

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора  
по развитию ФГУП «ВНИИР»



А.С. Тайбинский

« 28 » 2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА НЕФТЕПРОДУКТОВ № 1245

Методика поверки

МП 0839-14-2018

Начальник НИО-14

ФГУП «ВНИИР»

Р.Н. Груздев

Тел.: (843) 299-72-00

г. Казань  
2018

РАЗРАБОТАНА

ФГУП «ВНИИР»

ИСПОЛНИТЕЛЬ

Ягудин И.Р.

УТВЕРЖДЕНА

ФГУП «ВНИИР»

Настоящая инструкция распространяется на систему измерений количества нефтепродуктов № 1245 (далее – СИКН) и устанавливает методику её первичной и периодической поверок. СИКН предназначена для автоматизированных измерений массы нефтепродуктов прямым методом динамических измерений. Оборудование, средства измерений (СИ) системы скомпонованы в отдельные автономные блоки (технологические блоки):

- технологический блок с заводским № 0177/1 для измерений количества топлива для реактивных двигателей ТС-1 по ГОСТ 10227-86 «Топлива для реактивных двигателей. Технические условия»;

- технологический блок с заводским № 0177/2 для измерений количества дизельного топлива ЕВРО по ГОСТ 32511-2013 «Топливо дизельное ЕВРО. Технические условия»;

- технологический блок с заводским № 0177/3 для измерений количества дизельного топлива ЕВРО по ГОСТ 32511-2013.

Поверку СИКН осуществляют на месте эксплуатации полностью или с меньшим количеством технологических блоков, входящих в состав СИКН в диапазоне измерений, указанном в описании типа, или меньшем диапазоне в соответствии с заявлением владельца системы с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Если очередной срок поверки СИ из состава СИКН наступает до очередного срока поверки СИКН, поверяется только это СИ, при этом поверку СИКН не проводят.

Интервал между поверками СИКН – 12 месяцев.

Интервал между поверками СИ из состава СИКН, за исключением термометров – 12 месяцев.

## 1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта инструкции	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Проверка комплектности технической документации	6.1	Да	Да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	6.2	Да	Да
Внешний осмотр	6.3	Да	Да
Опробование	6.4	Да	Да
Определение метрологических характеристик	6.5	Да	Да

## 2 Средства поверки

### 2.1 Основные средства поверки СИКН

2.1.1 Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 07.02.2018 г. № 256 «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» с диапазоном измерений расхода, обеспечивающим возможность поверки счетчиков-расходомеров массовых Micro Motion модели CMF в комплекте с преобразователями 2700, входящих в состав системы, в рабочем диапазоне измерений.

2.2 При осуществлении поверки СИ, входящих в состав СИКН, кроме основных, применяют средства поверки, указанные в документах на методики поверки, приведенных в таблице 3 настоящей инструкции.

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

2.4 Все применяемые эталоны должны быть аттестованы.

### 3 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (приказ Ростехнадзора от 12.03.2013 № 101), «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27.12.2012 г. № 784), а также другие действующие отраслевые документы;

- правилами безопасности при эксплуатации используемых СИ, приведенными в их эксплуатационной документации;

- правилами технической эксплуатации электроустановок;

- правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

### 4 Условия поверки

Поверка СИКН осуществляется на месте её эксплуатации.

При проведении поверки соблюдают условия, приведенные в документах на методики поверки СИ, входящих в состав СИКН.

Характеристики (показатели) измеряемой среды при проведении поверки должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 2.

Параметры (показатели) измеряемой среды при проведении поверки СИКН должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 2 (проверяют по данным актов приема-сдачи нефтепродуктов).

Таблица 2 – Характеристики (показатели) СИКН и измеряемой среды

Наименование характеристики	Значение
Измеряемая среда	нефтепродукты по ГОСТ 10227-86, ГОСТ Р 32511-2013
Топливо для реактивных двигателей ТС-1 по ГОСТ 10227-86 (с зав. № 0177/1): - рабочий диапазон температуры, °С - плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup> , не менее - рабочий диапазон расхода, т/ч - давление в подводящем трубопроводе DN 300, МПа	от -10 до +40 780 от 75 до 250 от 0,1 до 2,5
Топливо дизельное ЕВРО по ГОСТ 32511-2013 (с зав. № 0177/2): - рабочий диапазон температуры, °С - плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup> - рабочий диапазон расхода, т/ч - давление в подводящих трубопроводах DN 500, МПа	от -10 до 40 от 820 до 845 от 200 до 2000 от 0,1 до 2,5
Топливо дизельное ЕВРО по ГОСТ 32511-2013 (с зав. № 0177/3): - рабочий диапазон температуры, °С - плотность при 15 °С, кг/м <sup>3</sup> - рабочий диапазон расхода, т/ч - давление в подводящих трубопроводах DN 500, МПа	от -10 до 40 от 820 до 845 от 200 до 2000 от 0,1 до 2,5
Давление нефтепродукта на входных коллекторах СИКН с учетом её подключения к технологическим трубопроводам, МПа: - минимальное - рабочее - максимально допустимое	0,1 от 0,2 до 0,6 2,5

Окончание таблицы 2

Наименование характеристики	Значение характеристики
Суммарные потери давления на СИКН по каждому нефтепродукту при максимальном расходе и максимальной вязкости, МПа, не более:	
- в режиме измерений	0,2
- в режиме поверки и контроля метрологических характеристик (КМХ)	0,4
Режим работы СИКН	периодический
Режим работы ПУ	автоматизированный

## 5 Подготовка к поверке

5.1 Подготовку средств поверки и СИКН осуществляют в соответствии с их эксплуатационной документацией.

5.2 Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные операции:

- изучают техническую и эксплуатационную документацию СИКН;
- изучают настоящую инструкцию и руководства по эксплуатации средств поверки;
- средства поверки устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- контролируют фактические условия поверки на соответствие требованиям раздела 4 настоящей инструкции;
- проверяют параметры конфигурации СИКН (значения констант, коэффициентов, пределов измерений, введенных в память контроллеров измерительных FloBoss модели S600+ на соответствие данным, зафиксированным в эксплуатационных документах СИКН (указанных в предыдущих протоколах поверок);
- выполняют иные необходимые подготовительные и организационные мероприятия.

## 6 Проведение поверки

### 6.1 Проверка комплектности технической документации

Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке и (или) знаков поверки на СИ, приведенные в таблице 3 настоящей инструкции, а также эксплуатационной документации на СИКН и СИ, входящие в состав СИКН.

### 6.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) СИКН

Определение идентификационных данных ПО контроллеров измерительных FloBoss модели S600+ (далее - ИВК) проводят в соответствии с его руководством пользователя в следующей последовательности:

- а) включить питание ИВК, если питание было выключено;
- б) дождаться после включения питания появления на дисплее ИВК главного меню или войти в главное меню;
- в) в главном меню нажатием клавиши «5» выбрать пункт меню «5.SYSTEM SETTINGS»;
- г) нажатием клавиши «7» выбрать пункт меню «7.SOFTWARE VERSION»;
- д) нажатием клавиши «→» (стрелка вправо) получить идентификационные данные со следующих экранов:

- 1) «FILE CSUM SW: 6051» – цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма);
- 2) «APPLICATION SW» – номер версии ПО ИВК - «06.21/21».

6.2.2 Определение идентификационных данных ПО автоматизированных рабочих мест (АРМ) операторов - проводят в соответствии с эксплуатационной документацией на АРМ оператора.

На экране АРМ оператора нажать кнопку «Контрольные суммы» (Check Summ), на экране появится диалоговое окно с информацией о ПО.

Полученные результаты идентификации ПО СИКН должны соответствовать данным указанным в описании типа на СИКН.

В случае, если идентификационные данные ПО СИКН не соответствуют данным, указанным в описании типа на СИКН, поверку прекращают. Выясняют и устраняют причины, вызвавшие несоответствие. После чего повторно проверяют идентификацию данные ПО СИКН.

### 6.3 Внешний осмотр

6.3.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие СИКН следующим требованиям:

- комплектность, монтаж, маркировка и пломбировка компонентов СИКН должна соответствовать технической и эксплуатационной документации СИКН;
- на компонентах СИКН не должно быть механических повреждений и дефектов покрытия, ухудшающих внешний вид и препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах СИКН должны быть четкими и соответствовать технической документации.

6.3.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если состав и комплектность СИКН, монтаж, маркировка и пломбировка составных частей и компонентов СИКН соответствуют требованиям технической и эксплуатационной документации СИКН, компоненты СИКН, работающие под напряжением, заземлены, а также отсутствуют повреждения и дефекты, препятствующие проведению поверки СИКН.

### 6.4 Опробование

6.4.1 Опробование проводят в соответствии с документами на поверку СИ, входящих в состав СИКН.

6.4.2 Проверяют действие и взаимодействие компонентов СИКН в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКН.

6.4.3 На элементах оборудования и СИ СИКН не должно наблюдаться следов нефтепродуктов. При обнаружении утечек или следов нефтепродуктов на элементах оборудования или СИ поверку прекращают и принимают меры по устранению утечки нефтепродуктов.

### 6.5 Определение метрологических характеристик

6.5.1 Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав СИКН.

Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав СИКН, проводят в соответствии с документами, приведенными в таблице 3.

Таблица 3 - СИ и методики их поверки

Наименование СИ	Пределы допускаемой погрешности	Документ
Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion модели CMF в комплекте с преобразователями 2700 (далее – СРМ)	Относительная, не превышает $\pm 0,25 \%$	По приложению А настоящей методики поверки.
Термопреобразователи сопротивления Rosemount 0065 с преобразователями измерительными Rosemount 3144P	При поверке в комплекте абсолютная, не превышает $\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$	По приложению Б настоящей методики поверки.
Преобразователи давления измерительные 3051	приведенной, не превышает $\pm 0,5 \%$	МП 4212-021-2015 «Преобразователи давления измерительные 3051. Методика поверки», утвержденная ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в феврале 2015г.

Продолжение таблицы 3

Наименование СИ	Пределы допускаемой погрешности	Документ
		МП 14061-10 «Преобразователи давления измерительные 3051. Методика поверки», утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 08.02.2010г.
Манометры показывающие для точных измерений МПТИ	класс точности, не превышает 0,6	5ШО.283.421 МП «Манометры, вакуумметры и мановакуумметры показывающие для точных измерений МПТИ, ВПТИ и МВПТИ. Методика поверки», утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 07.07.2011г.
Манометры ФТ модели МТИф	класс точности, не превышает 0,6	МИ 2124-90 «Рекомендация. ГСИ. Манометры, вакуумметры, мановакуумметры, напоромеры, тягомеры и тягонапоромеры показывающие и самопишущие. Методика поверки».
Термометры ртутные стеклянные лабораторные ТЛ-4	в соответствии с описанием типа	ГОСТ 8.279-78 «ГСИ. Термометры стеклянные жидкостные рабочие. Методика поверки».
Термометры стеклянные лабораторные ТЛ-4м серии "Labtex"	абсолютная, не превышает $\pm 0,2$ °С	ГОСТ 8.279-78 «ГСИ. Термометры стеклянные жидкостные рабочие. Методика поверки».
Термометры ASTM	абсолютная, не превышает $\pm 0,2$ °С	ГОСТ 8.279-78 «ГСИ. Термометры стеклянные жидкостные рабочие. Методика поверки».
Термометры стеклянные ASTM	в соответствии с описанием типа	ГОСТ 8.279-78 «ГСИ. Термометры стеклянные жидкостные рабочие. Методика поверки».
ИВК	в соответствии с описанием типа	МП 117-221-2013 с изменением №1 «Контроллеры измерительные FloBoss S600+. Методика поверки», утвержденная ФГУП «УНИИМ» 21.11.2017г.
Преобразователи давления измерительные 3051 (предназначенные для измерения разности давления)	приведенная, не превышает $\pm 2,5$ %	МП 4212-021-2015 «Преобразователи давления измерительные 3051. Методика поверки». МП 14061-10 «Преобразователи давления измерительные 3051. Методика поверки», утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 08.02.2010г.
Счетчик-расходомер массовый Micro Motion модификации R в комплекте с преобразователем серии 1700	относительная, не превышает $\pm 5,0$ %	«Рекомендация. ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion. Методика поверки», утвержденная ВНИИМС 25.07.2010 г.

Окончание таблицы 3

Наименование СИ	Пределы допускаемой погрешности	Документ
Комплекс измерительно-управляющий и противоаварийной автоматической защиты DeltaV модернизированный	в соответствии с описанием типа	МИ 2539-99 «Рекомендация. ГСИ. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки»

6.5.2 Определение относительной погрешности СИКН при измерениях массы нефтепродуктов

6.5.2.1 Относительную погрешность измерений массы нефтепродуктов СИКН при прямом методе динамических измерений принимают равной относительной погрешности измерений массы нефтепродуктов с помощью СРМ.

Поверку СРМ на месте эксплуатации в рабочем диапазоне измерений массового расхода выполняют в автоматизированном режиме с применением ПУ в комплекте с преобразователем плотности.

Все операции, связанные с подготовкой и проведением поверки, выполняют в соответствии с методикой поверки приведенной в приложении А.

6.5.2.2 Относительная погрешность при измерениях массы нефтепродуктов не должна превышать  $\pm 0,25\%$ .

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке СИКН в соответствии с документом «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным приказом Минпромторга России от 02.07.2015 № 1815 (далее – Порядок проведения поверки СИ).

На оборотной стороне свидетельства о поверке СИКН указывают для каждого технологического блока диапазон измерений расхода и пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы нефтепродуктов. Диапазон измеряемого расхода для каждого технологического блока, определяется значениями минимального и максимального расхода.

За значение минимального расхода каждого технологического блока принимают минимальное значение расхода того СРМ, у которого значение расхода среди всех рабочих СРМ наименьшее (согласно свидетельствам, об их поверке). В случае, если значения минимального расхода СРМ меньше значения минимального расхода, указанного в описании типа СИКН, за минимальное значение расхода технологического блока принимают минимальное значение расхода, указанное в описании типа СИКН.

За значение максимального расхода каждого технологического блока принимают сумму максимальных значений расхода СРМ, установленных на рабочих измерительных линиях технологического блока СИКН (согласно свидетельствам, об их поверке). В случае, если сумма максимальных значений максимального расхода СРМ больше значения максимального расхода, указанного в описании типа СИКН, за максимальное значение расхода каждого технологического блока СИКН принимают максимальное значение расхода, указанное в описании типа СИКН.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКН.

7.2 При отрицательных результатах поверки СИКН к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности в соответствии с Порядком проведения поверки СИ.

В случае, если результат поверки СРМ, входящего в состав СИКН, отрицательный, технологический блок, в котором установлен данный СРМ, к эксплуатации не допускают, на обороте свидетельства о поверке СИКН информацию о данном технологическом блоке не указывают.



## Приложение А (обязательное)

### Методика поверки СРМ, входящих в состав СИКН

Настоящая методика поверки распространяется на СРМ, применяемые в составе СИКН, и устанавливает методику их первичной (при вводе в эксплуатацию и после ремонта) и периодической поверок на месте эксплуатации с применением рабочего эталона 1-го разряда ПУ на базе компакт-прувера в следующих вариантах:

- компакт-прувер в комплекте с турбинным преобразователем расхода (ТПР) и с поточным преобразователем плотности (далее - ПП);
  - компакт-прувер без ТПР и без ПП;
  - компакт-прувер в комплекте с ТПР без ПП;
  - компакт-прувер в комплекте с ПП без ТПР.
- Интервал между поверками – 12 месяцев.

#### 1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки СРМ выполняют операции по 1.1.1, 1.1.2 и 1.1.3.

1.1.1 Внешний осмотр (5.1).

1.1.2 Опробование (5.2).

1.1.3 Определение метрологических характеристик (5.3).

1.2 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

1.2.1 Компакт-прувер 1-го разряда с пределами допускаемой относительной погрешности:  $\pm 0,05\%$ .

*Примечание № 1 – В качестве рабочего эталона 1-го разряда применяются компакт-прувера стационарного или передвижного исполнения.*

1.2.2 ПП с пределами допускаемой абсолютной погрешности: не более  $\pm 0,30$  кг/м<sup>3</sup>.

*Примечания № 2. 1 Применяют ПП, входящий в состав компакт-прувера или же устанавливаемый в СИКН на время проведения поверки.*

*2 Внутренняя полость устанавливаемого ПП должна быть очищена от отложений, ПП должен иметь положительные результаты КМХ, выполненного непосредственно перед поверкой СРМ.*

1.2.3 ТПР, входящий в состав компакт-прувера должен соответствовать требованиям 5.3.2.6 и 5.3.2.11.

*Примечания № 3. 1 Допускается проводить поверку СРМ в его рабочем диапазоне измерений расхода с применением компакт-прувера без ТПР, если диапазон измерений расхода компакт-прувера обеспечивает определение метрологических характеристик (МХ) СРМ в необходимом диапазоне расхода при условии получения положительных результатов поверки.*

*2 При получении отрицательных результатов поверки СРМ с применением компакт-прувера без ТПР необходимо провести повторную поверку с применением компакт-прувера и ТПР.*

1.2.4 Преобразователи избыточного давления с унифицированным токовым выходным сигналом (далее - преобразователи давления) с пределами допускаемой приведенной погрешности, не превышает  $\pm 0,5\%$ .

1.2.5 Датчики температуры (термосопротивления не хуже класса А в комплекте с измерительными преобразователями), пределы допускаемой абсолютной погрешности комплекта, не превышает  $\pm 0,2$  °С.

*Примечание № 4 к 1.2.4 и 1.2.5 - используют преобразователи давления и датчики температуры, смонтированные на компакт-прувере, также смонтированные в блок пробоотбора (далее – БИК), если для поверки СРМ используют ПП, установленный в БИК (т.е. в составе СИКН).*

1.2.6 ИВК, обеспечивающий:

- прием и обработку токовых сигналов от датчиков температуры, преобразователей давления, применяемых при поверке СРМ;
- прием и обработку частотного сигнала от ПП, применяемого в качестве средства поверки, и индикацию текущих значений плотности;
- индикацию текущих значений температуры, давления измеряемой среды в компакт-прувере (или в ТПР) и ПП (в ПП - при необходимости);
- измерение и суммирование количества импульсов (в том числе и долей периодов импульсов), генерируемых ТПР за одну серию проходов поршня компакт-прувера:

- вычисление объема измеряемой среды ( $m^3$ ), измеряемого ТПР при каждом измерении (п. 5.3.2.10), при использовании ТПР для определения МХ СРМ;
- измерение и суммирование количества импульсов, генерируемых поверяемым СРМ за одну серию проходов поршня компакт-прувера при определении МХ СРМ непосредственно по компакт-пруверу (при этом ТПР для поверки не используют);
- измерение времени прохождения поршнем калиброванного участка компакт-прувера;
- вычисления средних арифметических значений давления, температуры, плотности измеряемой среды, поверочного расхода, времени прохождения поршнем калиброванного участка за одну серию проходов поршня компакт-прувера.

Пределы допускаемой относительной погрешности ИВК:

- вычислений коэффициента преобразования ТПР (имп/ $m^3$ ) и СРМ (имп/т):  $\pm 0,025 \%$  (в вычислениях при поверке СРМ погрешность берется из описания типа ИВК).

1.3 Все средства поверки (кроме ТПР) должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и (или) знаки поверки (оттиски поверительного клейма).

1.4 Допускается применение других средств поверки, метрологические характеристики которых удовлетворяют требованиям настоящего документа.

## **2 Требования безопасности, охраны труда и к квалификации поверителей**

2.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (приказ Ростехнадзора от 12.03.2013 № 101), «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 27.12.2012 г. № 784), а также другие действующие отраслевые документы;

- правилами безопасности при эксплуатации используемых СИ, приведенными в их эксплуатационной документации;

- правилами технической эксплуатации электроустановок;

- правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей.

2.2 К ПУ, СРМ и другим средствам поверки, установленным на технологической части и требующим обслуживания при поверке, обеспечивают свободный доступ. При необходимости предусматривают лестницы, площадки и переходы.

2.3 Управление ПУ, обслуживание поверяемого СРМ и других средств поверки выполняют лица, прошедшие соответствующее обучение и допущенные к эксплуатации перечисленного оборудования на основании проверки знаний.

2.4 К проведению поверки допускают лиц, изучивших эксплуатационную документацию на СРМ и средства поверки, настоящую методику поверки, и прошедших инструктаж по технике безопасности.

2.5 При появлении течи измеряемой среды, загазованности и других ситуаций, препятствующих нормальному ходу поверочных работ, поверку прекращают.

## **3 Условия поверки**

3.1 Поверку СРМ проводят в комплекте: первичный преобразователь (далее - сенсор) совместно с преобразователем серии 2700 (далее - ПЭП).

3.2 В качестве измеряемой среды при поверке СРМ используют нефтепродукты.

3.3 Поверку проводят в рабочем диапазоне расхода (далее - рабочий диапазон). Рабочий диапазон для поверяемого СРМ определяет владелец СИКН и оформляет в виде заявки произвольной формы перед каждой поверкой. Заявку представляет представителю сервисной организации (при наличии) и поверителю.

*Примечания № 5. 1 В случае изменения в интервале между поверками нижнего предела рабочего диапазона в сторону уменьшения или верхнего предела в сторону увеличения от значений, установленных при настоящей поверке, (или и то, и другое одновременно) СРМ подлежит внеочередной поверке.*

2 Рабочий диапазон резервно-контрольного СРМ используемого в качестве контрольного, должен охватывать рабочие диапазоны каждого из рабочих СРМ.

3.4 ПУ допускается устанавливать, как до поверяемого СРМ по потоку измеряемой среды, так и после него.

3.5 Изменение температуры измеряемой среды за время одного измерения не должно превышать 0,2 °С.

3.6 Изменение расхода измеряемой среды при выполнении измерений в точке расхода не должно превышать 2,5 % от установленного значения.

3.7 Содержания свободного газа в измеряемой среде не допускают.

3.8 Избыточное давление измеряемой среды в измерительной линии после СРМ при поверке рекомендуется устанавливать не менее 0,1 МПа.

3.9 Требуемую величину поверочного расхода устанавливают с помощью регулятора расхода или иным способом.

3.10 Перед началом поверки СРМ измеряют температуру окружающей среды рядом с ПУ.

#### 4 Подготовка к поверке

4.1 При первичной поверке после ремонта, после замены сенсора или ПЭП проводят конфигурирование ПЭП и сенсора в соответствии с инструкцией по их эксплуатации (используют соответствующий коммуникатор или ПО).

4.2 Поверяемый СРМ и компакт-прувер подключают друг с другом последовательно, подготавливают технологическую схему к гидравлическим испытаниям и проверке на герметичность, схема подключения средств поверки при определении метрологических характеристик СРМ представлена в приложении 7.

*Примечание № 6 - резервно-контрольный СРМ: СРМ, который технологически может подключаться к любому из рабочих СРМ последовательно и использоваться: а) как контрольное средство при КМХ рабочих СРМ; б) как рабочий СРМ - при необходимости.*

4.3 При необходимости монтируют в БИК ПП, выполнив соответствующие технологические переключения.

4.4 Технологические переключения по 4.2 и 4.3 проводят с соблюдением требований инструкции по эксплуатации СИКН.

4.5 Проверяют закрытое положение (при необходимости закрывают) дренажных и воздушных вентилях (кранов), установленных на технологических трубопроводах СИКН, компакт-прувере (при необходимости и в БИК).

4.6 Устанавливают любое значение расхода в пределах рабочего диапазона, в технологической схеме поверки создают максимальное рабочее давление, которое может быть при поверке. СИКН считают испытанным на герметичность, если в течение 10 минут после создания давления не наблюдается течи измеряемой среды через фланцевые соединения, через сальники запорной арматуры, дренажных и воздушных вентилях (кранов).

*Примечание № 7 - операции по 4.6 проводят при потоке измеряемой среды через ПП, входящий в состав компакт-прувера, если этот ПП применяют при поверке.*

4.7 Проверяют отсутствие протечек измеряемой среды через затворы запорной арматуры, дренажных и воздушных вентилях (кранов) при их закрытом положении, проверку проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКН. Если отсутствует возможность проверки герметичности затворов запорной арматуры, вентилях (кранов) или установлено наличие протечек, то во фланцевые соединения устанавливают металлические заглушки.

4.8 Допускается проводить проверку отсутствия протечек измеряемой среды, минуя поршень компакт-прувера согласно эксплуатационной его документации.

4.9 Устанавливают (монтируют) остальные средства поверки и проводят необходимые электрические соединения, проверяют правильность соединений.

*Примечание № 8 - при подключении поверяемого СРМ и применении отдельного контроллера-вычислителя (в дополнение к ИВК) выходной сигнал поверяемого СРМ подают на контроллер-вычислитель, применяемому в качестве средства поверки.*

4.10 Проверяют отсутствие воздуха (газа) в технологической схеме. При любом значении расхода (в рабочем диапазоне) проводят несколько пусков поршня компакт-прувера. Открывая воздушные вентили, установленные на компакт-прувере, на верхних точках технологической схемы, в БИК, проверяют наличие воздуха (газа), при необходимости воздух (газ) выпускают. Считают, что воздух (газ) в технологической схеме отсутствует, если из вентиля вытекает струя измеряемой среды без пузырьков воздуха (газа).

4.11 Контролируют стабилизацию температуры измеряемой среды в технологической схеме, для чего при любом расходе проводят несколько последовательных пусков поршня компакт-прувера. Температуру считают стабильной, если за период пусков поршня изменение температуры измеряемой среды в технологической схеме (ТПР - компакт-прувер - поверяемый СРМ) не превышает 0,2 °С.

4.12 Подготавливают средства поверки к ведению поверочных работ согласно инструкциям по их эксплуатации.

4.13 При первичной поверке (при вводе СРМ в эксплуатацию) или при использовании отдельного контроллера-вычислителя в качестве средства поверки (дополнительно к ИВК) проводят операции 4.13.1 ÷ 4.13.4.

4.13.1 Выполняют конфигурирование импульсного выхода ПЭП СРМ в соответствии с инструкцией по эксплуатации, в память ПЭП вводят максимальное значение расхода, соответствующее максимальному значению рабочего диапазона расхода поверяемого СРМ  $Q_{\max}$  (т/ч), и значение частоты  $f_{\text{вых}}^{\text{max}}$  (Гц), соответствующее  $Q_{\max}$ . Принимают:

$$f_{\text{вх max}} \geq f_{\text{вых}}^{\text{max}}, \quad (1)$$

где  $f_{\text{вх max}}$  - максимальная входная частота ИВК (или контроллера-вычислителя, применяемого в качестве средства поверки), Гц (из технического описания ИВК);

$f_{\text{вых}}^{\text{max}}$  - максимальная выходная частота поверяемого СРМ, соответствующее  $Q_{\max}$ , Гц.

*Примечание № 9 - Если в качестве ИВК используют отдельный контроллер-вычислитель, то в выражении (1) используют минимальное из двух значений  $f_{\text{вх max}}$ , указанных для ИВК и контроллера-вычислителя.*

4.13.2 В память ИВК вводят значение коэффициента преобразования СРМ по импульсному выходу  $KF_{\text{конф}}$ , имп/т, вычисляемое по формуле

$$KF_{\text{конф}} = \frac{f \cdot 3600}{Q_{\max}^{\text{зав}}}, \quad (2)$$

где  $f$  и  $Q_{\max}^{\text{зав}}$  - согласно 4.13.1 с учетом примечаний (при необходимости).

4.13.3 Выполняют конфигурирование каналов измерений температуры, давления, плотности ИВК.

4.13.4 В память ИВК (или АРМ оператора) вводят значение(я) вместимости(ей) калиброванного участка компакт-прувера (м<sup>3</sup>) или проверяют правильность ранее введенного(ых) значения(й).

*Примечание № 10 к 4.13.4 - для компакт-прувера моделей «BROOKS-Compact Prover», CP, CP-M, BCP-M используют вместимость калиброванного участка, определенную при поверке компакт-прувера в режиме:*

- *Upstream (против потока), если компакт-прувер установлен по потоку измеряемой среды после поверяемого СРМ и ТПР;*

- *Downstream (по потоку), если компакт-прувер установлен по потоку измеряемой среды до поверяемого СРМ и ТПР.*

- *если компакт-прувер установлен между ТПР и поверяемым СРМ по потоку измеряемой среды, то для определений коэффициентов преобразования ТПР используют вместимость Upstream, для определений MX поверяемого СРМ непосредственно по компакт-пруверу - вместимость Downstream. Если компакт-прувер установлен между поверяемым СРМ и ТПР по потоку измеряемой среды, то используют вместимости Upstream и Downstream соответственно.*

4.14 При очередных поверках с использованием ИВК проверяют выполнение условий, изложенных в 4.13.1 ÷ 4.13.4.

4.15 Проводят установку нуля поверяемого СРМ согласно инструкции по эксплуатации СРМ.

4.16 При использовании АРМ оператора для автоматической обработки результатов измерений и автоматического формирования (оформления) протокола поверки в АРМ оператора вводят исходные данные согласно протоколу поверки (приложение 1) или проверяют достоверность и правильность ранее введенных исходных данных.

## 5 Проведение поверки

### 5.1 Внешний осмотр

5.1.1 При внешнем осмотре поверяемого СРМ устанавливают:

- соответствие его комплектности перечню, указанному в эксплуатационной документации (формуляре, паспорте);
- отсутствие механических повреждений, препятствующих его применению, дефектов внешних покрытий, ухудшающих его внешний вид;
- четкость, целостность надписей и обозначений, нанесенных на корпусе («шильдике»), их соответствие требованиям эксплуатационной документации;
- отсутствие нарушений герметичности кабельных вводов в ПЭП, отсутствие видимых повреждений кабеля (ей);
- соответствие заземлений сенсора и ПЭП требованиям эксплуатационной документации СРМ, целостность заземляющих проводов.

5.1.2 При внешнем осмотре ТПР устанавливают:

- отсутствие нарушений герметичности кабельного ввода в магнитно-индукционный датчик, отсутствие видимых повреждений контрольного кабеля;
- соответствие заземления магнитно-индукционного датчика (и ТПР в целом) требованиям эксплуатационной документации, целостность заземляющих проводов.

### 5.2 Опробование

5.2.1 Проверяют индикацию на дисплее ИВК или на мониторе АРМ оператора текущих значений:

- плотности измеряемой среды, измеряемой ПП, участвующим при поверке СРМ ( $\text{кг/м}^3$ );
- температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) и давления (МПа) измеряемой среды в компакт-прувере (ТПР), в ПП (если используют ПП, установленный в БИК), измеряемых соответствующими датчиками температуры и преобразователями давления.

5.2.2 Устанавливают минимальное значение расхода рабочего диапазона, запускают поршень компакт-прувера и проводят пробное(ые) измерение(я).

При прохождении поршнем детектора «старт» в ИВК начинается регистрация нарастающих значений:

- количества импульсов, генерируемых СРМ и ТПР (имп);
- времени прохождения поршнем калиброванного участка компакт-прувера (с).

При прохождении поршнем детектора «стоп» в ИВК регистрация нарастающих значений перечисленных параметров прекращается.

### 5.3 Определение метрологических характеристик

#### 5.3.1 Установление поверочного расхода

5.3.1.1 МХ СРМ определяют при крайних значениях расхода рабочего диапазона и значениях, установленных с интервалом  $25 \div 30$  % от верхнего предела рабочего диапазона.

Допускается МХ определять в трех точках рабочего диапазона: при минимальном ( $Q_{\min}$ ), среднем [ $0,5 \times (Q_{\min} + Q_{\max})$ ] и максимальном ( $Q_{\max}$ ) значениях расхода ( $\text{т/ч}$ ).

Требуемые поверочные значения расхода устанавливают, начиная от  $Q_{\min}$ , в сторону увеличения или от  $Q_{\max}$  в сторону уменьшения.

5.3.1.2 Значение поверочного расхода проверяют в каждой точке после прохода поршня ( $Q_{ij}$ ,  $\text{т/ч}$ ) по формуле

$$Q_{ij} = \frac{V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}} \cdot 3600}{T_{ij}} \cdot \rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3}, \quad (3)$$

где  $V_{пр ij}^{КП}$  - вместимость калиброванного участка компакт-прувера, приведенная к рабочим условиям в компакт-прувере, имеющим место при  $i$ -м измерении при установлении расхода в  $j$ -й точке расхода, м<sup>3</sup>. Определяют по 5.3.1.4.

$T_{ij}$  - время прохождения поршнем калиброванного участка компакт-прувера при  $i$ -м измерении при установлении расхода в  $j$ -й точке расхода, с;

$\rho_{пр ij}^{ПП}$  - плотность измеряемой среды, измеренная участвующим в поверке ПП и приведенная к рабочим условиям в компакт-прувере при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, кг/м<sup>3</sup>. Определяют по 6.1.1.3 (формула 13б).

5.3.1.3 Значение поверочного расхода после каждого прохода поршня допускается проверять, используя формулу (3а) вместо формулы (3), т.е. не приводя вместимость калиброванного участка компакт-прувера и измеренную плотность к рабочим условиям

$$Q_{ij} = \frac{V_o^{КП} \cdot 3600}{T_{ij}} \cdot \rho_{ij}^{ПП} \cdot 10^{-3}, \quad (3a)$$

где  $V_o^{КП}$  - вместимость калиброванного участка компакт-прувера согласно свидетельству о поверке с учетом примечания № 10 к 4.13.4 (м<sup>3</sup>);

$\rho_{ij}^{ПП}$  - плотность измеряемой среды, измеренная участвующим в поверке ПП при  $i$ -м измерении при установлении расхода в  $j$ -й точке, кг/м<sup>3</sup>.

5.3.1.4 Вместимость  $V_{пр ij}^{КП}$  - определяют по формуле

$$V_{пр ij}^{КП} = V_o^{КП} \cdot \left[ 1 + 2\alpha_t^{цил} \cdot (t_{ij}^{КП} - 20) + \alpha_t^{ст} \cdot (t_{ij}^{ст} - 20) \right] \cdot \left( 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot P_{ij}^{КП} \right), \quad (4)$$

где  $\alpha_t^{цил}$  - коэффициент линейного расширения материала стенок компакт-прувера, °С<sup>-1</sup> (значение берут из таблицы 1 приложения 2);

$t_{ij}^{КП}$  и  $P_{ij}^{КП}$  - температура (°С) и давление (МПа) измеряемой среды в компакт-прувере соответственно при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода;

$\alpha_t^{ст}$  - коэффициент линейного расширения материала стержня или пластин, на которых установлены оптические сигнализаторы (детекторы), °С<sup>-1</sup> (значение берут из эксплуатационной документации на компакт-прувер);

$t_{ij}^{ст}$  - температура стержня или пластин, на которых установлены оптические сигнализаторы (детекторы), при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, °С<sup>-1</sup>;

$D$  и  $s$  - внутренний диаметр и толщина стенок калиброванного участка компакт-прувера соответственно, мм (значения берут из паспорта или эксплуатационной документации на компакт-прувер);

$E$  - модуль упругости материала стенок компакт-прувера, МПа (значение берут из таблицы 1 приложения 2);

*Примечание № 11 - для компакт-прувера моделей СР, СР-М, ВСР и ВСР-М температуру стержня или пластин ( $t_{ij}^{ст}$ ) принимают равной температуре окружающего воздуха, для модели «SYNCROTRAK» - температуре, измеренной датчиком, установленным на стержне.*

5.3.1.5 Отклонение установленного поверочного расхода в точке от требуемого (задаваемого) значения  $\pm 2,5$  %.

5.3.1.6 В случае невыполнения условия 5.3.1.5 повторно проводят операции по 5.3.1.2 или 5.3.1.3.

5.3.2 Выполнение измерений с применением ТПР

5.3.2.1 В каждой  $j$ -й точке расхода определяют коэффициент преобразования ТПР ( $K_j^{ТПР}$ , имп/м<sup>3</sup>), для чего выполняют операции по 5.3.2.2 ÷ 5.3.2.7.

5.3.2.2 В каждой  $j$ -й точке расхода проводят не менее пяти серии проходов поршня компакт-прувера ( $n_{исерj} \geq 5$ ). Для каждой  $i$ -й серии в  $j$ -й точке устанавливают не менее пяти и не более двадцати проходов поршня ( $5 \leq l_{исерj} \leq 20$ ).

Количество проходов  $l_{исерj}$  выбирают, учитывая возможное изменение свойств измеряемой среды при поверке (плотности, вязкости, температуры и т. д.)

5.3.2.3 Для каждой  $i$ -й серии проходов поршня в  $j$ -й точке расхода регистрируют (отсчитывают) и записывают в протокол поверки (приложение 1) средние арифметические значения за количество проходов поршня, равное  $l_{исерj}$ :

- количества импульсов, генерируемых ТПР ( $\bar{N}_{ij}^{\text{ТПР}}$ , имп);
- температуры измеряемой среды в компакт-прувере ( $\bar{t}_{ij}^{\text{КП}}$ , °С);
- давления измеряемой среды в компакт-прувере ( $\bar{P}_{ij}^{\text{КП}}$ , МПа);
- плотности измеряемой среды, измеренной поточным ПП, участвующим в поверке, ( $\bar{\rho}_{ij}^{\text{ПП}}$ , кг/м<sup>3</sup>);

- массового расхода ( $\bar{Q}_{ij}$ , т/ч). Для усреднения используют значения расхода, измеренные по 5.3.1.2 (5.3.1.3) для каждого прохода поршня в серии;

- температуры и давления измеряемой среды в ТПР ( $\bar{t}_{ij}^{\text{ТПР}}$ , °С и  $\bar{P}_{ij}^{\text{ТПР}}$ , МПа соответственно) - только в случае, если при поверке используют ТПР, не входящий в состав компакт-прувера и смонтированный отдельно.

5.3.2.4 Для каждой  $i$ -й серии проходов поршня в  $j$ -й точке расхода определяют коэффициент преобразования ТПР ( $K_{ij}^{\text{ТПР}}$ , имп/м<sup>3</sup>) по формуле

$$K_{ij}^{\text{ТПР}} = \frac{\bar{N}_{ij}^{\text{ТПР}}}{V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}}}, \quad (6)$$

5.3.2.5 Значение вместимости калиброванного участка  $V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}}$  определяют:

а) по формуле (4), если применяют компакт-прувер моделей СР, СР-М, ВСР-М и ТПР, входящий в состав компакт-прувера. В этом случае в формуле (4) принимают:  $t_{ij}^{\text{КП}} = \bar{t}_{ij}^{\text{КП}}$  и  $P_{ij}^{\text{КП}} = \bar{P}_{ij}^{\text{КП}}$ ;

б) по формуле (7), если применяют компакт-прувер всех моделей и ТПР, не входящий в состав компакт-прувера.

$$V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}} = V_0^{\text{КП}} \cdot \left[ 1 + 2\alpha_t^{\text{шпл}} \cdot (\bar{t}_{ij}^{\text{КП}} - 20) + \alpha_t^{\text{ст}} \cdot (t_{ij}^{\text{ст}} - 20) \right] \cdot \left( 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot \bar{P}_{ij}^{\text{КП}} \right) \times \\ \times \left[ 1 + \beta_{\text{ж}ij} \cdot (\bar{t}_{ij}^{\text{ТПР}} - \bar{t}_{ij}^{\text{КП}}) \right] \cdot \left[ 1 - \gamma_{\text{ж}ij} \cdot (\bar{P}_{ij}^{\text{ТПР}} - \bar{P}_{ij}^{\text{КП}}) \right], \quad (7)$$

где  $\beta_{\text{ж}ij}$  и  $\gamma_{\text{ж}ij}$  - коэффициенты объемного расширения (°С<sup>-1</sup>) и сжимаемости измеряемой среды (МПа<sup>-1</sup>) соответственно при  $i$ -й серии проходов поршня в  $j$ -й точке расхода, значения которых определяют в соответствии с Р 50.2.076-2010 «Рекомендация. ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программа и таблицы приведения».

5.3.2.6 Оценивают повторяемость коэффициентов преобразования ТПР, определенных в  $j$ -й точке расхода согласно 5.3.2.4, ( $\Pi_j$ , %), по формуле

$$\Pi_j = \frac{K_{j \text{ max}}^{\text{ТПР}} - K_{j \text{ min}}^{\text{ТПР}}}{K_{j \text{ min}}^{\text{ТПР}}} \cdot 100 \leq 0,03\%, \quad (8)$$

где  $K_{j \text{ max}}^{\text{ТПР}}$  и  $K_{j \text{ min}}^{\text{ТПР}}$  - максимальное и минимальное значения коэффициентов преобразования ТПР соответственно из ряда значений, определенных по 5.3.2.4 [формула (6)] в  $j$ -й точке расхода, имп/м<sup>3</sup>.

При выполнении условия (8) проводят дальнейшие (следующие ниже) операции.

При невыполнении условия (8) выявляют и устраняют причины невыполнения условия (8) и повторно проводят операции по 5.3.2.

5.3.2.7 Определяют коэффициент преобразования ТПР в  $j$ -й точке расхода ( $K_j^{\text{ТПР}}$ , имп/м<sup>3</sup>) по формуле

$$K_j^{\text{ТПР}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_i \text{ сер } j} K_{ij}^{\text{ТПР}}}{n_i \text{ сер } j}, \quad (9)$$

5.3.2.8 В память ИВК (или АРМ оператора) вводят значение коэффициента преобразования ТПР ( $K_j^{\text{ТПР}}$  имп/м<sup>3</sup>), определенное по 5.3.2.7. Если ИВК не регистрирует доли

импульсов, то количество импульсов  $N_{ij}^{\text{ТПР}}$  (имп.), генерируемых ТПР, при определении его коэффициента преобразования должно составлять не менее 10000 имп. ( $N_{ij}^{\text{ТПР}} \geq 10000$ ).

Проводят операции для определения МХ поверяемого СРМ в  $j$ -й точке по 5.3.2.9 и 5.3.2.10 (при этом поршень компакт-прувера находится в «покое»). Для чего запускают программу в ИВК или (и) АРМ оператора «поверка СРМ по ТПР».

5.3.2.9 В каждой  $j$ -й точке диапазона расхода проводят не менее пяти последовательных измерений ( $n_j^{\text{мас}} \geq 5$ ).

5.3.2.10 После каждого  $i$ -го отсчета в  $j$ -й точке регистрируют и записывают в протокол поверки (приложение 1) значения:

- объема измеряемой среды, измеренного ТПР ( $V_{ij}^{\text{ТПР}}$ , м<sup>3</sup>), с использованием алгоритма:  $V_{ij}^{\text{ТПР}} = \frac{N_{ij}^{\text{ТПР}}}{K_j^{\text{ТПР}}}$ ;

- количества импульсов, выданных поверяемым СРМ, ( $N_{ij}^{\text{мас}}$ , т);

- плотности измеряемой среды, измеренной ПП, участвующим в поверке, ( $\rho_{ij}^{\text{ПП}}$ , кг/м<sup>3</sup>);

- температуры и давления измеряемой среды в ТПР ( $t_{ij}^{\text{ТПР}}$ , °С и  $P_{ij}^{\text{ТПР}}$ , МПа соответственно);

- температуры и давления измеряемой среды в ПП ( $t_{ij}^{\text{ПП}}$ , °С и  $P_{ij}^{\text{ПП}}$ , МПа соответственно).

*Примечание № 12 - если при поверке используют поточный ПП и ТПР, установленные на компакт-прувере, то температуру и давление измеряемой среды в ПП принимает равной температуре и давлению в компакт-прувере.*

5.3.2.11 После выполнения отсчетов по 5.3.2.10 (в каждой  $j$ -й точке) проводят повторное определение коэффициента преобразования ТПР ( $K_j^{\text{комп}}$ ) по 5.3.2.2 ÷ 5.3.2.5 и 5.3.2.7. Оценивают отклонение (относительное)  $K_j^{\text{комп}}$  от  $K_j^{\text{ТПР}}$  ( $\delta_j^K$ , %) по формуле

$$\delta_j^K = \frac{K_j^{\text{комп}} - K_j^{\text{ТПР}}}{K_j^{\text{ТПР}}} \cdot 100 \leq 0,02\%, \quad (10)$$

При соблюдении условия (10) проводят обработку результатов измерений по разделу 6: определяют градуировочную характеристику (ГХ), определяют и оценивают МХ поверяемого СРМ.

*Примечание № 13 - при применении контроллера OMNI, входящего в состав компакт-прувера, допускается операции по 5.3.2 проводить по алгоритмам, установленным в контроллере OMNI.*

### 5.3.3 Выполнение измерений без применения ТПР

5.3.3.1 При значении поверочного расхода ( $Q_j$ ):  $Q_j \leq 0,15 Q_{\text{верх}}^{\text{ТПР}}$  ( $Q_{\text{верх}}^{\text{ТПР}}$  - верхний предел измерений ТПР) и в случаях по примечанию № 3 измерения для определения МХ поверяемого СРМ проводят непосредственно по компакт-пруверу (без применения ТПР) по 5.3.3.2 и 5.3.3.3.

5.3.3.2 Проводят серию измерений по 5.3.2.2.

5.3.3.3 Для каждой  $i$ -й серии проходов поршня в  $j$ -й точке расхода регистрируют (отсчитывают) и записывают в протокол поверки (приложение 1) средние арифметические значения за количество проходов поршня, равное  $l_{\text{сер}}j$ :

- количества импульсов, генерируемых поверяемым СРМ ( $\bar{N}_{ij}^{\text{мас}}$ , имп.);

- температуры и давления измеряемой среды в компакт-прувере ( $\bar{t}_{ij}^{\text{КП}}$ , °С и  $\bar{P}_{ij}^{\text{КП}}$ , МПа);

- температуры и давления измеряемой среды в ПП ( $\bar{t}_{ij}^{\text{ПП}}$ , °С и  $\bar{P}_{ij}^{\text{ПП}}$ , МПа соответственно) - только в случае применения ПП, установленного в БИК;

- плотности измеряемой среды, измеренной ПП, участвующим в поверке СРМ, ( $\bar{\rho}_{ij}^{\text{ПП}}$ , кг/м<sup>3</sup>);

- массового расхода ( $\bar{Q}_{ij}$ , т/ч).



Далее проводят обработку результатов измерений по разделу 6.

*Примечание № 14 - операции и вычисления по 5.3.2 и 5.3.3 проводят, используя установленные в ИВК аттестованные алгоритмы.*

## 6 Обработка результатов измерений

### 6.1 Определение параметров ГХ СРМ

При определении параметров ГХ СРМ ИВК проводят операции по 6.1.1.

6.1.1 Для каждого  $i$ -го измерения в  $j$ -й точке расхода вычисляют значение массы измеряемой среды ( $M_{ij}^{ps}$ , т) по 6.1.1.1 или 6.1.1.2, используя результаты измерений рабочих эталонов (ТПР или компакт-прувер и ПП).

*Примечание № 15 - в пункте 6.1.1 и далее за  $i$ -ое измерение принимают:  $i$ -ую серию проходов поршня, если определение МХ СРМ проводилось непосредственно по компакт-пруверу, или  $i$ -ое измерение, если измерения проводились с применением ТПР.*

6.1.1.1 Для измерений с применением ТПР (см. 5.3.2) в зависимости от применяемого в поверке поточного ПП и ТПР значение  $M_{ij}^{ps}$  определяют:

а) по формуле (11а), если применяют ПП, установленный в БИК в составе СИКН и ТПР

$$M_{ij}^{ps} = V_{ij}^{ТПР} \cdot \rho_{пр ij}^{ПП} \cdot 10^{-3} = N_{ij}^{ТПР} / K_j^{ТПР} \cdot \rho_{пр ij}^{ПП} \cdot 10^{-3}, \quad (11a)$$

б) по формуле (11б), если применяют ПП и ТПР, входящие в состав компакт-прувера (установленные на компакт-прувере),

$$M_{ij}^{ps} = V_{ij}^{ТПР} \cdot \rho_{ij}^{ПП} \cdot 10^{-3} = N_{ij}^{ТПР} / K_j^{ТПР} \cdot \rho_{ij}^{ПП} \cdot 10^{-3}, \quad (11b)$$

где  $V_{ij}^{ТПР}$  - объем измеряемой среды по 5.3.2.10, м<sup>3</sup>;

$\rho_{пр ij}^{ПП}$  - плотность измеряемой среды, измеренная ПП и приведенная к рабочим условиям в ТПР (компакт-прувере) при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, кг/м<sup>3</sup>.  
Определяют по формуле (13а), если ТПР в составе СИКН и по формуле (13б), если ТПР в составе компакт-прувера;

$\rho_{ij}^{ПП}$  - плотность измеряемой среды, измеренная поточным ПП, установленным на компакт-прувере, при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, кг/м<sup>3</sup>.

6.1.1.2 Для измерений без применения ТПР (см. 5.3.3) и в зависимости от применяемого в поверке поточного ПП значение  $M_{ij}^{ps}$  определяют:

а) по формуле (12а), если применяют поточный ПП, установленный в БИК,

$$M_{ij}^{ps} = V_{пр ij}^{КП} \cdot \rho_{пр ij}^{ПП} \cdot 10^{-3}, \quad (12a)$$

где  $V_{пр ij}^{КП}$  - вместимость калиброванного участка компакт-прувера, определяемая по 5.3.1.4, м<sup>3</sup>, при этом в формуле (4) принимают:  $t_{ij}^{КП} = \bar{t}_{ij}^{КП}$  и  $P_{ij}^{КП} = \bar{P}_{ij}^{КП}$ ;

$\rho_{пр ij}^{ПП}$  - значение плотности, определяемое по формуле (13б), кг/м<sup>3</sup>;

б) по формуле (12б), если применяют ПП, установленный на компакт-прувере,

$$M_{ij}^{ps} = V_{пр ij}^{КП} \cdot \rho_{ij}^{ПП} \cdot 10^{-3}. \quad (12b)$$

6.1.1.3 Значение  $\rho_{пр ij}^{ПП}$  определяют по одной из формул [(13а) или (13б)]

$$\rho_{пр ij}^{ПП} = \rho_{ij}^{БИК} \cdot [1 + \beta_{ж ij} \cdot (t_{ij}^{ПП} - t_{ij}^{ТПР})] \cdot [1 + \gamma_{ж ij} \cdot (P_{ij}^{ТПР} - P_{ij}^{ПП})], \quad (13a)$$

$$\rho_{пр ij}^{ПП} = \rho_{ij}^{БИК} \cdot [1 + \beta_{ж ij} \cdot (t_{ij}^{ПП} - t_{ij}^{КП})] \cdot [1 + \gamma_{ж ij} \cdot (P_{ij}^{КП} - P_{ij}^{ПП})], \quad (13b)$$

где  $\rho_{ij}^{БИК}$  - плотность измеряемой среды, измеренная ПП, установленным в БИК, при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, кг/м<sup>3</sup>;

$\beta_{ж ij}$  - коэффициент объемного расширения измеряемой среды (°С<sup>-1</sup>), значение которого определяют в соответствии с Р 50.2.076;

$\gamma_{ж ij}$  - коэффициент сжимаемости измеряемой среды (МПа<sup>-1</sup>), значение которого определяют в соответствии с Р 50.2.076.

*Примечания № 16. 1 В формуле (13а) для случая 6.1.1.2 принимают:  $t_{ij}^{ПП} = \bar{t}_{ij}^{ПП}$ ,  $t_{ij}^{КП} = \bar{t}_{ij}^{КП}$ ,  $P_{ij}^{ПП} = \bar{P}_{ij}^{ПП}$  и  $P_{ij}^{КП} = \bar{P}_{ij}^{КП}$ .*

2 В формуле (136) для случая 6.1.1.2 принимают:  $t_{ij}^{\text{ПП}} = \bar{t}_{ij}^{\text{ПП}}$ ,  $t_{ij}^{\text{КП}} = \bar{t}_{ij}^{\text{КП}}$ ,  $P_{ij}^{\text{ПП}} = \bar{P}_{ij}^{\text{ПП}}$  и  $P_{ij}^{\text{КП}} = \bar{P}_{ij}^{\text{КП}}$ .

6.1.2 Обработка результатов измерений с ГХ СРМ реализованной в ИВК.

6.1.2.1 Для каждого  $i$ -го измерения в  $j$ -й точке расхода определяют значение массы измеряемой среды, измеренной поверяемым СРМ ( $M_{ij}^{\text{мас}}$ , т), по формуле

$$M_{ij}^{\text{мас}} = \frac{N_{ij}^{\text{мас}}}{KF_{\text{конф}}}, \quad (14)$$

6.1.2.2 Определяют коэффициент коррекции измерений массы (далее - коэффициент коррекции) при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода ( $MF_{ij}$ ) по формуле

$$MF_{ij} = \frac{M_{ij}^{\text{рз}}}{M_{ij}^{\text{мас}}}, \quad (15)$$

где  $M_{ij}^{\text{рз}}$  - масса измеряемой среды, вычисленная по результатам измерений ТПР (или компакт-прувера) и ПП при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, т.

Примечание № 17 - при поверке СРМ (перед вводом его в эксплуатацию и т.д.) принимают:  $MF_{\text{диап}}^{\text{уст}} = 1$ .

6.1.2.3 Определяют среднее арифметическое значение коэффициента коррекции в  $j$ -й точке расхода ( $\overline{MF}_j$ ) по формуле

$$\overline{MF}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MF_{ij}}{n_j}, \quad (16)$$

где  $n_j$  - количество измерений в  $j$ -й точке расхода.

6.1.2.4 Оценивают среднее квадратическое отклонение (далее - СКО) результатов определений средних арифметических значений коэффициента коррекции для точек расхода в каждом  $k$ -м поддиапазоне расхода ( $S_k^{MF}$ , %), (ГХ в виде кусочно-линейной аппроксимации), по формуле

$$S_k^{MF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=k}^{k+1} \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{MF_{ij} - \overline{MF}_j}{\overline{MF}_j} \right)^2}{(n_j + n_{j+1} - 1)_k}} \cdot 100 \quad (17)$$

где  $n$  - количество измерений в  $k$ -м поддиапазоне расхода.

6.1.2.5 Проверяют выполнение условия

$$S_k^{MF} \leq 0,03 \% \quad (18)$$

6.1.2.6 При невыполнении условия (18) выявляют наличие промахов в полученных результатах вычислений, согласно приложению 3. Выявленный промах исключают и проводят дополнительное измерение. При отсутствии промахов выясняют и устраняют причины, обуславливающие невыполнение условия (18) и повторно проводят операции по 5.3.

При выполнении условия (18) проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

6.1.3 Условие определения погрешностей СРМ

6.1.3.1 Случайную и систематическую составляющие погрешности и относительную погрешность СРМ определяют по п. 6.2.

6.1.3.2 Составляющие погрешности и относительную погрешность СРМ, используемого как в качестве контрольного, так и в качестве рабочего, определяют при доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

6.2 Определение погрешности СРМ

6.2.1 Определение погрешности СРМ при реализации ГХ в ИВК в виде кусочно-линейной аппроксимации

При реализации ГХ виде кусочно-линейной аппроксимации определяют для каждого  $k$ -го поддиапазона расхода случайную, систематическую составляющие погрешности, и относительную погрешность.

### 6.2.2 Определение случайной составляющей погрешности

Случайную составляющую погрешности СРМ ( $\varepsilon_k$ , %) в  $k$ -м поддиапазоне расхода определяют по формуле

$$\varepsilon_k = t_{(P,n)} \cdot S_k^{MF}, \quad (19)$$

где  $t_{(P,n)}$  - квантиль распределения Стьюдента (коэффициент, зависящий от доверительной вероятности  $P$  и количества измерений  $n$  ( $n = \sum n_j$ ), значение которого определяют из таблицы 1 приложения 4), при определении  $t_{(P,n)}$  принимают:  $n = (n_j + n_{j+1})k$ .

$S_k^{MF}$  - значение СКО, определенное по формуле (17), %.

### 6.2.3 Определение систематической составляющей погрешности СРМ

6.2.3.1 Систематическую составляющую погрешности СРМ ( $\theta_{\Sigma k}$ , %) определяют по формуле

$$\theta_{\Sigma k} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{кп})^2 + (\delta_{пп})^2 + (\theta_i)^2 + (\delta_k^{ИВК})^2 + (\theta_k^{MF})^2 + (\delta_{0k}^{mac})^2}, \quad (20)$$

где  $\delta_{кп}$  - пределы относительной погрешности компакт-прувера согласно описанию типа (или из свидетельства о поверке), %;

$\delta_{пп}$  - пределы допускаемой относительной погрешности ПП, применяемого при поверке СРМ, % (из свидетельства о поверке);

$\theta_i$  - дополнительная составляющая систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры измеряемой среды в компакт-прувере и ПП, % (определяют по 6.2.3.2, формула 21);

$\delta_k^{ИВК}$  - пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при вычислении коэффициента коррекции СРМ, % (из описания типа ИВК или свидетельства о поверке);

$\theta_k^{MF}$  - составляющая систематической погрешности СРМ, обусловленная аппроксимацией ГХ СРМ в  $k$ -м поддиапазоне расхода, % (определяемая по 6.2.3.3 формула 22), %;

$\delta_{0k}^{mac}$  - относительная погрешность стабильности нуля в  $k$ -м поддиапазоне, определяемая по 6.2.3.4 (формула 23), %.

6.2.3.2 Значение дополнительной составляющей систематической погрешности ( $\theta_i$ ) вычисляют по формуле

$$\theta_i = \beta_{ж \max} \cdot \sqrt{(\Delta t_{кп})^2 + (\Delta t_{пп})^2} \cdot 100, \quad (21)$$

где  $\beta_{ж \max}$  - максимальное из ряда значений  $\beta_{жij}$ , определенных по приложению 2 при измерениях, проводимых для определения МХ СРМ, °C<sup>-1</sup>;

$\Delta t_{кп}$  и  $\Delta t_{пп}$  - пределы допускаемых абсолютных погрешностей датчиков температуры (или термометров), используемых в процессе поверки для измерений температуры измеряемой среды в компакт-прувере и ПП, соответственно, °C (из действующих свидетельств о поверке).

*Примечание № 18 - при использовании ПП, установленного на компакт-прувере, в формуле 21:  $\Delta t_{пп} = 0$ . В этом случае формула 21 принимает вид:*

$$\theta_i = \beta_{ж \max} \cdot \Delta t_{кп} \cdot 100, \quad (21a)$$

6.2.3.3 Составляющую систематической погрешности, обусловленную аппроксимацией ГХ СРМ в  $k$ -м поддиапазоне расхода ( $\theta_k^{MF}$ , %), определяют по формуле

$$\theta_k^{MF} = \frac{1}{2} \cdot \left| \frac{\overline{MF}_j - \overline{MF}_{j+1}}{\overline{MF}_j + \overline{MF}_{j+1}} \right|_{(k)} \cdot 100, \quad (22)$$

где  $\overline{MF}_{j+1}$  - следующее (крайнее) среднее арифметическое значение коэффициента коррекции измерений массы в  $j$ -й точке расхода.

6.2.3.4 Относительную погрешность ( $\delta_{0k}^{\text{mac}}$ ) стабильности нуля в  $k$ -м поддиапазоне определяют по формуле

$$\delta_{0k}^{\text{mac}} = \frac{2 \cdot ZS}{Q_{k \text{ min}} + Q_{k \text{ max}}} \cdot 100, \quad (23)$$

где  $Q_{k \text{ min}}$  и  $Q_{k \text{ max}}$  - минимальное и максимальное значения расхода в  $k$ -м поддиапазоне (в начале и в конце  $k$ -го поддиапазона) соответственно, т/ч;

$ZS$  - значение стабильности нуля СРМ (из описания типа), т/ч.

*Примечания № 19. 1 При поверке СРМ на месте эксплуатации дополнительной систематической погрешностью СРМ, вызванной изменением давления измеряемой среды при эксплуатации от значения, имеющего место при поверке, пренебрегают.*

*2 Относительную погрешность стабильности нуля ( $\delta_{0k}^{\text{mac}}$ ) определяют только для тех СРМ, для которых  $\delta_{0k}^{\text{mac}}$  является составляющей относительной погрешности СРМ (согласно описанию типа, при применении преобразователя 2700 принимается  $\delta_{0k}^{\text{mac}} = 0$ ).*

#### 6.2.4 Определение относительной погрешности СРМ

Относительную погрешность СРМ ( $\delta_k$ , %) определяют по формуле

$$\delta_k = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\theta_{\Sigma k} + \varepsilon_k), & \text{если } 0,8 \leq \theta_{\Sigma k} / S_k^{MF} \leq 8 \\ \theta_{\Sigma k}, & \text{если } \theta_{\Sigma k} / S_k^{MF} > 8 \end{cases} \quad (24)$$

где  $Z_{(P)}$  - коэффициент, зависящий от доверительной вероятности  $P$  и величины соотношения  $\theta_{\Sigma k} / S_k^{MF}$ , значение которого берут из таблицы 2 приложения 4.

#### 6.3 Оценивание относительной погрешности СРМ

6.3.1 Оценивают значения относительных погрешностей, определенных по п. 6.2.4 для чего проверяют выполнение условий:

- для резервно-контрольного СРМ, используемого в качестве контрольного,

$$|\delta_k| \leq 0,20 \%; \quad (25)$$

- для СРМ, используемого в качестве рабочего,

$$|\delta_k| \leq 0,25 \%. \quad (26)$$

6.3.2 Если для резервно-контрольного СРМ, эксплуатируемого в качестве контрольного, не выполняется условие (25) и для СРМ, эксплуатируемого в режиме рабочего, не выполняется условие (26) - выясняют причины, устраняют их и проводят повторные операции согласно разделам 5 и 6.

6.3.3 При невыполнении одного из условий по 6.3.1 рекомендуется:

- увеличить количество измерений в точках диапазона расхода;

- увеличить количество точек разбиения рабочего диапазона расхода (уменьшить поддиапазоны расхода).

6.4 Условия допуска СРМ к дальнейшему применению

6.4.1 СРМ допускают к дальнейшему применению в качестве:

- резервно-контрольного (контрольного) и рабочего одновременно или только резервно-контрольного (контрольного) при выполнении условия (25);

- рабочего (и только) при выполнении условия (26).

6.4.2 Проводят реализацию ГХ только в ИВК. В ПЭП СРМ коэффициент коррекции должен быть равен 1.

### 7 Оформление результатов поверки

7.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с порядком проведения поверки СИ.

7.2 Результаты поверки оформляют протоколом в двух экземплярах согласно приложению 1. Один экземпляр протокола, подписанного поверителем прилагают к свидетельству о поверке как обязательное приложение.

7.3 На лицевой стороне свидетельства записывают, что СРМ модели (типа) \_\_\_\_\_ признан годным и допущен к применению в качестве:

- резервно-контрольного (контрольного) и рабочего с пределами допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,20 \%$ , если выполняется условие (25);
- рабочего с пределами допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,25 \%$ , если выполняется условие (26) и не выполняются условия (25).

7.4 На оборотной стороне свидетельства записывают:

- рабочий диапазон, в котором поверен СРМ: ( \_\_\_\_\_ ÷ \_\_\_\_\_ ) т/ч;

- ГХ СРМ реализована в ИВК в виде кусочно-линейной аппроксимации значений  $\overline{MF}_j$ , с точками разбиения рабочего диапазона на поддиапазоны согласно нижеследующей таблице.

Номер точки разбиения диапазона	Значение расхода или частоты ( $Q_j$ , т/ч или $f_j$ , Гц)	Значение коэффициента коррекции массы в точках разбиения ( $\overline{MF}_j$ )
1	$Q_1 (f_1) =$	$\overline{MF}_1 =$
...	...	...
$m$	$Q_m (f_m) =$	$\overline{MF}_m =$

7.5 Проводят установку пломб на СРМ и наносят знак поверки на пломбы в соответствии с требованиями описания типа на СИКН. Пломбирование должно исключить возможность несанкционированного доступа в ИВК для изменения значений  $\overline{MF}_j$ , определенных при поверке и введенных в память ИВК.

7.6 При отрицательных результатах поверки СРМ к дальнейшему применению не допускают. Свидетельство о поверке аннулируют, знаки поверки гасят и оформляют извещение о непригодности СРМ к дальнейшему применению в соответствии с порядком проведения поверки СИ с указанием причин(ы) непригодности.

## 8 Точность представления результатов измерений и вычислений

8.1 Значение расхода ( $Q_{ij}$ , т/ч) округляют и записывают в протокол поверки с четырьмя значащими цифрами.

8.2 Количество импульсов ( $N_{ij}^{комп}$ ,  $N_{ij}^{мас}$ , имп) измеряют и их значения записывают в протокол поверки с двумя знаками после запятой (т.е. с долями периодов), если  $N_{ij}^{комп} \leq 10000$  или  $N_{ij}^{мас} \leq 10\ 000$ . При  $N_{ij}^{комп} > 10\ 000$  или  $N_{ij}^{мас} > 10\ 000$  допускается количество импульсов измерять и его значение записывать в протокол без долей периодов.

8.3 Значения давления ( $\overline{P}_{ij}^{кп}$ ,  $P_{ij}^{пп}$ ,  $P_{ij}^{тпп}$  МПа), температуры ( $\overline{t}_{ij}^{кп}$ ,  $t_{ij}^{пп}$ ,  $t_{ij}^{тпп}$ , °С) измеряемой среды записывают в протокол поверки после округления до двух знаков после запятой.

8.4 Значения вместимости калиброванного участка компак-прувера ( $V_{пр\ ij}^{кп}$ , м<sup>3</sup>) в протокол поверки записывают после округления до шести значащих цифр.

8.5 Значения плотности измеряемой среды ( $\rho_{ij}^{пп}$ ,  $\rho_{пр\ ij}^{пп}$ ,  $\overline{\rho}_{ij}^{пп}$ , кг/м<sup>3</sup>) в протокол поверки записывают после округления до пяти значащих цифр.

8.6 Значения массы ( $M_{ij}^{пр}$ ,  $M_{ij}^{мас}$ , т) и объема ( $V_{ij}^{комп}$ , м<sup>3</sup>) измеряемой среды в протокол поверки записывают после округления до шести значащих цифр.

8.7 Значения коэффициентов коррекции измерений массы ( $MF_{ij}$ ,  $\overline{MF}_j$ ) в протокол поверки записывают и в память ИВК вводят значение  $\overline{MF}_j$  после округления до пяти значащих цифр.

8.8 Значения коэффициента преобразования СРМ ( $KF_{конф}$ , имп/т) и ТПР ( $K_{ij}^{тпп}$ ,  $K_j^{тпп}$ ,  $K_j^{комп}$ , имп/м<sup>3</sup>) округляют, исходя от количества знаков, вводимых в память ИВК.

8.9 Значения СКО ( $S_k^{MF}$ , %) и погрешностей ( $\epsilon_k$ ,  $\theta_{\Sigma k}$ ,  $\theta_t$ ,  $\theta_k^{MF}$ ,  $\delta_k$ , %) записывают в протокол поверки после округления их до трех знаков после запятой.

**Приложение 1**  
**(рекомендуемое)**  
**ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № \_\_\_\_\_**  
**счетчика-расходомера массового (массомера)**

Место проведения поверки: \_\_\_\_\_

наименование объекта (ПСП)

наименование владельца объекта (ПСП)

Поверяемый массомер: \_\_\_\_\_, DN \_\_\_\_\_ мм, зав. № \_\_\_\_\_; ПЭП \_\_\_\_\_ зав. № \_\_\_\_\_

модель

модель

установлен на СИКН \_\_\_\_\_, ИЛ № \_\_\_\_\_ Рабочая жидкость \_\_\_\_\_

Средства поверки: компакт-прувер типа \_\_\_\_\_, разряд \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_, дата поверки \_\_\_\_\_  
ТПР типа \_\_\_\_\_, диапазон измерений \_\_\_\_\_ м<sup>3</sup>/ч, зав. № \_\_\_\_\_  
поточный ПП типа \_\_\_\_\_, зав. № \_\_\_\_\_, дата поверки \_\_\_\_\_

Таблица 1 - Исходные данные

Компакт-прувера						Поточного ПП			ИВК		Массомера
$V_{o\ upstr}^{КП}$ , м <sup>3</sup>	$V_{o\ downstr}^{КП}$ , м <sup>3</sup>	$\delta_{КП}$ , %	D, мм	S, мм	E, МПа	$\Delta t_{КП}$ , °С	$\delta_{ПП}$ , %	$\Delta t_{ПП}$ , °С	$\delta_{К}^{ИВК}$ , %	KF <sub>конф.</sub> , имп/т	ZS, т/ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Таблица 2 - Результаты единичных измерений и вычислений с применением ТПР

Часть I - Определение коэффициента преобразования ТПР

№ точки / № серии (j/i)	$Q_{ij}$ , т/ч	Результаты измерений						Результаты вычислений					
		$\bar{N}_{ij}^{ТПР}$ , имп	$\bar{t}_{ij}^{ТПР}$ , °С	$\bar{P}_{ij}^{ТПР}$ , МПа	$\bar{t}_{ij}^{КП}$ , °С	$\bar{P}_{ij}^{КП}$ , МПа	$t_{ij}^{ст}$ , °С	$V_{пр\ ij}^{КП}$ , м <sup>3</sup>	$K_{ij}^{ТПР}$ , имп/м <sup>3</sup>	$\Pi_{ij}$ , %	$K_j^{ТПР}$ , имп/м <sup>3</sup>	$K_j^{комп}$ , имп/м <sup>3</sup>	$\delta_j^K$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1/1 сер.													
1/2 сер.													
...													
1/n сер.													
...													
m/1 сер.													
...													
m/n сер.													

Продолжение таблицы 2

Часть II – Определение МХ массомера

№ точки/ № серии (j/i)	$Q_{ij}$ , т/ч	Задания ТПР		Результаты измерений							Результаты вычислений			
		$K_j^{ТПР}$ , имп/м <sup>3</sup>	$N_{зад\ ij}^{ТПР}$ , имп	$V_{ij}^{ТПР}$ , м <sup>3</sup>	$t_{ij}^{ТПР}$ , °С	$P_{ij}^{ТПР}$ , МПа	$N_{ij}^{мас}$ , имп	$\rho_{ij}^{ПП}$ , кг/м <sup>3</sup>	$t_{ij}^{ПП}$ , °С	$P_{ij}^{ПП}$ , МПа	$\rho_{пр\ ij}^{ПП}$ , кг/м <sup>3</sup>	$M_{ij}^{рз}$ , т	$M_{ij}^{мас}$ , т	$MF_{ij}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1/1 сер.														
1/2 сер.														
...														
1/n сер.														
...														
m/1 сер.														
...														
m/n сер.														

Таблица 2 – Результаты единичных измерений и вычислений без применения ТПР

№ точки/ № серии (j/i)	$Q_{ij}$ , т/ч	Результаты измерений						Результаты вычислений				
		$\bar{N}_{ij}^{мас}$ , имп	$\bar{t}_{ij}^{КП}$ , °С	$\bar{P}_{ij}^{КП}$ , МПа	$\bar{\rho}_{ij}^{ПП}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\bar{t}_{ij}^{ПП}$ , °С	$\bar{P}_{ij}^{ПП}$ , МПа	$V_{пр\ ij}^{КП}$ , м <sup>3</sup>	$\rho_{пр\ ij}^{ПП}$ , кг/м <sup>3</sup>	$M_{ij}^{рз}$ , т	$M_{ij}^{мас}$ , т	$MF_{ij}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1/1 сер.												
1/2 сер.												
...												
1/n сер.												
...												
m/1 сер.												
...												
m/n сер.												

Таблица 3 - Значения коэффициентов, использованных при вычислениях

$\alpha_t^{ППЛ}$ , °С <sup>-1</sup>	$\alpha_{ткв}^{ППЛ}$ , °С <sup>-1</sup>	$\alpha_t^{СТ}$ , °С <sup>-1</sup>	$t_{(P,n)}$	$Z_{(P)}$
1	2	3	4	5

Таблица 4 - Результаты поверки

Точка расхода ( $j$ )	$\bar{Q}_j$ , т/ч	$\overline{MF}_j$	№ поддиапазона ( $k$ )	$Q_k \min$ , т/ч	$Q_k \max$ , т/ч	$S_k^{MF}$ , %	$\delta_{0k}^{mac}$ , %	$\Theta_k^{MF}$ , %	$\varepsilon_k$ , %	$\theta_{\Sigma k}$ , %	$\delta_k$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1			1								
2											
...			$m-1$								
$m$											

Заключение: счетчик-расходомер массовый (массомер)

(массомер) к дальнейшей эксплуатации \_\_\_\_\_ в качестве \_\_\_\_\_  
годен или не годен рабочего и резервно-контрольного или рабочего

Выдано свидетельство о поверке от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_ (заполняют только при положительных результатах поверки)

Повелитель \_\_\_\_\_  
наименование поверяющей организации подпись инициалы, фамилия

Дата поверки « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ года

### Некоторые пояснения к оформлению протокола поверки

1 При формировании (оформлении) протокола поверки выбирают форму таблицы 2 в зависимости от того, что применяют для определения МХ СРМ: компакт-прувер и ТПР или только компакт-прувер (т. е. ТПР не применяют).

2 При использовании в качестве ИВК контроллера-вычислителя OMNI, которым комплектуются компакт-пруверы СР, СР-М, ВСР и ВСР-М, и при определении МХ СРМ с использованием ТПР допускается часть I таблицы 2 протокола не формировать (не оформлять).

В этом случае к протоколу поверки прикладывают распечатку протокола определения коэффициентов преобразования ТПР в точках расхода, формируемого в контроллере-вычислителе OMNI.

3 При поверке СРМ по ТПР операции (измерения) с целью определения коэффициента преобразования ТПР в последующей точке расхода начинают только после завершения измерений и вычислений по определению МХ СРМ в настоящей точке.



## Приложение 2 (справочное)

### Коэффициенты линейного расширения материала стенок ( $\alpha_t^{цпл}$ ), стержня ( $\alpha_t^{ст}$ ), значения модуля упругости ( $E$ ) материала стенок компакт-прувера

Коэффициент линейного расширения материала цилиндра ( $\alpha_t^{цпл}$ ), стержня ( $\alpha_t^{ст}$ ), значение модуля упругости материала стенок ( $E$ ) компакт-прувера определяют из таблицы 1.

Таблица 1 - Коэффициенты линейного расширения ( $\alpha_t^{цпл}$  и  $\alpha_t^{ст}$ ), значения модуля упругости ( $E$ ) материала стенок компакт-прувера

Материал стенок цилиндра или стержня компакт-прувера	$\alpha_t^{цпл}, \alpha_t^{ст}, ^\circ\text{C}^{-1}$	$E, \text{МПа}$
Сталь углеродистая	$11,2 \times 10^{-6}$	$2,068 \times 10^5$
Сталь легированная	$11,0 \times 10^{-6}$	$2,0 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 17-4	$10,8 \times 10^{-6}$	$1,965 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 304 литая	$15,95 \times 10^{-6}$	$1,931 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 304	$17,3 \times 10^{-6}$	$1,931 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 316	$17,3 \times 10^{-6}$	$1,931 \times 10^5$
Инвар (только для стержня компакт-прувера моделей СР, СР-М и ВСР-М)	$1,44 \times 10^{-6}$	-

#### Примечания

1 Если значения  $\alpha_t^{цпл}$ ,  $\alpha_t^{ст}$  и  $E$  приведены в паспорте или техническом описании на компакт-прувер (или в заводском сертификате калибровки компакт-прувера), то при расчетах используют значения, указанные в одном из перечисленных документов.

2 Если в паспорте или техническом описании на компакт-прувер (или в заводском сертификате калибровки компакт-прувера) приведен (указан) квадратичный коэффициент расширения стенок  $\alpha_{ткв}^{цпл}$ , то при расчетах по настоящей методике принимают:  $\alpha_t^{цпл} = 0,5 \cdot \alpha_{ткв}^{цпл}$  или  $2\alpha_t^{цпл} = \alpha_{ткв}^{цпл}$ .

**Приложение 3  
(обязательное)**

**Методика анализа результатов измерений на наличие промахов**

Проверка результатов измерений на один промах по критерию Граббса при определении метрологических характеристик СРМ

СКО результатов измерений в  $j$ -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода,  $S_{kj}$  определяют по формуле

$$S_{kj} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (MF_{ji} - MF_j)^2}{n_j - 1}} \text{ при определении } MF, \quad (1)$$

где  $MF_j$  – среднее значение коэффициента коррекции СРМ в  $j$ -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

$MF_{ji}$  – значение коэффициента коррекции СРМ для  $i$ -го измерения в  $j$ -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

$n_j$  – количество измерений в  $j$ -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

Примечания – При  $S_{kj} < 0,001$  принимают  $S_{kj} = 0,001$ .

Наиболее выделяющееся соотношение  $U$ :

$$U = \max \left( \left| \frac{MF_{ji} - MF_j}{S_{kj}} \right| \right) \text{ при определении } MF, \quad (2)$$

где  $MF_j$  – среднее значение коэффициента коррекции СРМ в  $j$ -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

$MF_{ji}$  – значение коэффициента коррекции СРМ для  $i$ -го измерения в  $j$ -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

$S_{kj}$  – СКО результатов измерений в  $j$ -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

Примечание – Если значение  $U$  больше или равно значению  $h$ , взятому из таблицы, то результат измерения должен быть исключен как промах.

Таблица 1 - Критические значения для критерия Граббса

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
h	1,155	1,481	1,715	1,887	2,020	2,126	2,215	2,290	2,355	2,412

**Приложение 4  
(справочное)**

**Определение значений квантиля распределения Стьюдента ( $t_{(P, n)}$ ) и коэффициента  $Z_{(P)}$**

1) Значение квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности  $P = 0,95$  в зависимости от количества измерений  $n$  определяют из таблицы 1

Таблица 1 - Значения квантиля распределения Стьюдента ( $t_{(P, n)}$ ) при  $P = 0,95$

$n-1$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$t_{(P, n)}$	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,203	2,179	2,162	2,145	2,132	2,120	2,110	2,101	2,093	2,086

2) Значение коэффициента  $Z_{(P)}$ ; при доверительной вероятности  $P = 0,95$  в зависимости от величины соотношения  $\theta_{\Sigma} / S$  определяют из таблицы 2.

При реализации ГХ СРМ в виде кусочно-линейной аппроксимации принимают:  
 $\theta_{\Sigma} / S = \theta_{\Sigma k} / S_k^{MF}$  - в ИВК устанавливают значения  $\overline{MF}$ , с точками разбиения рабочего диапазона на поддиапазоны.

Таблица 2 - Значения коэффициента  $Z_{(P)}$  при  $P = 0,95$

$\theta_{\Sigma} / S$	0,5	0,75	0,8	1	2	3	4	5	6	7	8
$Z_{(P)}$	0,81	0,77	0,76	0,74	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81

**Приложение 5**  
**(обязательное)**

**Сводный перечень условных обозначений и их определений**

Обозначение	Определение
$f_{вх\ max}$	максимальная входная частота ИВК (или контроллера-вычислителя, применяемого в качестве средства поверки), Гц
$f_{вых}^{max}$	максимальная выходная частота поверяемого СРМ, Гц
$Q_{max}$	максимальное значение диапазона расхода СРМ, установленного заводом-изготовителем, т/ч
$Q_{max}^{ТПР}$	верхний предел измерений ТПР, м <sup>3</sup> /ч
$Q_{min}, Q_{max}$	минимальное и максимальное значения расхода рабочего диапазона соответственно, т/ч
$Q_j$	значение поверочного расхода в $j$ -й точке, т/ч
$\bar{Q}_{ij}$	среднее арифметическое значение расхода за $i$ -ю серию проходов поршня в $j$ -й точке расхода, т/ч
$Q_{ij}$	значение расхода, измеренное при $i$ -м измерении в $j$ -й точке, т/ч
$Q_{k\ min}$ и $Q_{k\ max}$	минимальное и максимальное значения расхода в $k$ -м поддиапазоне (в начале и в конце $k$ -го поддиапазона) соответственно
$V_o^{КП}$	емкость калиброванного участка компакт-прувера согласно свидетельству о поверке, м <sup>3</sup>
$V_{пр\ ij}^{КП}$	емкость калиброванного участка компакт-прувера, приведенная к рабочим условиям (температуре и давлению измеряемой среды в компакт-прувере) при $i$ -м измерении (при $i$ -й серии проходов поршня) в $j$ -й точке расхода, м <sup>3</sup>
$V_{ij}^{ТПР}$	объем измеряемой среды, измеренный ТПР за $i$ -й отсчет в $j$ -й точке расхода (при определении МХ СРМ по ТПР), м <sup>3</sup>
$\alpha_i^{лин}$	коэффициент линейного расширения материала стенок компакт-прувера, °С <sup>-1</sup>
$\alpha_i^{ст}$	коэффициент линейного расширения материала стержня, на котором установлены оптические переключатели (детекторы), °С <sup>-1</sup>
$\alpha_i^{кв}$	квадратичный коэффициент расширения материала стенок, °С <sup>-1</sup>
$E$	модуль упругости материала стенок компакт-прувера, МПа
$D$ и $s$	внутренний диаметр и толщина стенок калиброванного участка компакт-прувера соответственно, мм
$T_{ij}$	время прохождения поршнем калиброванного участка компакт-прувера при $i$ -м проходе поршня в $j$ -й точке расхода, с
$l_{серj}$	количество проходов поршня компакт-прувера в $i$ -й серии в $j$ -й точке расхода
$n_{серj}(n_j)$	количество серий проходов поршня (количество измерений) в $j$ -й точке расхода
$n_j^{max}$	количество отсчетов в $j$ -й точке расхода при определении МХ СРМ с применением ТПР
$\Sigma n_j$	суммарное количество измерений (отсчетов) в рабочем диапазоне при определении МХ СРМ
$m$	количество точек разбиения рабочего диапазона на поддиапазоны
$n$	количество измерений в $k$ -м поддиапазоне расхода
$N^{ТПР}$	количество импульсов, выдаваемое ТПР при опробовании, имп
$\bar{N}_{ij}^{ТПР}$	среднее арифметическое количество импульсов ТПР за количество проходов поршня, равное $l_{ij}$ (за $i$ -ю серию проходов поршня) в $j$ -й точке расхода, имп
$N_{ij}^{max}$	количество импульсов поверяемого СРМ при $i$ -м серии в $j$ -й точке расхода (при определении МХ СРМ по ТПР), имп
$\bar{N}_{ij}^{max}$	среднее арифметическое количество импульсов поверяемого СРМ за $i$ -ю серию проходов поршня в $j$ -й точке расхода (при определении МХ СРМ по компакт-пруверу), имп

$t_{ij}^{\text{ТПР}}$	температура измеряемой среды в ТПР при $i$ -м отсчете в $j$ -й точке расхода (при определении МХ СРМ по ТПР), °С
$t_{ij}^{\text{КП}}$	температура измеряемой среды в компакт-прувере при $i$ -м измерении в $j$ -й точке расхода, °С
$\bar{t}_{ij}^{\text{ТПР}}$	средняя арифметическая температура измеряемой среды в ТПР за $i$ -ю серию проходов поршня в $j$ -й точке расхода, °С
$\bar{t}_{ij}^{\text{КП}}$	средняя арифметическая температура измеряемой среды в компакт-прувере за $i$ -ю серию проходов поршня в $j$ -й точке расхода, °С
$t_{ij}^{\text{ПП}}$	температура измеряемой среды в поточном ПП при $i$ -м отсчете в $j$ -й точке расхода (при определении МХ СРМ по ТПР), °С
$\bar{t}_{ij}^{\text{ПП}}$	средняя арифметическая температура измеряемой среды в поточном ПП за $i$ -ю серию проходов поршня в $j$ -й точке расхода, °С
$t_{ij}^{\text{ст}}$	температура инварового стержня компакт-прувера при $i$ -м измерении (при $i$ -й серии проходов поршня) в $j$ -й точке расхода, °С
$P_{ij}^{\text{КП}}$	давление измеряемой среды в компакт-прувере при $i$ -м измерении в $j$ -й точке расхода, МПа
$\bar{P}_{ij}^{\text{КП}}$	среднее арифметическое давление измеряемой среды в компакт-прувере за $i$ -ю серию проходов поршня в $j$ -й точке расхода, МПа
$P_{ij}^{\text{ТПР}}$	давление измеряемой среды в ТПР при $i$ -м отсчете в $j$ -й точке расхода (измерения с применением ТПР), МПа
$P_{ij}^{\text{ПП}}$	давление измеряемой среды в поточном ПП при $i$ -м отсчете в $j$ -й точке расхода (при определении МХ СРМ по ТПР), МПа
$\bar{P}_{ij}^{\text{ПП}}$	среднее арифметическое давление измеряемой среды в поточном ПП за $i$ -ю серию проходов поршня в $j$ -й точке расхода, МПа
$\rho_{ij}^{\text{ПП}}$	плотность измеряемой среды, измеренная поточным ПП, установленным на компакт-прувере, при $i$ -м отсчете в $j$ -й точке расхода, кг/м <sup>3</sup>
$\rho_{ij}^{\text{БИК}}$	плотность измеряемой среды, измеренная поточным ПП, установленным в БИК, при $i$ -м отсчете в $j$ -й точке расхода, кг/м <sup>3</sup>
$\bar{\rho}_{ij}^{\text{ПП}}$	средняя арифметическая плотность измеряемой среды за $i$ -ю серию проходов поршня в $j$ -й точке расхода, кг/м <sup>3</sup>
$\rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}}$	плотность измеряемой среды, измеренная поточным ПП и приведенная к рабочим условиям в компакт-прувере при $i$ -й серии проходов поршня (или при $i$ -м отсчете) в $j$ -й точке расхода, кг/м <sup>3</sup>
$M_{ij}^{\text{рз}}$	масса измеряемой среды, вычисленная по результатам измерений ТПР (или компакт-прувера) и поточного ПП при $i$ -м измерении в $j$ -й точке расхода, т
$M_{ij}^{\text{мас}}$	масса измеряемой среды, измеренная поверяемым СРМ при $i$ -м измерении в $j$ -й точке расхода, т
$\beta_{ж ij}$ и $\gamma_{ж ij}$	коэффициенты объемного расширения (°С <sup>-1</sup> ) и сжимаемости (МПа <sup>-1</sup> ) измеряемой среды соответственно при $i$ -м измерении в $j$ -й точке расхода
$\beta_{ж \text{ max}}$	максимальное значение $\beta_{ж}$ , выбранное из ряда значений, определенных при измерениях в рабочем диапазоне расхода с целью определения МХ СРМ, °С <sup>-1</sup>
$MF_{ij}$	коэффициент коррекции измерений массы для $i$ -го измерения в $j$ -й точке расхода
$MF_{\text{диап}}^{\text{уст}}$	коэффициент коррекции измерений массы в рабочем диапазоне, установленный в ПЭП по результатам предыдущей периодической поверки
$\overline{MF}_j$	среднее арифметическое значение коэффициента коррекции измерений массы в $j$ -й точке расхода
$S_k^{MF}$	СКО результатов определений средних арифметических значений коэффициента коррекции для точек расхода в каждом $k$ -м поддиапазоне расхода, %
$K_{ij}^{\text{ТПР}}$	коэффициент преобразования ТПР, определенный за $i$ -ю серию проходов поршня в $j$ -й точке расхода, имп/м <sup>3</sup>
$K_{j \text{ min}}^{\text{ТПР}}$	минимальное значение коэффициента преобразования ТПР в $j$ -й точке расхода из ряда значений, определенных по 5.3.2.4 [формула (6)], имп/м <sup>3</sup>

$K_{j \max}^{\text{ТПР}}$	максимальное значение коэффициент преобразования ТПР в $j$ -й точке расхода из ряда значений, определенных по 5.3.2.4 [формула (6)], $\text{имп/м}^3$
$\Pi_{ij}$	повторяемость коэффициентов преобразования ТПР для каждой $i$ -й серии проходов поршня в $j$ -й точке расхода, %
$K_j^{\text{ТПР}}$	коэффициент преобразования ТПР в $j$ -й точке расхода и используемый для определения МХ СРМ в $j$ -й точке расхода, $\text{имп/м}^3$
$K_j^{\text{комп}}$	коэффициент преобразования ТПР в $j$ -й точке расхода, определенный после установления МХ СРМ в $j$ -й точке расхода, $\text{имп/м}^3$
$\delta_j^K$	относительное отклонение коэффициента преобразования $K_j^{\text{ТПР}}$ от $K_j^{\text{ТПР}}$ , %
$KF_{\text{конф}}$	коэффициент преобразования СРМ по импульсному выходу, вводимый в память ИВК при конфигурировании ПЭП, $\text{имп/т}$
$\varepsilon_k$	случайная составляющая погрешности в $k$ -м поддиапазоне расхода, %
$t(P, n)$	квантиль распределения Стьюдента, зависящий от доверительной вероятности $P$ и количества измерений $n$
$Z(P)$	коэффициент, зависящий от доверительной вероятности $P$ и величины соотношения $\theta_{\Sigma} / S_k^{\text{MF}}$
$\theta_k^{\text{MF}}$	составляющая систематической погрешности, вызванная усреднением (аппроксимацией) коэффициента коррекции СРМ MF в $k$ -м поддиапазоне расхода, %
$\theta_{\Sigma k}$	систематическая составляющая погрешности СРМ $k$ -м поддиапазоне расхода, %
$\delta_{\text{КП}}$	пределы допускаемой относительной погрешности компакт-прувера, %
$\delta_{\text{ПП}}$	пределы допускаемой относительной погрешности поточного ПП, %
$\theta_t$	дополнительная составляющая систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры измеряемой среды, %
$\delta_{\text{ИВК}}^k$	пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при вычислении коэффициента преобразования СРМ ( $\text{имп/т}$ ) и ТПР ( $\text{имп/м}^3$ ), %
$\delta_{0k}^{\text{мас}}$	относительная погрешность стабильности нуля СРМ в $k$ -м поддиапазоне, %
$ZS$	значение стабильности нуля СРМ (из описания типа), т/ч
$\Delta t_{\text{КП}}$ и $\Delta t_{\text{ПП}}$	пределы допускаемой абсолютной погрешности датчиков температуры, используемых в процессе поверки для измерений температуры измеряемой среды в компакт-прувере (ТПР) и поточном ПП соответственно, $^{\circ}\text{C}$
$\delta_k$	относительная погрешность СРМ, %

**Приложение 6  
(справочное)**

**Сводный перечень используемых формул**

№ формулы	Формула
1	$f_{\text{вх max}} \geq f_{\text{вых max}}^{\text{мас}}$
2	$KF_{\text{конф}} = \frac{f \cdot 3600}{Q_{\text{max}}^{\text{зв}}}$
3	$Q_{ij} = \frac{V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}} \cdot 3600}{T_{ij}} \cdot \rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3}$
3а	$Q_{ij} = \frac{V_o^{\text{КП}} \cdot 3600}{T_{ij}} \cdot \rho_{ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3}$
4	$V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}} = V_o^{\text{КП}} \cdot \left[ 1 + 2\alpha_i^{\text{шпл}} \cdot (t_{ij}^{\text{КП}} - 20) + \alpha_i^{\text{ст}} \cdot (t_{ij}^{\text{ст}} - 20) \right] \cdot \left( 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot P_{ij}^{\text{КП}} \right)$
5	$Q_{j \text{ треб}}^{\text{БИК}} = Q_j^{\text{пов}} \cdot \frac{S_{\text{ПЗУ}}}{S_{\text{тр}}}$
6	$K_{ij}^{\text{ТПР}} = \frac{N_{ij}^{\text{ТПР}}}{V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}}}$
7	$V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}} = V_o^{\text{КП}} \cdot \left[ 1 + 2\alpha_i^{\text{шпл}} \cdot (\bar{t}_{ij}^{\text{КП}} - 20) + \alpha_i^{\text{ст}} \cdot (t_{ij}^{\text{ст}} - 20) \right] \cdot \left( 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot \bar{P}_{ij}^{\text{КП}} \right) \times$ $\times \left[ 1 + \beta_{\text{ж } ij} \cdot (\bar{t}_{ij}^{\text{ТПР}} - \bar{t}_{ij}^{\text{КП}}) \right] \cdot \left[ 1 - \gamma_{\text{ж } ij} \cdot (\bar{P}_{ij}^{\text{ТПР}} - \bar{P}_{ij}^{\text{КП}}) \right]$
8	$\Pi_{ij} = \frac{K_{ij \text{ max}}^{\text{ТПР}} - K_{ij \text{ min}}^{\text{ТПР}}}{K_{ij \text{ min}}^{\text{ТПР}}} \cdot 100 \leq 0,02\%$
9	$K_j^{\text{ТПР}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_i \text{ сеп } j} K_{ij}^{\text{ТПР}}}{n_i \text{ сеп } j}$
10	$\delta_j^{\text{К}} = \frac{K_j^{\text{комп}} - K_j^{\text{ТПР}}}{K_j^{\text{ТПР}}} \cdot 100 \leq 0,02\%$
11а	$M_{ij}^{\text{рз}} = V_{ij}^{\text{ТПР}} \cdot \rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3} = N_{ij}^{\text{ТПР}} / K_j^{\text{ТПР}} \cdot \rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3}$
11б	$M_{ij}^{\text{рз}} = V_{ij}^{\text{ТПР}} \cdot \rho_{ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3} = N_{ij}^{\text{ТПР}} / K_j^{\text{ТПР}} \cdot \rho_{ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3}$
12а	$M_{ij}^{\text{рз}} = V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}} \cdot \rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3}$
12б	$M_{ij}^{\text{рз}} = V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}} \cdot \rho_{ij}^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3}$
13а	$\rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}} = \rho_{ij}^{\text{БИК}} \cdot \left[ 1 + \beta_{\text{ж } ij} \cdot (t_{ij}^{\text{ПП}} - t_{ij}^{\text{ТПР}}) \right] \cdot \left[ 1 + \gamma_{\text{ж } ij} \cdot (P_{ij}^{\text{ТПР}} - P_{ij}^{\text{ПП}}) \right]$
13б	$\rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}} = \rho_{ij}^{\text{БИК}} \cdot \left[ 1 + \beta_{\text{ж } ij} \cdot (t_{ij}^{\text{ПП}} - t_{ij}^{\text{КП}}) \right] \cdot \left[ 1 + \gamma_{\text{ж } ij} \cdot (P_{ij}^{\text{КП}} - P_{ij}^{\text{ПП}}) \right]$
14	$M_{ij}^{\text{мас}} = \frac{N_{ij}^{\text{мас}}}{KF_{\text{конф}}}$
15	$MF_{ij} = \frac{M_{ij}^{\text{рз}}}{M_{ij}^{\text{мас}}}$
16	$\overline{MF}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MF_{ij}}{n_j}$

17	$S_k^{MF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=k}^{k+1} \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{MF_{ij} - \overline{MF}_j}{\overline{MF}_j} \right)^2}{(n_j + n_{j+1} - 1)_k}} \cdot 100$
18	$S_k^{MF} \leq 0,03 \%$
19	$\varepsilon_k = t_{(p,n)} \cdot S_k^{MF}$
20	$\theta_{\Sigma k} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{K\Pi})^2 + (\delta_{\Pi\Pi})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_k^{yOH})^2 + (\theta_k^{MF})^2 + (\delta_{0k}^{MAC})^2}$
21	$\theta_t = \beta_{ж\max} \cdot \sqrt{(\Delta t_{K\Pi})^2 + (\Delta t_{\Pi\Pi})^2} \cdot 100$
21a	$\theta_t = \beta_{ж\max} \cdot \Delta t_{K\Pi} \cdot 100$
22	$\theta_k^{MF} = \frac{1}{2} \cdot \frac{ MF_j - MF_{j+1} }{ MF_j + MF_{j+1} _{(k)}} \cdot 100$
23	$\delta_{0k}^{MAC} = \frac{2 \cdot ZS}{Q_{k\min} + Q_{k\max}} \cdot 100$
24	$\delta_k = \begin{cases} Z_{(p)} \cdot (\theta_{\Sigma k} + \varepsilon_k), & \text{если } 0,8 \leq \theta_{\Sigma k} / S_k^{MF} \leq 8 \\ \theta_{\Sigma k}, & \text{если } \theta_{\Sigma k} / S_k^{MF} > 8 \end{cases}$
25	$ \delta_k  \leq 0,20 \%$
26	$ \delta_k  \leq 0,25 \%$



**Приложение 7  
(обязательное)**

**Схема подключения средств поверки при определении метрологических характеристик СРМ**



Рисунок 1. Схема подключения средств поверки при определении относительной погрешности измерений массы СРМ (ПБИ – пассивный барьер искробезопасный МТЛ, предназначенный для передачи импульсов (частотных сигналов) от СРМ из взрывоопасной зоны в безопасную зону к ИВК, влияние работы ПБИ на метрологические характеристики СРМ пренебрежимо мало и учитывается при проведении поверке СРМ. Определение дополнительных метрологических характеристик ПБИ не требуется).

## Приложение Б

(обязательное)

### Методика поверки термопреобразователей сопротивления Rosemount 0065 с преобразователями измерительными Rosemount 3144P, входящих в состав СИКН

Настоящая методика поверки регламентирует процедуру проведения поверки термопреобразователей сопротивления Rosemount 0065 с преобразователями измерительными Rosemount 3144P (далее - датчик) с унифицированным токовым выходным сигналом, с наружным диаметром защитной арматуры не более 10 мм и с длиной погружаемой части не менее 80 мм и в диапазоне температуры минус 40 до плюс 155 °С.

#### 1 Средства поверки

1.1 При поверке датчика применяют следующие средства поверки:

- Калибратор температуры модели АТС-156В (со сменными металлическими блоками сравнения 150×Ø30): диапазон от минус 27 до 155 °С; погрешность установления заданной температуры по внутреннему термометру:  $\pm 0,19$  °С; погрешность канала измерений температуры с штатным ТС:  $\pm 0,04$  °С; нестабильность поддержания температуры  $\pm 0,02$  °С; диапазон измерений постоянного тока от 0 до 24 мА, погрешность канала измерений постоянного тока:  $\pm 0,01$  % от показания + 0,0036 мА; выходное напряжение  $24 \pm 10$  % В;

- мегомметр Ф4101 с диапазоном измерений от 0,005 до 500 МОм, напряжение 100 В.

1.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик датчика с требуемой точностью.

#### 2 Условия поверки

2.1 При проведении поверки должны выполняться требования:

- температура окружающего воздуха, °С  $20 \pm 5$ ;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7.

2.2 Средства поверки и датчик должны быть защищены от вибраций и ударов.

#### 3 Подготовка к поверке

Проверяют наличие руководства по эксплуатации или другой эксплуатационной документации, содержащей схемы подключения поверяемого датчика.

Перед поверкой датчик выдерживают при температуре окружающего воздуха  $(20 \pm 5)$  °С не менее двух часов.

#### 4 Проведение поверки

##### 4.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра датчика проверяют отсутствие механических повреждений, препятствующих его применению, соответствие схемы подключения датчика, приведенной в эксплуатационной документации, маркировки измерительного преобразователя датчика.

##### 4.2 Опробование

В соответствии с инструкцией по эксплуатации на калибратор и эксплуатационной документации на поверяемый датчик подключают датчик к калибратору.

В случае номинального напряжения питания датчика, равного 24 В, поверяемый датчик подключают к «активным» (питающим) клеммам измерений выходного токового сигнала калибратора.

В противном случае, применяют дополнительный источник питания и поверяемый датчик подключают к «пассивным» клеммам.

В соответствии с инструкцией по эксплуатации устанавливают на калибраторе для поверяемого датчика (SENSOR) режим измерений токового сигнала с преобразованием в температуру в соответствии с диапазоном измерений температуры датчика.

При отсутствии выходного сигнала датчик не подлежит дальнейшей поверке.

## 5 Определение основной абсолютной погрешности

Основную абсолютную погрешность датчика определяют в не менее чем пяти точках диапазона измерений, равномерно расположенных в диапазоне измерений датчика, включая начало и конец диапазона, методом сличения с эталонным термометром.

### 5.1 Определение основной абсолютной погрешности датчиков в сухоблочных термостатах

5.1.1 Помещают штатный термопреобразователь сопротивления углового типа и поверяемый датчик в двухканальный металлический блок сравнения калибратора температуры, обеспечивающий кольцевой зазор между внутренними стенками каналов и погружаемой частью термопреобразователя и датчика не более 0,1 мм.

При проверке датчика с чувствительным элементом резистивного типа его погружаемую часть помещают на полную глубину канала металлического блока сравнения.

При проверке датчика с чувствительным элементом термопарного типа его погружаемую часть помещают на глубину, соответствующую середине участка канала, для которого нормирован градиент температуры по вертикали сменного блока.

5.1.2 В соответствии с инструкцией по эксплуатации устанавливают температуру в калибраторе, соответствующую первой поверяемой точке. После десятиминутной выдержки при установившемся режиме стабилизации (по эталонному термометру) снимают поочередно не менее 5 показаний (в течение 5 минут) эталонного (TRUE) термометра и поверяемого датчика (SENSOR).

5.1.3 Повторяют операции по п. 5.1.2 при остальных значениях температуры.

## 6 Обработка результатов измерений при проверке

6.1 Основную абсолютную погрешность датчика  $\Delta(^{\circ}\text{C})$  определяют по формуле:

$$\Delta = \bar{t}_n - \bar{t}_s, \quad (1)$$

где:  $\bar{t}_n$  - среднее арифметическое значение показаний поверяемого датчика,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\bar{t}_s$  - среднее арифметическое значение показаний эталонного термометра,  $^{\circ}\text{C}$ .

6.2 Обработка результатов в процессе проверки включает в себя расчет отклонений температуры поверяемого датчика от соответствующей действительной температуры, измеренной эталонным термометром в калибраторе (см. формулу 1). Основная абсолютная погрешность датчика не должна превышать предела допустимой абсолютной погрешности  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ .

## 7 Оформление результатов проверки

7.1 В процессе проверки оформляется протокол проверки в соответствии с рекомендуемой формой, приведенной в таблице 1. (Форму протокола допускается видоизменять).

Таблица 1

№ точки	Заданные точки, $t_{\text{зад}}, ^{\circ}\text{C}$	Фактическое значение температуры, измеренное эталонным термометром, $t_s, ^{\circ}\text{C}$ ( $I_{\text{вых } i}, \text{mA}$ )	Фактическое значение температуры, измеренное датчиком, $t_n, ^{\circ}\text{C}$ ( $I_{\text{вых } i}, \text{mA}$ )	Среднее значение температуры, измеренное эталонным термометром, $\bar{t}_s, ^{\circ}\text{C}$	Среднее значение температуры, измеренное датчиком, $\bar{t}_n, ^{\circ}\text{C}$	Абсолютная погрешность, $^{\circ}\text{C}$	Предел допустимой абсолютной погрешности, $^{\circ}\text{C}$
1							$\pm 0,2$
...							$\pm 0,2$
m							$\pm 0,2$

7.2 Результаты поверки оформляют с соответствии с порядком проведения поверки СИ. Протокол поверки, подписанный поверителем прилагают к свидетельству о поверке как обязательное приложение.