbus) в зависимости от наличия соответствующего протокола у расходомера.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

Примечание. 1. Погрешности ПУ с весоизмерительным устройством нормированы с учетом составляющих погрешностей определения коэффициентов выталкивающей силы воздуха.

2. Соотношения погрешностей поверяемого расходомера и эталонного средства измерений по каждому параметру должно обеспечиваться 1:3.

Диапазоны расхода ПУ должны обеспечить поверку всех моделей расходомеров.

2.2 Допускается применение другого оборудования, приборов и устройств, характеристики которых не уступают характеристикам оборудования и приборов, приведенных в п. 2.1.

2.3 Все средства измерений и контроля должны быть поверены и иметь действующие свидетельства или отметки о поверке.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие требования безопасности:

3.1 К проведению измерений при поверке и обработке результатов измерений допускаются лица, аттестованные в качестве поверителя, изучившие эксплуатационную документацию на расходомеры и средства их поверки, имеющие опыт поверки средств измерений расхода, объема жидкости, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке.

3.2 При проведении поверки должны быть соблюдены правила безопасности в соответствии с «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителями» и «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями».

3.3 При работе с измерительными приборами и вспомогательным оборудованием должны быть соблюдены требования безопасности, оговоренные в соответствующих технических описаниях и инструкциях по эксплуатации применяемых приборов.

3.4 Проверить исправность заземления, разъемных соединений, кабелей связи и питания.

4. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура 15 – 35 °С
- относительная влажность воздуха от 30 до 80%
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа

Поверочная жидкость – вода водопроводная очищенная со следующими параметрами:

- температура 10 – 30 °С
- давление в трубопроводе не ниже 0,1 МПа

Изменение температуры поверочной жидкости в процессе поверки не более ± 2 °С.

Конструкция поверочной установки и условия поверки расходомера должны исключать возможность попадания воздуха в трубопровод измерительного участка ПУ.

Расходомер должен быть установлен на прямом участке трубопровода.

Режим движения потока поверочной среды должен быть стационарным. Изменение среднего значения расхода в процессе поверки не должно превышать $\pm 2,5\%$ от установившегося значения.

Расходомер должен иметь настройку микропрограмм в зависимости от применяемых ППР и ВП в режимах измерения массы и массового расхода, плотности и температуры жидкости.

Поверку расходомера проводят с применением частотного, импульсного или цифрового выходных сигналов.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

- Проверку наличия действующих свидетельств (отметок) о поверке используемых средств поверки.
- Проверку наличия эксплуатационной документации на поверяемый расходомер (ЭД) «Руководство пользователя».
- Проверку соблюдения условий разделов 3 и 4 настоящего документа.
- Проверку наличия поверочного оборудования и вспомогательных устройств, перечисленных в разделе 2.
- Подготовку к работе поверочного оборудования и средств измерений в соответствии с их эксплуатационной документацией.
- Монтаж расходомера. Расходомер устанавливается в измерительную линию согласно раздела ЭД «Установка расходомера». При этом необходимо соблюдать следующие требования:

Расходомер должен быть правильно сориентирован по направлению потока жидкости.

Фланцы и уплотнения при установке должны быть точно выверены, чтобы не создавать помехи потоку.

Проверить герметичность фланцевых соединений и узлов системы рабочим давлением. Систему считают герметичной, если при рабочем давлении в течение 15 минут не наблюдается течи и появления капель поверяемой жидкости, а также отсутствует падение давления по контрольному манометру.

- Подключение к источнику питания. Подключение производить в соответствии с указаниями раздела ЭД «Электропроводка».

- Ввод в память ВП расходомера (или проверка ранее введенных) настроечных параметров, согласно определенных меню:
 - внутреннего диаметра ППР;
 - наибольшей частоты или веса импульса выходного сигнала;
 - диапазона измерений расхода;
 - коэффициента постоянной ППР; ,
 - параметров аналогового и частотного сигнала (4-20 мА, активный или пассивный выход);
 - условия отсечки малых расходов;
 - единицы измерений;
 - Коэффициент коррекции плотности.

Для этого согласно ЭД расходомера на определенных меню на дисплей ВП выводят значения параметров и сравнивают их с данными в сертификате (карты заказа) и протокола настройки.

- Проведение тестирования дисплея ВП, частотного и аналогового выходов, выхода состояния, связи с ПК или коммуникатором по цифровому выходу.
- Проведение калибровки режима «нулевого расхода».
- Проверка сопротивления электрической изоляции цепей питания расходомера.

Проверка проводится мегомметром путем подачи напряжения 500В между корпусом и жилами вводимого в корпус расходомера кабеля. Показания мегомметра фиксируются через 1 минуту после приложения напряжения.

- К импульсному выходу ВП подключают источник постоянного тока.
- Подключить расходомер к ПК по цифровому выходу в соответствии с руководством по эксплуатации.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

6.1 Внешний осмотр.

На функциональных блоках составных частях расходомера не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих технические характеристики и влияющие на работоспособность.

Комплектность и маркировка должна соответствовать его заводскому сертификату.

6.2 Опробование.

При опробовании определяют работоспособность расходомера по следующей методике.

Установить наибольший расход воды через ППР и перевести ВП в режим измерения расходов. Дисплей ВП должен индцировать значения измеренного расхода, а частотомер – частоту выходного сигнала, при использовании цифрового канала на мониторе компьютера, подключенного к расходомеру, должен отображаться измеренный расход.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

6.3 Определение метрологических характеристик.

Определение метрологических характеристик осуществляется: с использованием частотного (импульсного) канала по пункту 6.3.1, с использованием цифрового канала сигналов аналогового и частотного выходов по пункту 6.3.6 или с использованием цифрового выхода по пункту 6.3.6 А.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

6.3.1. Определение относительной погрешности расходомера при измерении массы, объема и среднего массового и объемного расходов воды с использованием частотного (импульсного) выхода.

Определение относительной погрешности проводится при значениях расхода: $Q_{\text{наим}}$, $0,25 Q_{\text{наиб}}$ и $0,5 Q_{\text{наиб}}$ ($Q_{\text{наим}}$, $Q_{\text{наиб}}$ соответствует значению расхода в условиях эксплуатации расходомера).

Расход устанавливается с погрешностью $+3,0\%$ от номинального значения по показаниям ПУ. В каждой точке расхода выполняют не менее трех измерений. Минимальная (масса) объем воды, пропускаемый через ППР при одном измерении, должен обеспечивать набор не менее 10 000 импульсов.

При каждом измерении регистрируют следующие параметры:

При работе с весами:

- масса воды (показания весов) (M);
- время набора воды в весовую емкость (t);
- количество импульсов (N);
- давление и температура воды ($P_{\text{ж}}$; $T_{\text{ж}}$) в весовой емкости;
- давление и температура окружающего воздуха ($P_{\text{в}}$; $T_{\text{в}}$).

При работе с мерниками:

- объем воды ($V_{\text{м}}$);
- время набора воды в мерник (t);
- температура воды в мернике ($T_{\text{в}}$);
- давление и температура воды ($P_{\text{ж}}$; $T_{\text{ж}}$) у поверяемого расходомера;
- количество импульсов (N).

При работе с эталонными счетчиками - расходомерами:

- объем и расход воды по эталонному счетчику ($Q_{\text{э}}$; $V_{\text{э}}$);
- время измерения (t);
- количество импульсов (N);
- давление и температура воды ($P_{\text{ж}}$; $T_{\text{ж}}$), у поверяемого расходомера и эталонного счетчика ($P_{\text{э}}$; $T_{\text{э}}$).

Примечание: 1. В процессе поверки расходомеров использование и обслуживание весов, мерников и эталонных счетчиков-расходомеров осуществляется в соответствии с их эксплуатационной документацией.

2. При каждом измерении значение расхода контролируют по показаниям дисплея (если он имеется) поверяемого расходомера.

6.3.2. Результаты измерений при работе с весами обрабатываются следующим образом.

Для каждого измерения вычисляют:

– на показания весов вводят поправку на влияние выталкивающей силы окружающего воздуха $K_{\text{в}}$ по формулам:

$$\left. \begin{aligned} M_{\text{э}i} &= M_{\text{из}i} \cdot K_{\text{в}i} \\ K_{\text{в}i} &= \frac{1}{1 - \frac{\rho_{\text{в}i}}{\rho_{\text{ж}}}} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

- массовый расход, измеренный ПУ, по формуле

$$m_{\text{э}ij} = \frac{3600 \cdot M_{\text{э}ij}}{t_{ij}} \quad (\text{кг/ч}) \quad (2)$$

- объем жидкости, измеренный ПУ по формуле

$$V_{\text{э}ij} = \frac{M_{\text{ИЗ}i}}{(\rho_{\text{ж}} - \rho_{\text{В}})_{ij}} \quad (\text{м}^3) \quad (3)$$

- объемный расход по ПУ

$$Q_{\text{э}ij} = \frac{3600 \cdot V_{\text{э}ij}}{t_{ij}} \quad (\text{м}^3/\text{ч}), \quad (4)$$

где $M_{\text{ИЗ}}$ – показания весов (кг);
 $M_{\text{э}}$ – масса воды, измеренная ПУ (кг);
 $\rho_{\text{ж}}, \rho_{\text{В}}$ – плотности жидкости и воздуха (кг/м³);
 t – время наполнения весовой емкости (с);
 i, j – индексы измерений и точки расхода.

Значение плотности жидкости ($\rho_{\text{ж}}$) определяют по таблицам ГСССД 98-2000 по измеренным значениям температуры и давления жидкости ($T_{\text{ж}}, P_{\text{ж}}$) или по данным измерений в лаборатории эталонными плотномером и ареометром.

Значения плотности воздуха ($\rho_{\text{В}}$) определяют по данным ГСССД 8-73 с учетом измеренных значений его температуры и давления воздуха ($T_{\text{В}}, P_{\text{В}}$) (см. приложение 1).

Для исключения составляющей погрешности определения коэффициента $K_{\text{В}}$ температуру воды и воздуха необходимо измерять с погрешностью $\pm 0,05$ °С и $\pm 0,1$ °С, а давление – ± 2 мм рт ст.

6.3.3. Результаты измерений при работе с мерниками обрабатываются по следующей методике:

- объем воды, измеренный мерником, приводят к условиям поверки расходомера по формуле:

$$V_{\text{э}ij} = V_{20} \left[1 - 3\alpha(t_{ij} - 20) \right], \quad (5)$$

где V_{20} – показания мерника, л;
 t – температура воды в мернике, °С;
 α – коэффициент линейного расширения материала стенок мерника, 1/°С;
 i, j – индекс измерения и точки расхода.

- значение объемного расхода по ПУ определяют по (4).

6.3.4. При работе с эталонными расходомерами их показания принимаются за измеренные значения объема ($V_{Эij}$) и расхода ($Q_{Эi}$) воды ПУ.

6.3.5. Относительную погрешность расходомера при измерениях массы и массового расхода, объема и объемного расхода вычисляют по формулам:

$$\left. \begin{aligned} \delta_{M(V)ij} &= \left[\frac{M(V)_{\Pi} - M(V)_{\text{Э}}}{M(V)_{\text{Э}}} \right]_{ij} \cdot 100\% \\ \delta_{m(Q)ij} &= \left[\frac{m(Q)_{\Pi} - m(Q)_{\text{Э}}}{m(Q)_{\text{Э}}} \right]_{ij} \cdot 100\% \end{aligned} \right\}, \quad (6)$$

где δ_M, δ_V – относительные погрешности расходомера при измерениях массы и объема воды, (%);

δ_m, δ_Q – относительные погрешности расходомера при измерениях массового и объемного расхода воды, (%);

$M_{\text{Э}}, V_{\text{Э}}, m_{\text{Э}}, Q_{\text{Э}}$ – из пунктов (п.6.3.2, 6.3.3, 6.3.4);

$M_{\Pi}, V_{\Pi}, m_{\Pi}, Q_{\Pi}$ – значения массы, объема, массового и объемного расходов, измеренные расходомером (кг, м³, кг/ч, м³/ч), которые вычисляют по формулам (7) и (8);

i, j – индексы измерения и точки расхода

$$\left. \begin{aligned} M_{\Pi ij} &= K_{\Pi M} \cdot N_{ij} \\ M_{\Pi ij} &= B \cdot N_{ij} \\ m_{ij} &= \frac{3600 \cdot M_{\Pi ij}}{t_{ij}} \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

$$\left. \begin{aligned} V_{\Pi ij} &= K_{\Pi V} \cdot N_{ij} \\ V_{\Pi ij} &= B \cdot N_{ij} \\ Q_{ij} &= \frac{3600 \cdot V_{\Pi ij}}{t_{ij}} \end{aligned} \right\}, \quad (8)$$

где: $K_{\Pi M}, K_{\Pi V}$ – коэффициенты преобразования расходомера (кг/имп., м³/имп.);

B – вес импульса, (кг, м³);

N – количество импульсов выходного сигнала расходомера;

t – время измерения, (с).

Расходомеры допускаются к применению, если значения погрешностей при измерениях массы (δ_{Mij}), массового расхода (δ_{mij}), объема (δ_{vij}) и объемного расхода (δ_{Qij}) не превышают нормированные данные, приведенные в ЭД:

$$\left. \begin{aligned} \delta_{Mij}, \delta_{mij} &\leq \pm \left| 0,1 + \frac{Z \cdot 100}{m_{\text{наим}}} \right| \\ \delta_{vij}, \delta_{Qij} &\leq \pm \left| \delta_p + \frac{Z^{\circ} \cdot 100}{Q_{\text{наим}}} \right| \end{aligned} \right\}, \quad (9)$$

где Z – стабильность нулевого расхода поверяемого расходомера в режиме измерения массового расхода, т/ч;

$m_{\text{наим}}$ – наименьшее значение массового расхода при поверке данного расходомера, т/ч;

Z° – стабильность нулевого расхода поверяемого расходомера в режиме объемного расхода, м³/ч;

$Q_{\text{наим}}$ – наименьшее значение объемного расхода при поверке данного расходомера, м³/ч;

δ_p – пределы относительной погрешности расходомера данной модификации в режиме измерения объема и объемного расхода жидкости, %.

Значение стабильности нулевого расхода (Z°) расходомера для данной модификации вычисляют по формуле:

$$Z^{\circ} = \frac{10 \cdot Z}{\rho_{\text{п}}} \quad (\text{м}^3/\text{ч}), \quad (10),$$

где Z – значение стабильности расхода поверяемого расходомера в режиме измерения массы, т/ч;

$\rho_{\text{п}}$ – плотность поверочной жидкости в условиях поверки, кг/м³.

Примечание. При невыполнении данного условия (9) необходимо провести указанные в ЭД мероприятия (калибровку «нулевого расхода», коэффициента постоянной расходомера) и представить его на повторную поверку.

Для этого используют результаты измерений по п.6.3.2, 6.3.3, 6.3.4 и формулы (6),

вычисляют значения отношения $\left(\frac{M_{\text{э}}}{M_{\text{п}}}\right)$ всех измерений и определяют коэффициент коррекции «постоянной расходомера» по формуле:

$$\left. \begin{aligned} K_K &= \frac{1}{a} \sum_{n=1}^a \left(\frac{M_{\text{э}}}{M_{\text{п}}} \right)_{ij} \\ a &= \sum_j^3 n_{ij} \end{aligned} \right\}, \quad (11)$$

где a – количество всех измерений при поверке;

n_{ij} – количество измерений в j -ой точке расхода;

3 – количество поверочных точек расхода;

n – количество всех измерений.

Скорректированное значение «постоянной» вычисляют по формуле:

$$SK'_{20} = SK_{20P} \cdot K_K, \quad (12)$$

где SK'_{20} - новое значение «постоянной» (мГц·кг / ч);

SK_{20P} - значение «постоянной», установленной в расходомере.

6.3.6. Определение погрешности расходомера при измерении расхода жидкости с использованием сигналов аналогового и частотного выходов.

К частотному выходу расходомера подключают частотомер, источник питания в соответствии с указаниями ЭД.

К аналоговому выходу расходомера подключают эталонное сопротивление (R_{Σ}), на котором вольтметром измеряют напряжение постоянного тока. <

Погрешность расходомера определяют по методике п.6.3.1. Время набора необходимого объема воды должно быть не менее 100 с ($t_{н} > 100с$).

В процессе набора воды измеряют и регистрируют не менее 10 значений напряжения (показаний вольтметра) и частоты за 10 с (показания частотомера) и вычисляют их

среднеарифметические значения $(\bar{U}_{ij}, \bar{F}_{ij})$

Значения расходов массового и объемного (m_{ij}, Q_{ij}) определяют по методикам п. 6.3.2, 6.3.3, 6.3.4.

Расчетные значения выходных сигналов (ток, частота) соответствуют установленным расходам (массовый, объемный) вычисляют по формулам

$$\bar{I}(\bar{F})_{Pij} = \frac{[I(F)_{\text{наиб}} - I(F)_{\text{наим}}]}{[m(Q)_{\text{наиб}} - m(Q)_{\text{наим}}]} \cdot [m(Q)_{\Sigma ij} - m(Q)_{\text{наим}}] + I(F)_{\text{наим}}, \quad (13)$$

где \bar{I}, \bar{F} - среднеарифметические значения выходных сигналов;

$I, F_{\text{наиб}}$ - верхняя граница диапазона изменения выходных сигналов, (мА, Гц);

$I, F_{\text{наим}}$ - нижняя граница диапазона изменения выходных сигналов, (мА, Гц);

$m, Q_{\text{наиб}}$ - верхняя граница диапазона изменения расходов, (кг/ч, м³/ч);

$m, Q_{\text{наим}}$ - нижняя граница диапазона изменения расходов, (кг/ч, м³/ч);

m_{Σ}, Q_{Σ} - измеренные значения расходов, (кг/ч, м³/ч);

P, i, j - индексы расчетных значений, измерений и точки расхода.

Относительные погрешности расходомера вычисляют для каждого измерения:

$$\left. \begin{aligned} \delta_{Ij} &= \left(\frac{\bar{I}_{И} - I_P}{I_P} \right)_i \cdot 100\% \\ \delta_{Fj} &= \left(\frac{\bar{F}_{И} - F_P}{F_P} \right)_i \cdot 100\% \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Измеренные значения тока вычисляют по формуле:

$$I_{ij} = \frac{10^{-3} \cdot \overline{U}_{ij}}{R_{\varepsilon}} \quad (15)$$

R_{ε} – эталонное сопротивление, (Ом);

i, j – индексы измерения и точки расхода.

Значения погрешностей для каждого измерения не должны превышать нормированные в ЭД данные:

Значение δ_{Fij} должно удовлетворять условию (9) для режима измерений массового (δ_m) и объемного (δ_Q) расходов;

Значение δ_{Jij} должно удовлетворять условию (9) с учетом нелинейности характеристики:

$$\delta_{Jij} \leq \pm \left| 0,1 + \frac{Z \cdot 100}{M_{\text{наим}}} + \frac{0,05 \cdot J_{\text{наиб}}}{J_{\text{наим}}} \right| \%, \quad (16)$$

где $J_{\text{наиб}}$ $J_{\text{наим}}$ – из формулы (13)

6.3.6 А Определение относительной погрешности расходомера при измерении массы, объема и среднего массового и объемного расходов воды с использованием цифрового выхода.

Определение относительной погрешности проводится при значениях расхода: $Q_{\text{наим}}$, $0,25 Q_{\text{наиб}}$ и $0,5 Q_{\text{наиб}}$ ($Q_{\text{наим}}$, $Q_{\text{наиб}}$ соответствует значению расхода в условиях эксплуатации расходомера).

Расход устанавливается с допуском $+3,0\%$ от номинального значения по показаниям ПУ. В каждой точке расхода выполняют не менее трех измерений. Время набора необходимого объема воды должно быть не менее 100 с ($t_{\text{н}} > 100\text{с}$).

При каждом измерении регистрируют следующие параметры:

При работе с весами:

- масса воды (показания весов) (M);
- масса воды (показания расходомера) ($M_{\text{П}}$);
- время набора воды в весовую емкость (t);
- давление и температура воды ($P_{\text{ж}}$; $T_{\text{ж}}$) в весовой емкости;
- давление и температура окружающего воздуха ($P_{\text{в}}$; $T_{\text{в}}$).

При работе с мерниками:

- объем воды ($V_{\text{М}}$);
- объем воды измеренное расходомером ($V_{\text{П}}$);
- время набора воды в мерник (t);
- температура воды в мернике ($T_{\text{в}}$);
- давление и температура воды ($P_{\text{ж}}$; $T_{\text{ж}}$) у поверяемого расходомера;

При работе с эталонными счетчиками - расходомерами:

- объем и расход воды по эталонному счетчику ($Q_{\text{Э}}$; $V_{\text{Э}}$);
- объем и расход воды по расходомеру ($Q_{\text{П}}$; $V_{\text{П}}$);
- время измерения (t);
- давление и температура воды ($P_{\text{ж}}$; $T_{\text{ж}}$), у поверяемого расходомера и эталонного счетчика ($P_{\text{Э}}$; $T_{\text{Э}}$).

Результаты измерений обрабатываются по пунктам 6.3.2 и 6.3.3.

Относительную погрешность расходомера при измерениях массы и массового расхода, объема и объемного расхода вычисляют по формулам (6)

где δM , δV – относительные погрешности расходомера при измерениях массы и объема воды, (%);

δm , δQ – относительные погрешности расходомера при измерениях массового и объемного расхода воды, (%);

$M_{\text{э}}, V_{\text{э}}, m_{\text{э}}, Q_{\text{э}}$ – из пунктов (п.6.3.2, 6.3.3, 6.3.4);

$M_{\text{п}}, V_{\text{п}}, m_{\text{п}}, Q_{\text{п}}$ – значения массы, объема, массового и объемного расходов, измеренные расходомером (кг, м³, кг/ч, м³/ч), которые получены в результате измерений по показаниям расходомера;

Расходомеры допускаются к применению, если значения погрешностей при измерениях массы (δ_{Mij}), массового расхода (δ_{mij}), объема (δ_{Vij}) и объемного расхода (δ_{Qij}) удовлетворяют условиям (9).

Подраздел 6.3.6 А. (Введен дополнительно, Изм. №1)

6.3.7. Проверка цены наименьшего разряда дисплея ИП.

К частотному выходу ИП расходомера подключают частотомер, работающий в режиме ручного управления счетом количества поступающих на его вход импульсов. На $t_{\text{наим}}$ при определенном значении младшего разряда ($N_{\text{н}}$) запускают частотомер и после набора на дисплее не менее 5000 единиц останавливают счет частотомером. Регистрируют показания дисплея ($N_{\text{к}}$) и частотомера (N).

Измерения повторяют не менее трех раз.

Значение цены наименьшего разряда вычисляют по формуле

$$V_{\text{дi}} = \frac{K \cdot N_i}{N_{\text{кi}} - N_{\text{нi}}}, \quad (17)$$

где K – коэффициент преобразования расходомера;

N – показания частотомера (количество импульсов);

$N_{\text{к}}, N_{\text{н}}$ – показания дисплея;

i – индекс измерений.

6.3.8. Определение погрешности расходомера при измерении плотности и температуры рабочей жидкости.

Операцию проводят после завершения определения погрешности расходомера при измерении массы и массового расхода воды.

На дисплей ИП расходомера выводят значения плотности ($\rho_{\text{п}}$) и температуры ($T_{\text{п}}$) воды не останавливая поток воды через ППР. Одновременно в цилиндр отбирают пробу воды.

В цилиндр с отобранной водой осторожно, не задевая стенок цилиндра, погружают эталонный ареометр. Ареометр должен свободно плавать в вертикальном положении.

После 2-3 минутной выдержки по нижнему краю мениска воды снимают показания ($\rho_{\text{э}}$).

Одновременно термометром с абсолютной погрешностью $\pm 0,2$ °С измеряют температуру воды ($T_{\text{Э}}$).

Показания ареометра корректируют на температурное расширение стекла, из которого изготовлен ареометр, по формуле:

$$\bar{\rho}_{\text{Э}} = \rho_{\text{Э}} / k_{1(2)} \quad (18)$$

$$k_1 = 1 - 2,5 \cdot 10^{-5} (T_{\text{Э}} - 20) \quad (19)$$

$$k_2 = 1 - 2,5 \cdot 10^{-5} (T_{\text{Э}} - 15) - 2 \cdot 10^{-6} (T_{\text{Э}} - 15)^2 \quad (20)$$

Коэффициент k_1 применяют в случае, когда ареометр отградуирован на 20 °С, k_2 - на 15 °С.

Абсолютные погрешности расходомера при измерении плотности и температуры воды вычисляют:

$$\left. \begin{aligned} \Delta_p &= \rho_{\text{П}} - \bar{\rho}_{\text{Э}} \\ \Delta_T &= T_{\text{П}} - T_{\text{Э}} \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Значения погрешностей не должны превышать указанные в ЭД данные.

7. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

7.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы, который является неотъемлемой частью свидетельства.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверки в соответствии ПР 50.2.006-94.

7.3 На лицевой стороне свидетельства о поверке записывают, что расходомер на основании поверки признан годным и допущен к применению с предельным значением относительной погрешности и указывают:

- температуру, давление воды;
- температуру окружающей среды;
- значение «постоянной расходомера» после корректировки SK'_{20} ;
- диапазоны массового и объемного расходов при поверке.

7.4 При отрицательных результатах поверки расходомер к эксплуатации не допускают, клеймо гасят, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности в соответствии с ПР 50.2.006-94.

7.5 По результатам поверки расходомера на воде, он может применяться для измерения массы и массового расхода газов с нормированными метрологическими характеристиками. Для этого согласно положениям ЭД программно расходомер переключается в режим измерения массы и массового расхода газа (опция GA).

Плотность воды (кг/м³) по ГСССД 98-2000

T, °C	10	15	17	20	22	25	27	30	35
ρ, кг/см ²									
1,0	999,7	999,1	998,77	998,2	997,77	997,04	996,51	995,64	994,03
2,0	999,75	999,15	998,82	998,25	997,81	997,09	996,56	995,69	994,07
3,0	999,79	999,19	998,87	998,29	997,86	997,13	996,60	995,73	994,12
4,0	999,84	999,24	998,91	998,34	997,90	997,18	996,64	995,78	994,16
6,0	999,93	999,33	999,0	998,43	997,99	997,26	996,73	995,86	994,25
8,0	1000,03	999,42	999,09	998,52	998,08	997,35	996,82	995,95	994,33
10,0	1000,12	999,51	999,18	998,61	998,17	997,44	996,91	996,04	994,42

Плотность атмосферного воздуха (кг/м³) при относительной влажности 50 %

Воздушное давление		Температура воздуха (°C)						
мм.рт.ст.	мБар	6	10	14	18	22	26	30
675,2	900	1,122	1,105	1,089	1,073	1,057	1,041	1,025
697,7	930	1,159	1,142	1,125	1,109	1,092	1,076	1,060
720,2	960	1,197	1,179	1,162	1,145	1,128	1,111	1,094
742,7	990	1,234	1,216	1,198	1,180	1,163	1,146	1,129
765,3	1020	1,271	1,253	1,234	1,216	1,199	1,181	1,163