

СОГЛАСОВАНО

**Директор ОП ГНМЦ
АО «Нефтеавтоматика»**

М.В. Крайнов

«13» декабря 2023 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Счетчики-расходомеры массовые кориолисовые ROTAMASS RCCS39/IR

Методика поверки

НА.ГНМЦ.0767-23 МП

**Казань
2023**

РАЗРАБОТАНА

Обособленным подразделением Головной научный
метрологический центр АО «Нефтеавтоматика» в г. Казань
(ОП ГНМЦ АО «Нефтеавтоматика»)

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Березовский Е.В., к.т.н,

1 Общие положения

Настоящая инструкция распространяется на счетчики-расходомеры массовые кориолисовые ROTAMASS RCCS39/IR (далее счетчики-расходомеры или массомеры) с заводскими номерами (296341/001/01)/ (296341/002/01), (296341/001/03)/ (296341/002/03), (296341/001/04)/ (296341/002/04), (296341/001/05)/ (296341/002/05), и устанавливает методику их первичной, периодической поверки.

При определении метрологических характеристик в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы массового расхода жидкости в соответствии с:

- Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356 «Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости»;

соответственно, подтверждающие прослеживаемость к:

- ГЭТ 63-2019 «Государственный первичный специальный эталон единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расхода жидкости»;

Проверка счетчика-расходомера осуществляется косвенным методом.

Отсутствует возможность проведение поверки на меньшем числе измеряемых величин и поддиапазонов измерений.

2. Операции поверки

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, указанные в таблице 1:

Таблица 1 – операции поверки

| Наименование операции | Номер пункта методики поверки | Обязательность выполнения операций поверки при | |
|--|-------------------------------|--|-----------------------|
| | | первичной поверке | периодической поверке |
| 1. Внешний осмотр | 6 | Да | Да |
| 2. Подготовка к поверке и опробование | 7 | Да | Да |
| 3. Проверка программного обеспечения | 8 | Да | Да |
| 4. Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия счетчика-расходомера метрологическим требованиям | 9 | Да | Да |
| 5. Оформление результатов поверки | 10 | Да | Да |

2.2 При получении отрицательных результатов при выполнении любой из операций поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдаются следующие условия

- место проведения поверки – по месту эксплуатации счетчика-расходомера;
- поверочная жидкость – нефть, по своему качеству соответствующая техническому регламенту, национальному стандарту;

- температура окружающего воздуха, °С от -20 до +50;
- температура измеряемой среды, °С от +10 до +45;
- относительная влажность воздуха, % не более 95;
- рабочее давление измеряемой среды, МПа, не более 1,0;
- атмосферное давление, кПа от 96 до 103,7.

3.2 Поверку счетчика-расходомера проводят в трех точках расхода поверочной жидкости, выбранных равномерно внутри рабочего диапазона расхода счетчика-расходомера:

$$\begin{aligned} & Q_{\max}; \\ & 0,5 \cdot (Q_{\max} + Q_{\min}); \\ & Q_{\min}; \end{aligned}$$

где Q_{\max} и Q_{\min} – соответственно максимальный и минимальный расход, т/ч.

Отклонение расхода поверочной жидкости от установленного значения в процессе поверки не должно превышать $\pm 2,5\%$.

3.3 Изменение температуры поверочной жидкости за период прохождения поршня от одного детектора до другого (для двунаправленных эталон – в обоих направлениях) не должно превышать $\pm 0,2$ °С.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Метрологические и технические требования к средствам поверки указаны в таблице 2.

Таблица 2 – метрологические и технические требования к средствам поверки

| Операции поверки, требующие применение средств поверки | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки | Перечень рекомендуемых средств поверки |
|---|---|--|
| п. 9 Определение метрологических характеристик счетчиков-расходомеров | Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 26 сентября 2022 г. № 2356 (далее - эталон) | Установка трубопоршневая поверочная двунаправленная типоразмер 12 фирмы «Daniel Measurement and Control Inc./Division of Emerson Process Management» США (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 20054-06) |

| | | |
|--|---|--|
| | Средства измерений плотности в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плотности, утвержденной приказом Росстандарта от 1 ноября 2019 г. № 2603 (плотномер автоматически поточный, далее - ПП), с пределом допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,3 \text{ кг}/\text{м}^3$ | Преобразователь плотности жидкости измерительный (модели 7835) (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 15644-01) |
| | Средства измерений температуры в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23 декабря 2022 г. № 3253, с пределом допускаемой абсолютной погрешности измерений не более $\pm 0,2 {}^\circ\text{C}$ | Преобразователь измерительный 644 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 14683-04) |
| | Измерительно-вычислительные комплексы, с пределом допускаемой относительной погрешности вычислений $\pm 0,05 \%$ | Комплекс измерительно-вычислительный «Прайм Искра» (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 26874-04) |

4.2 Допускается применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемым счетчикам-расходомерам.

4.3 Эталоны и средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы или иметь действующие сведения о положительных результатах поверки, включенных в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки соблюдают требования, определяемые в области охраны труда и промышленной безопасности:

- «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 декабря 2020 г. №534;

- Трудовой кодекс Российской Федерации;

- в области пожарной безопасности:

- Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

- Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении правил противопожарного режима в Российской Федерации» от 16.09.2020г. №1479.

- в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок:

- ПУЭ «Правила устройства электроустановок»; в области охраны окружающей среды;

- Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и других законодательных актов по охране окружающей среды, действующих на территории РФ.

6 Внешний осмотр счётчика-расходомера

6.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие счётчика-расходомера следующим требованиям:

- комплектность счётчика-расходомера должна соответствовать указанной в таблице 3.

Таблица 3 – комплектность счётчика-расходомера

| Наименование | Обозначение | Количество |
|---|-------------|------------|
| Счетчик-расходомер массовый кориолисовый ROTAMASS RCCS39/IR с одним из следующих заводским номером: (296341/001/01)/(296341/002/01); (296341/001/03)/(296341/002/03); (296341/001/04)/(296341/002/04); (296341/001/05)/(296341/002/05). | – | 1 шт. |
| «Счетчик-расходомер массовый кориолисовый ROTAMASS RCCS39/IR. Паспорт» | – | 1 шт. |

- на компонентах счётчика-расходомера не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;

- надписи и обозначения на компонентах счётчика-расходомера должны быть четкими.

6.2 Для исключения возможности несанкционированного вмешательства, которое может влиять на показания счётчика-расходомера, должна быть обеспечена возможность пломбирования в соответствии с описаниями типа СИ.

7 Подготовка к поверке и опробование

7.1 При подготовке к поверке счётчика-расходомера проверяют наличие актуальных сведений о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений СИ, участвующих в поверке.

Соединяют счётчик-расходомер с эталоном в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на эталон. Соединяют поверяемый счётчик-расходомер последовательно с ПП в соответствии с требованиями эксплуатационной документации на ПП.

Проверяют поверяемый счётчик-расходомер на работоспособность.

Проверяют герметичность системы, состоящей из поверяемого счётчика-расходомера, эталона, ПП, запорной арматуры и трубопроводов

Устанавливают расход $Q = 0,5 \cdot (Q_{\max} + Q_{\min})$.

Проверяют отсутствие течи поверочной жидкости. Если в течение 5 минут не наблюдалось течи или капель поверочной жидкости через фланцевые, резьбовые, сварные соединения и сальники, систему считают герметичной.

Проверяют отсутствие газа (воздуха) при рабочем расходе в измерительной линии и эталоне открытием запорной арматуры, расположенной в верхней точке трубопровода измерительной линии и эталона.

Проводят установку нуля поверяемого счётчика-расходомера, согласно, соблюдая следующие условия:

- до установки нуля счётчик-расходомер находится во включенном состоянии не менее 30 минут;
- при установке нуля система должна быть заполнена поверочной жидкостью;
- запорная арматура до и после счётчика-расходомера закрыта, и запорная арматура после счётчика-расходомера проверена на отсутствие протечек;
- после закрытия запорной арматуры выжидают не менее одной минуты для успокоения поверочной жидкости в счётчике-расходомере и при необходимости устраняют причины возникновения движения поверочной жидкости.

7.2 Опробование

Проверяют отсутствие сообщений об ошибках и соответствие текущих измеренных значений температуры, давления, отраженным в описании типа счётчика-расходомера.

Запускают поршень эталона. При прохождении поршня через первый по ходу движения детектор начинается отсчет импульсов сигнала счётчика-расходомера. При прохождении поршня через следующий детектор отсчет импульсов прекращается. Проводят те же операции при обратном направлении движения поршня.

Изменяют расход поверочной жидкости в пределах рабочего диапазона измерений.

Результаты опробования считают удовлетворительными:

- если при увеличении/уменьшении расхода поверочной жидкости соответствующим образом изменялись показания на дисплее счётчика-расходомера.

- текущие измеренные значения температуры, давления, соответствуют данным, отраженным в описании типа счётчика-расходомера, а также отсутствуют сообщения об ошибках

8 Проверка программного обеспечения счётчика-расходомера

8.1 Подтверждение соответствия ПО счётчика-расходомера.

Проверка идентификационных данных ПО счётчика-расходомера.

Чтобы определить идентификационные данные для ПО счётчика-расходомера необходимо на жидкокристаллическом дисплее измерительного преобразователя счётчика-расходомера последовательно выполнить следующие действия:

Для просмотра идентификационного наименования ПО выбрать:

Set>2s→Setting Enable?→Set→5x↓→Review device info→Set→9x↓→Device id→Set

Для просмотра номера версии ПО выбрать:

Set>2s→Setting Enable? →Set→5x↓→Review device info→Set→10x↓→Universal rew→Set

Занести информацию в соответствующие разделы протокола.

8.2. Если идентификационные данные, указанные в описании типа счётчика-расходомера и полученные в ходе выполнения п.8.1, идентичны, то делают вывод о подтверждении соответствия ПО счётчика-расходомера программному обеспечению, зафиксированному во время проведения испытаний в целях утверждения типа, в противном случае результаты поверки признают отрицательными.

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия счётчика-расходомера метрологическим требованиям

МХ счётчика-расходомера определяют в трёх точках рабочего диапазона расхода,

Последовательность определения МХ выбирают как от меньших значений расхода к большим, так и от больших к меньшим.

Для каждого значения расхода поверочной жидкости измеряют: массу поверочной жидкости поверяемым счётчиком-расходомером; объем поверочной жидкости эталоном; плотность поверочной жидкости ПП.

Запускают поршень эталона. В процессе измерения (движения поршня от одного детектора до другого) фиксируют температуру и давление в ПП, на входе и выходе эталона, а также плотность поверочной жидкости. Температуру, давление и плотность поверочной жидкости принимают равными среднему значению двух измерений – в начале и в конце прохождения поршня. При использовании термометров и манометров с визуальным отсчетом допускается фиксировать температуру и давление один раз за период прохождения поршня.

Результаты измерений заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении В. В протоколе указывают расход, количество импульсов, поступивших с измерительного преобразователя счётчика-расходомера, средние значения температуры и давления поверочной жидкости в счётчике-расходомере, ПП и эталоне, плотность поверочной жидкости.

Описанные выше операции проводят при движении поршня в обратном направлении. При этом пуск поршня в каждом направлении допускается считать за одно измерение, если в свидетельстве о поверке эталона указаны МХ для каждого направления движения поршня.

Массу поверочной жидкости, измеренную по показаниям эталона и ПП, вычисляют по формуле (1).

Объем поверочной жидкости, измеренный эталоном, вычисляют по формулам (2), (3), (4), (5) (6).

Массу поверочной жидкости, измеренную счётчиком-расходомером, вычисляют по формуле (7).

При каждом значении расхода поверочной жидкости проводят не менее пяти измерений.

Для каждого значения расхода определяют: коэффициент преобразования поверяемого счётчика-расходомера по формуле (10); среднеквадратическое отклонение для контрольного счётчика-расходомера по формуле (12); предел относительной погрешности контрольного счётчика-расходомера по формуле (22). Во всём диапазоне расходов определяют: коэффициент преобразования счётчика-расходомера по формуле (11); среднеквадратическое отклонение для рабочего счётчика-расходомера по формуле (13); предел относительной погрешности рабочего счётчика-расходомера по формуле (21). Значение среднеквадратического отклонения не должно превышать 0,03%, значение предела относительной погрешности не должно превышать 0,25% для рабочего счётчика-расходомера и 0,2% для контрольного счётчика-расходомера. В случае невыполнения этих условий поверку прекращают до выяснения и устранения причин.

Расчётные формулы

$$M_{0ij} = V_{0ij} \cdot \rho_{ij} \cdot K_{t_{0ij}} \cdot K_{p_{0ij}} \cdot 10^{-3}, \text{ т} \quad (1)$$

$$V_{0ij} = V \cdot K_{t_{0ij}} \cdot K_{p_{0ij}}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

$$K_{p_{0ij}} = 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot S} \cdot P_{\text{ппу}ij} \quad (3)$$

$$K_{t_{0ij}} = 1 + 3 \alpha \cdot (t_{\text{ппу}ij} - 20) \quad (4)$$

$$K_{t_{0ij}} = 1 + \beta_{ij} \cdot (t_{\text{пл}ij} - t_{\text{ппу}ij}) \quad (5)$$

$$K_{p_{0ij}} = 1 + \gamma_{ij} \cdot (P_{\text{ппу}ij} - P_{\text{пл}ij}) \quad (6)$$

$$M_{ij} = \frac{N_{ij}}{K_{nm}}, \text{ т} \quad (7)$$

$$K_{\text{пм}} = \frac{f_{\max} \cdot 3600}{Q_{\max}}, \text{ имп/т} \quad (8)$$

$$K'_{\text{пм}ij} = \frac{N_{ij}}{M_{0ij}}, \text{ имп/т} \quad (9)$$

$$K'_{\text{пм}ij} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} K'_{\text{пм}ij}}{n_j}, \text{ имп/т} \quad (10)$$

$$K'_{\text{пм}} = \frac{\sum_{j=1}^m K'_{\text{пм}j}}{m}, \text{ имп/т} \quad (11)$$

$$S(K'_{\text{пм}})_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{K'_{\text{пм}ij} - K'_{\text{пм}j}}{K'_{\text{пм}j}} \cdot 100 \right)^2}{n_j - 1}}, \% \quad (12)$$

$$S(K'_{\text{пм}}) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left[\frac{K'_{\text{пм}ij} - K'_{\text{пм}j}}{K'_{\text{пм}j}} \cdot 100 \right]^2}{n - 1}}, \% \quad (13)$$

$$n = \sum_{j=1}^m n_j \quad (14)$$

$$\Theta_t = \beta_{\max} \cdot \sqrt{\Delta t_{\text{ппу}}^2 + \Delta t_{nn}^2} \cdot 100, \% \quad (15)$$

$$\Theta_{kj} = \left| \frac{K'_{pm} - K'_{pmj}}{K'_{pmj}} \right| \cdot 100, \% \quad (16)$$

$$\Theta_{Kmax} = \left| \frac{K'_{pm} - K'_{pmj}}{K'_{pmj}} \right|_{max} \cdot 100, \% \quad (17)$$

$$\Theta_{co} = \frac{Z}{Q} \cdot 100, \% \quad (18)$$

$$\Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma_0}^2 + \Theta_{Kmax}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_{co}^2 + \Theta_{v0}^2 + \Theta_p^2 + \Theta_{ivk}^2}, \% \quad (19)$$

$$\Theta_{\Sigma k} = 1,4 \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma_0}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_{co}^2 + \Theta_{v0}^2 + \Theta_p^2 + \Theta_{ivk}^2}, \% \quad (20)$$

$$\delta_{\Sigma} = \Theta_{\Sigma} + \frac{t_{0,95}[n-m] \cdot S(K'_{pm})}{\sqrt{n}}, \% \quad (21)$$

$$\delta_{\Sigma kj} = \Theta_{\Sigma k} + \frac{t_{0,99}[n-m] \cdot S(K'_{pm})_j}{\sqrt{n}}, \% \quad (22)$$

Условные обозначения величин приведены в Приложении А.

Примечания:

1. Значения V , Θ_{Σ_0} , Θ_{V0} берут из свидетельства о поверке эталона.
2. Значения α , E , D , S берут из эксплуатационной документации на эталон.
3. Коэффициенты β , γ для нефти указаны в Р 50.2.076-2010.
4. Значения $t_{0,95}$, $t_{0,99}$ берут из Приложения Б.
5. Значение Z принимают равным 0,013 т/ч.
6. Значения $S(K'_{pm})$, $S(K'_{pm})_j$, Θ_{Σ} , $\Theta_{\Sigma kj}$, K'_{pmj} вычисляют до третьего знака после запятой, окончательное значение K'_{pm} , δ_{Σ} , $\delta_{\Sigma kj}$ округляют до второго знака после запятой.

При получении положительных результатов счётчик-расходомер считают соответствующий метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, а результат поверки положительным.

10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты идентификации программного обеспечения оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении Г.

10.2 Результат расчета относительной погрешности измерений массы поверочной жидкости счётчиком-расходомером, оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении В.

10.3 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

При положительных результатах поверки, в случае оформления свидетельства о поверке счётчика-расходомера руководствуются требованиями документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденного приказом Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке при его оформлении по требованию заказчика.

10.4 При отрицательных результатах поверки, в случае недопуска счётчика-расходомера к эксплуатации, руководствуются требованиями документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным приказом Минпромторга России № 2510 от 31.07.2020 г.

Приложение А

Условные обозначения в расчётных формулах при поверке счётчика-расходомера по каналу измерений массы

V – объём калиброванного участка эталона в нормальных условиях ($t=20^{\circ}\text{C}$ и $P_{\text{изб}}=0$ МПа), м^3 ;

V_{0ij} - объём калиброванного участка эталона в условиях поверки при i -том измерении в j -той точке расхода, м^3 ;

ρ_{ij} – значение плотности продукта при температуре и давлении в ПП при i -том измерении в j -той точке расхода, $\text{кг}/\text{м}^3$;

M_{ij} – масса продукта, измеренная счётчиком-расходомером при i -том измерении в j -той точке расхода, т ;

M_{0ij} – масса продукта, вычисленная по измерениям эталон и ПП при i -том измерении в j -той точке расхода, т ;

$K_{\text{пм}}$ – коэффициент преобразования счётчика-расходомера, имп/т;

$K'_{\text{ПМ}ij}$ - коэффициент преобразования счётчика-расходомера, рассчитанный при i -том измерении в j -й точке расхода, имп/т;

$K'_{\text{ПМ}}$ - коэффициент преобразования счётчика-расходомера, рассчитанный в j -й точке расхода, имп/т;

$K_{\text{бж}ij}$ – коэффициент, учитывающий разность температур продукта в эталоне и ПП при i -том измерении в j -той точке расхода;

$K_{\text{рж}ij}$ – коэффициент, учитывающий разность давлений продукта в эталоне и ПП при i -том измерении в j -той точке расхода;

$K_{\text{р}ij}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления продукта на рабочий объем эталона;

$K_{\text{т}ij}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры продукта на рабочий объем эталона;

D – внутренний диаметр калиброванного участка эталона, мм ;

E – модуль упругости материала стенок эталон, МПа;

S – толщина стенки калиброванного участка эталона, мм ;

α - коэффициент линейного расширения материала стенок калиброванного участка эталона, $1/{^{\circ}\text{C}}$;

β_{ij} – коэффициент объемного расширения продукта при i -том измерении в j -той точке расхода, $1/{^{\circ}\text{C}}$;

β_{max} – максимальное значение коэффициента объемного расширения продукта из ряда значений β_{ij} , $1/{^{\circ}\text{C}}$;

γ_{ij} - коэффициент сжимаемости продукта при i -том измерении в j -той точке расхода, $1/\text{МПа}$;

$t_{\text{ппу}ij}$ – температура продукта в эталоне при i -том измерении в j -той точке расхода, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\text{ппу}ij}$ – температура продукта в ПП при i -том измерении в j -той точке расхода, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta t_{\text{ппу}}$ – абсолютная погрешность определения температуры в эталоне, $^{\circ}\text{C}$;

$\Delta t_{\text{пп}}$ - абсолютная погрешность определения температуры в ПП, $^{\circ}\text{C}$;

$P_{\text{ппу}ij}$ – давление продукта в эталоне при i -том измерении в j -той точке расхода, МПа;

$P_{\text{пп}ij}$ – давление продукта в ПП при i -том измерении в j -той точке расхода, МПа;

N_{ij} – количество импульсов, отсчитанное ИВК при i -том измерении в j -той точке расхода по каналу измерений массы, имп;

f_{\max} – частота выходного сигнала, соответствующая Q'_{\max} (f принимают равной 10000 Гц);

Q – среднее значение расхода поверочной жидкости в рабочем диапазоне поверки счётчика-расходомера, т/ч;

Q'_{\max} – максимальное возможное значение расхода, согласно техническому описанию на счётчик-расходомер, т/ч;

n_j – количество измерений в j -той точке расхода;

n – общее количество измерений;

m – количество точек расхода;

Z – значение стабильности нуля счётчика-расходомера, т/ч;

$\Theta_{k\max}$ – максимальное значение систематической составляющей погрешности счётчика-расходомера за счет усреднения коэффициента преобразования, %;

Θ_{kj} – значение систематической составляющей погрешности счётчика-расходомера за счет усреднения коэффициента преобразования в j -ой точке расхода, %;

Θ_{Σ} – граница суммарной систематической составляющей погрешности рабочего счётчика-расходомера, %;

Θ_{ek} – граница суммарной систематической составляющей погрешности контрольного счётчика-расходомера, %;

Θ_p – относительная погрешность измерений плотности ПП, %;

Θ_{vo} – относительная погрешность эталона, %;

Θ_t – дополнительная составляющая систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры, %;

Θ_{co} – относительная погрешность смещения нуля счётчика-расходомера, %;

Θ_{Σ_0} – граница суммарной систематической составляющей погрешности эталона, %;

Θ_{ivk} – относительная погрешность ИВК, %;

$S(K'_{PM})_j$ – среднеквадратическое отклонение результата определения коэффициента преобразования счётчика-расходомера в j -той точке расхода, %;

$S(K'_{PM})$ – среднеквадратическое отклонение результата определения коэффициента преобразования счётчика-расходомера в диапазоне расхода, %;

δ_{Σ} – предел относительной погрешности рабочего счётчика-расходомера, %;

$\delta_{\Sigma_{kj}}$ – предел относительной погрешности контрольного счётчика-расходомера в j -ой точке расхода, %;

$t_{0,95}$ – квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,95.

$t_{0,99}$ – квантиль распределения Стьюдента при доверительной вероятности 0,99.

Приложение Б

Квантиль распределения Стьюдента $t_{0,95}$.

Таблица Б.1

| n-1 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | ∞ |
|------------|------|-----|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|
| $t_{0,95}$ | 2,23 | 2,2 | 2,18 | 2,16 | 2,15 | 2,13 | 2,12 | 2,11 | 2,1 | 2,02 | 2,09 | 2,08 | 2,07 | 2,07 | 2,06 | 2,06 | 2,06 | 2,05 | 2,05 | 2,05 | 2,04 | 1,96 |

Квантиль распределения Стьюдента $t_{0,99}$.

Таблица Б.2

| n-1 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 40 | 60 |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $t_{0,99}$ | 3,17 | 3,11 | 3,05 | 3,01 | 2,98 | 2,95 | 2,92 | 2,90 | 2,88 | 2,86 | 2,85 | 2,83 | 2,82 | 2,81 | 2,80 | 2,79 | 2,78 | 2,77 | 2,76 | 2,76 | 2,75 | 2,70 | 2,66 |

Приложение В

ПРОТОКОЛ №

проверки массомера по каналу измерений массы

Тип датчика расхода массомера _____

Заводской № _____

Тип изм. преобр. массомера _____

Заводской № _____

Тип эталона(ТПУ) _____

Заводской № _____

Тип ПП _____

Заводской № _____

Место проведения поверки _____

Поверочная жидкость _____

Коэффициенты массомера: K_{pm} , имп/т _____.

Исходные данные

| V , m^3 | D , мм | S , мм | E , МПа | α , $^{\circ}C^{-1}$ | β , $^{\circ}C^{-1}$ | γ , МПа $^{-1}$ | $\Theta_{\Sigma 0}$, % | Θ_{vo} , % | Θ_p , % | Θ_t , % | Θ_{ivk} , % | Z , т/ч |
|----------------|-------------|-------------|--------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--------------|
| | | | | | | | | | | | | |

Результаты измерений

| $\#$ изм. | Q_j , т/час | t_{plij} , $^{\circ}C$ | t_{yij} , $^{\circ}C$ | P_{plij} , МПа | P_{yij} , МПа | N_{ij} , имп | V_{ij} , m^3 | T_{ij} , мкс | ρ_{ij} , кг/ m^3 | M_{oij} , т | M_{ij} , т | K'_{PMij} , имп/т |
|--------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------------|------------------|-----------------|------------------------|
| | | | | | | | | | | | | |

Результаты поверки

| Q_j , т/час | K'_{pmj} , имп/т | K'_{pm} , имп/т | $S(K'_{PM})$ ($S(K'_{PM})_j$), % | Θ_{kj} , % | $\Theta_{\Sigma} (\Theta_{\Sigma k})$, % | $\delta_{\Sigma} (\delta_{\Sigma kj})$, % |
|------------------|-----------------------|----------------------|--|----------------------|--|---|
| | | | | | | |

Подпись лица, проводившего поверку _____

Дата проведения поверки _____

Приложение Г

Форма протокола подтверждения соответствия программного обеспечения массомера

Протокол №
подтверждения соответствия программного обеспечения массомера

Место проведения поверки: _____

Наименование СИ: _____

Заводской номер СИ: № _____

Таблица Г.1 - Идентификационные данные ПО

| Идентификационные данные (признаки) | Значение, указанное в описании типа массомера | Значение, полученное во время проведения поверки массомера |
|---|---|--|
| Идентификационное наименование ПО | | |
| Номер версии (идентификационный номер) ПО | | |
| Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода) | | |

Заключение: ПО массомера соответствует / не соответствует ПО, зафиксированному во время испытаний в целях утверждения типа массомера .

Должность лица, проводившего поверку:

(подпись) (инициалы, фамилия)

Дата «_____»
проверки:

20 ____ г.