

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ  
им. Д.И. МЕНДЕЛЕЕВА»

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

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Заместитель директора филиала

Тайбинский А.С.

«10» октября 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА  
КОНДЕНСАТА ГАЗОВОГО НЕСТАБИЛЬНОГО НА ГКП-11  
ЕН-ЯХИНСКОГО НГКМ

Методика поверки

МП 1495-14-2022

Начальник научно-исследовательского  
отдела

Р.Р. Нурмухаметов

Тел. отдела: (843) 299-72-00

г. Казань  
2022 г.

РАЗРАБОТАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

ИСПОЛНИТЕЛЬ

Галяутдинов А.Р.

СОГЛАСОВАНА

ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

## 1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на систему измерений количества и показателей качества конденсата газового нестабильного на ГКП-11 Ен-Яхинского НГКМ (далее – Система) и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки при эксплуатации.

Поверка Системы в соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает передачу единиц массы от рабочего эталона 1-го или 2-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, что обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 63-2019 Государственный первичный специальный эталон единицы единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости и/или ГЭТ 216-2018 Государственный первичный эталон объема жидкости. Поверка Системы осуществляется методом косвенных измерений.

Если очередной срок поверки измерительных компонентов (средств измерений (СИ)) из состава Системы наступает до очередного срока поверки Системы, или появилась необходимость проведения внеочередной поверки СИ, то поверяется только это СИ, при этом внеочередную поверку Системы не проводят.

Допускается проведение поверки Системы в части отдельного измерительного канала (ИК) в соответствии с заявлением владельца Системы с обязательным указанием в свидетельстве о поверке Системы в части отдельного ИК информации об объеме проведенной поверки.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – перечень операций поверки

| Наименование операции                                                                                                            | Номер пункта документа по поверке | Проведение операции при |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-----------------------|
|                                                                                                                                  |                                   | первичной поверке       | периодической поверке |
| Внешний осмотр средства измерений                                                                                                | 6                                 | Да                      | Да                    |
| Подготовка к поверке и опробование средства измерений                                                                            | 7                                 | Да                      | Да                    |
| Проверка программного обеспечения средства измерений                                                                             | 8                                 | Да                      | Да                    |
| Определение (контроль) метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям | 9                                 | Да                      | Да                    |

Если при проведении какой-либо операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшую поверку не проводят.

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку Системы проводят на месте эксплуатации в диапазоне измерений, указанном в описании типа, или в фактически обеспечиваемым при поверке диапазоне измерений с обязательным указанием информации об объеме проведенной поверки. Фактический диапазон измерений не может превышать диапазона измерений, указанного в описании типа Системы.

3.2 Характеристики Системы и параметры измеряемой среды при проведении поверки должны соответствовать требованиям, приведенным в таблицах 3, 4 и 5 описания типа Системы (раздел метрологические и технические характеристики). Соответствие

характеристик измеряемой среды проверяют по данным актов приема-сдачи конденсата газового нестабильного (далее – КГН).

3.3 Условия при определении метрологических характеристик Системы:

- температура воздуха в операторной, °С от плюс 18 до плюс 25;
- относительная влажность воздуха в помещениях, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106.

Допускается проводить поверку при условиях, сложившихся на момент проведения поверки и отличающихся от указанных в пункте 3.3, но удовлетворяющих условиям эксплуатации Системы и средств поверки.

3.4 Определение относительной погрешности измерительного канала (ИК) массы и массового расхода КГН проводят при следующих условиях:

- работы проводят на месте эксплуатации;
- определение относительной погрешности ИК массы и массового расхода проводят в рабочем диапазоне расхода счетчика-расходомера массового Micro Motion, модели CMF 300 или счетчика-расходомера массового Micro Motion (модели DS, DH, DT, DL, CMF, F, R, T, CNG050), модели CMF300 в комплекте с преобразователями серии 2700 (далее – СРМ), входящего в состав ИК массы и массового расхода. Рабочий диапазон СРМ определяет владелец Системы и оформляет в виде справки произвольной формы. Справку, владелец представляет представителю сервисной организации и поверителю;

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

- изменение расхода измеряемой среды от установленного значения (в точке расхода) не должно превышать 2,5 %.

- избыточное давление измеряемой среды в конце технологической схемы рекомендуется устанавливать не менее 0,3 МПа.

- содержания свободного газа в КГН не допускают, для этого:

- а) абсолютное давление КГН должно соответствовать условию

$$P \geq P_H + \Delta P_H + 0,5$$

- где  $P$  – абсолютное давление КГН в рассматриваемой точке потока, МПа;

- $P_H$  – максимальное значение давления насыщенных паров на данной Системе, полученное в результате измерения или расчета, МПа;

- $\Delta P_H$  – абсолютная погрешность определения величины  $P_H$ , МПа.

#### *Примечание*

*Рабочий диапазон СРМ, установленный на контрольно-резервной измерительной линии (далее – ИЛ), должен охватить рабочие диапазоны СРМ, установленных на рабочих и резервных ИЛ.*

## **4 Метрологические и технические требования к средствам поверки**

4.1 При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

| Операции поверки, требующие применение средств поверки                                                                                                                                                                              | Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Перечень рекомендуемых средств поверки                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.3                                                                                                                                                                                                                                 | Рабочий эталон 1-го или 2-го разряда в соответствии с частью 2 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 23.09.2022 № 2356 (установка поверочная (далее – ПУ) с пределами допускаемой относительной погрешности для 1-го разряда: $\pm 0,05$ %, для 2-го разряда: $\pm 0,1$ %). | Установка поверочная «ВСП-М» (регистрационный № 18099-99)                                                                                                                                                                                                              |
| 7.3                                                                                                                                                                                                                                 | Средство измерений плотности - плотномер автоматический поточный (далее – ПП) с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,3$ кг/м <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Преобразователь плотности жидкости измерительный модели 7835 (регистрационный №15644-01); Преобразователь плотности и расхода CDM (регистрационный № 63515-16)                                                                                                         |
| 7.3                                                                                                                                                                                                                                 | Преобразователи избыточного давления с унифицированным выходным сигналом и пределами допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,5$ %                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Преобразователи давления измерительные 3051 (регистрационные №№ 14061-99, 14061-15)                                                                                                                                                                                    |
| 7.3                                                                                                                                                                                                                                 | Термопреобразователи сопротивления с унифицированным выходным сигналом и пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2$ °C                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Термопреобразователи сопротивления платиновые серии 65 в комплекте с Преобразователи измерительные Rosemount 644, Rosemount 3144P или Преобразователи измерительные 644, 3144, 3244 к датчикам температуры (регистрационные №№ 22257-01, 22257-11, 56381-14, 14683-00) |
| Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                        |

## **5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки**

При проведении работ соблюдают требования, определяемые документами:

- в области охраны труда:
  - Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 г. № 197-ФЗ;
- в области промышленной безопасности:
  - Федеральный закон Российской Федерации от 21.07.1997 г. № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»;
  - Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (приказ Ростехнадзора от 15.12.2020 № 534 «Об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»);
- в области пожарной безопасности:
  - Федеральный закон Российской Федерации от 21.12.1994 г. № 69-ФЗ «О пожарной безопасности»;
  - Федеральный закон Российской Федерации от 22.07.2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
  - Постановление Правительства Российской Федерации от 16.09.2020 № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима»;
- в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок:
  - Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок (утверждены Приказом Минтруда России от 15.12.2020 № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
  - Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии (утверждены Приказом Минэнерго РФ от 12.08.2022 № 811 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей электрической энергии»);
- в области охраны окружающей среды:
  - Федеральный закон Российской Федерации от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
  - Федеральный закон Российской Федерации от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

## **6 Внешний осмотр средства измерений**

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие Системы следующим требованиям:

- состав и комплектность Системы должна соответствовать эксплуатационной документации;
- на компонентах Системы не должно быть механических повреждений и дефектов, препятствующих применению Системы;
- надписи и обозначения на компонентах Системы должны быть четкими и соответствовать их эксплуатационной документации.

Результат считают положительным, если Система соответствует вышеперечисленным требованиям.

Если получен отрицательный результат внешнего осмотра, то дальнейшую поверку не проводят и переходят к выполнению пункта 11.6 настоящей методики поверки.

## 7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

### 7.1 Подготовка к поверке

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

Проверяют наличие в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ) наличие информации о положительных результатах поверки средств поверки и (или) сведений об аттестации эталонов, а также наличие на средствах поверки действующих знаков поверки, если это предусмотрено их описанием типа.

7.2 Подготовка перед определением метрологических характеристик ИК массы и массового расхода КГН.

При первичной поверке после ремонта, после замены сенсора или ПЭП СРМ из состава ИК массы и массового расхода КГН проводят конфигурирование ПЭП и сенсора в соответствии с инструкцией по их эксплуатации (используют соответствующий коммуникатор или ПО).

7.3 СРМ из поверяемого ИК массы и массового расхода КГН и компакт-прувер из состава ПУ подключают друг с другом последовательно, подготавливают технологическую схему к гидравлическим испытаниям и проверке на герметичность.

#### *Примечание*

*Рекомендуется СРМ, установленный на контрольно-резервной ИЛ, который технологически может подключаться к любому из рабочих СРМ, установленным на рабочей ИЛ, подключать последовательно и использовать: а) как контрольное средство при контроле метрологических характеристик рабочих ИК; б) как рабочий ИК - при необходимости.*

7.4 При необходимости монтируют в блоке контроля качества (далее – БКК) ПП, выполнив соответствующие технологические переключения.

7.5 Технологические переключения по 7.3 и 7.4 проводят с соблюдением требований инструкции по эксплуатации Системы.

7.6 Проверяют закрытое положение (при необходимости закрывают) дренажных и воздушных вентилей (кранов), установленных на технологических трубопроводах Системы, компакт-прувера (при необходимости и в БКК).

7.7 Устанавливают любое значение расхода в пределах рабочего диапазона, в технологической схеме поверки создают максимальное рабочее давление, которое может быть при поверке. Систему 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 вентилей (кранов).

#### *Примечание*

*операции по 7.7 проводят при потоке измеряемой среды через ПП, входящий в состав ПУ, если этот ПП применяют при поверке.*

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

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

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

#### *Примечание*

*при подключении поверяемого СРМ из состава ИК массы и массового расхода КГН и применении отдельного контроллера-вычислителя (в дополнение к ИВК Системы) выходной сигнал поверяемого СРМ подают на контроллер-вычислитель, применяемому в качестве средства поверки.*

7.11 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 - СРМ из поверяемого ИК массы и массового расхода КГН) не превышает 0,2 °С.

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

7.13 При первичной поверке (при вводе СРМ в эксплуатацию) или при использовании отдельного контроллера-вычислителя в качестве средства поверки (дополнительно к ИВК) проводят операции 7.13.1 ÷ 7.13.4.

7.13.1 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 ИК  $Q_{\max}$  (т/ч), и значение частоты  $f_{\text{вых}}^{\text{мас}}$  (Гц), соответствующее  $Q_{\max}$ . Принимают:

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

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

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

*Примечание*  
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.

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

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

где  $f$  и  $Q_{\text{зав}}^{\text{зав}}$  - согласно 7.13.1 с учетом примечаний (при необходимости).

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

7.13.4 В память ИВК (или АРМ оператора) вводят значение(я) вместимости(ей) калиброванного участка компакт-прувера ( $\text{м}^3$ ) или проверяют правильность ранее введенного(ых) значения(й).

*Примечание*  
к 7.13.4 - для компакт-прувера моделей «BROOKS-Compact Prover», СР, СР-М, ВСР-М используют вместимость калиброванного участка, определенную при поверке компакт-прувера в режиме:  
- Upstream (против потока), если компакт-прувер установлен по потоку измеряемой среды после СРМ поверяемого ИК и ТПР;

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

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

7.14 При очередных поверках с использованием ИВК проверяют выполнение условий, изложенных в 7.13.1 ÷ 7.13.4.

7.15 Проводят установку нуля СРМ поверяемого ИК согласно инструкции по эксплуатации СРМ.

7.16 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 А) или проверяют достоверность и правильность ранее введенных исходных данных.

7.17 Опробование метрологических характеристик ИК массы.

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

- плотности рабочей жидкости, измеряемой поточным ПП, участвующим при поверке ИК массы ( $\text{кг/м}^3$ );

- температуры ( $^{\circ}\text{C}$ ) и давления (МПа) рабочей жидкости в компакт-прувере (ТПР), в поточном ПП (если используют ПП, установленный в БКК), измеряемых соответствующими датчиками температуры и преобразователями давления.

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

При прохождении поршнем детектора «старт» в ИБК начинается отсчет нарастающих значений:

- количества импульсов, выдаваемых СРМ, входящим в ИК массы, и ТПР (имп);

- времени прохождения поршнем калиброванного участка компакт-прувера (с).

При прохождении (достижении) поршнем детектора «стоп» в ИБК отсчет нарастающих значений перечисленных параметров прекращается.

7.17.3 В ИБК (или АРМ оператора) устанавливают количество импульсов (преднабор -  $N_{\text{зад}}^{\text{комп}} \geq 10\,000$ ) и запускают программу «опробование поверки СРМ по ТПР» (при наличии такой программы) при произвольном значении расхода через ТПР и СРМ поверяемого ИК. Поршень компакт-прувера находится «в покое» - в крайнем положении.

В ИБК (или АРМ оператора) начинается отсчет количества импульсов, выдаваемых ТПР ( $N^{\text{ТПР}}$ ), и отсчет массы рабочей жидкости, измеряемой СРМ поверяемого ИК. При достижении равенства  $N^{\text{ТПР}} = N_{\text{зад}}^{\text{ТПР}}$  отсчеты количества импульсов и массы прекращаются.

7.18 Результат опробования считают положительным, если получены положительные результаты по 7.17.

## **8 Проверка программного обеспечения средства измерений**

### **8.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) Системы**

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

а) включить питание ИБК, если питание было выключено;

б) дождаться после включения питания появления на дисплее ИБК 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) «VERSION CONTROL FILE CSUM» – цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода);

2) «VERSION CONTROL APPLICATION SW» – номер версии (идентификационный номер) ПО.

Результат подтверждения соответствия ПО ИБК считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО ИБК (номер версии и цифровой идентификатор ПО) соответствуют идентификационным данным, указанным в таблице 2 описания типа Системы.

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

## **9 Определение (контроль) метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

9.1 Проверяют у измерительных компонентов (за исключением СРМ из состава ИК массы и массового расхода КГН), входящих в состав Системы и указанных в таблице 1 описания типа Системы, наличие информации о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ и действующих знаков поверки, если нанесение знаков поверки на измерительные компоненты предусмотрено их описаниями типа.

Перечень измерительных компонентов, входящих в состав Системы, приведен в таблице 1 описания типа Системы.

Входящие в состав Системы измерительные компоненты на момент проведения поверки Системы должны быть поверены в соответствии с документами на поверку, установленными при утверждении типа (за исключением СРМ из состава ИК массы и массового расхода КГН, метрологические характеристики которых определяются по п. 9.2).

Результат поверки по пункту 9.1 считают положительным, если измерительные компоненты, входящие в состав Системы, имеют запись в ФИФ ОЕИ о положительных результатах поверки, а также действующие знаки поверки.

9.2 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода КГН

9.2.1 Установление поверочного расхода

9.2.1.1 Метрологические характеристики (МХ) СРМ из состава ИК определяют при крайних значениях расхода рабочего диапазона ИК и значениях, установленных с интервалом  $25 \div 30 \%$  от верхнего предела рабочего диапазона ИК.

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

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

9.2.1.2 В каждой точке значение поверочного расхода контролируют по 9.2.1.3 или 9.2.1.4.

9.2.1.3 При подключении СРМ поверяемого ИК требуемое значение поверочного расхода устанавливают (и контролируют), используя результаты измерений расхода (т/ч) СРМ, установленным на контрольно-резервной ИЛ.

Примечание - Установление и контроль значения поверочного расхода по 9.2.1.3 рекомендуется проводить при движении поршня компакт-прувера.

9.2.1.4 Допускается значение поверочного расхода КГН через СРМ поверяемого ИК проверять после каждого прохода поршня ( $Q_{ij}$ , 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  $V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}}$  - 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,  $\text{м}^3$ . Определяют по 9.2.1.6.

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

$\rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}}$  - плотность рабочей жидкости, измеренная участвующим в поверке поточным ПП и приведенная к рабочим условиям в компакт-прувере при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода,  $\text{кг}/\text{м}^3$ . Определяют по 9.5.1.1.3 (формула 13б).

9.2.1.5 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

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

где  $V_o^{KP}$  - вместимость калиброванного участка компак-прувера согласно свидетельству о поверке с учетом примечания к 7.13.4 (м<sup>3</sup>);

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

9.2.1.6 Вместимость  $V_{пр ij}^{KP}$  - определяют по формуле

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

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

$t_{ij}^{KP}$  и  $P_{ij}^{KP}$  - температура (°С) и давление (МПа) рабочей жидкости в компак-прувере (в цилиндре) соответственно при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода;

$\alpha_t^{ст}$  - коэффициент линейного расширения материала стержня, на котором установлены оптические сигнализаторы (детекторы), °С<sup>-1</sup> (значение берут из таблицы Б.1 приложения Б);

$t_{ij}^{ст}$  - температура стержня, на котором 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 компак-прувера соответственно, мм (значения берут из паспорта или эксплуатационной документации на компак-прувер). Диаметр калиброванного участка компак-прувера следует применять с коэффициентом (0,95 или 1,0), который применялся для вычисления(й) его вместимости при последней поверке;

$E$  - модуль упругости материала стенок компак-прувера, МПа (значение берут из таблицы Б.1 приложения Б);

Примечание - Для компак-прувера моделей СР, СР-М и ВСР-М температуру стержня ( $t_{ij}^{ст}$ ) принимают равной температуре окружающего воздуха.

9.2.1.7 Отклонение установленного поверочного расхода в точке от требуемого (задаваемого) значения: не более 2,0 %.

9.2.1.8 В случае невыполнения условия 9.2.1.7 повторно проводят операции по 9.2.1.3 или 9.2.1.4 (9.2.1.5).

9.2.1.9 При поверке ИК, дополнительно проводят контроль величины расхода через БКК (поточный ПП) -  $Q_j^{БИК}$ , м<sup>3</sup>/ч. Требуемое значение  $Q_{j\text{ треб}}^{БИК}$  определяют для каждой точки поверочного расхода по формуле

$$Q_{j\text{ треб}}^{БИК} = Q_j^{\text{пов}} \cdot \frac{S_{ПЗУ}}{S_{тр}}, \quad (5)$$

где  $Q_j^{\text{пов}}$  - значение поверочного расхода в  $j$ -й точке, м<sup>3</sup>/ч;

$S_{тр}$  - площадь поперечного сечения трубопровода в месте отбора пробы в БКК (в месте установки ПЗУ), мм<sup>2</sup>;

$S_{ПЗУ}$  - суммарная площадь поперечного сечения входных отверстий ПЗУ, мм<sup>2</sup>.

При необходимости корректируют значение расхода, используя регулятор и преобразователь расхода (расходомер), установленные в БКК. Допускают:  $Q_j^{БИК} = Q_{j\text{ треб}}^{БИК} \pm 5\%$ .

9.2.1.10 После стабилизации расхода и температуры рабочей жидкости и установления требуемой величины  $Q_j^{БИК}$  проводят измерения по 9.3.2 или 9.4.3. Измерения проводят в каждой  $j$ -й точке расхода по 9.2.1.1.

9.3.2 Выполнение измерений с применением ТПР

9.3.2.1 В каждой  $j$ -й точке расхода определяют коэффициент преобразования ТПР ( $K_j^{ТПР}$ , имп/м<sup>3</sup>), для чего выполняют операции по 9.3.2.2 ÷ 9.3.2.7.

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

Количество проходов  $l_{испрj}$  выбирают, учитывая возможное изменение свойств рабочей жидкости при поверке (плотности, вязкости, температуры и т. д.)

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

- количества импульсов, выдаваемых ТПР ( $\bar{N}_{ij}^{ТПР}$ , имп);
- температуры рабочей жидкости в компакт-прувере ( $\bar{t}_{ij}^{КП}$ , °С);
- давления рабочей жидкости в компакт-прувере ( $\bar{P}_{ij}^{КП}$ , МПа);
- плотности рабочей жидкости, измеренной поточным ПП, участвующим в поверке, ( $\bar{\rho}_{ij}^{ПП}$ , кг/м<sup>3</sup>);
- массового расхода ( $\bar{Q}_{ij}$ , т/ч). Для усреднения используют значения расхода, измеренные по 9.2.1.3 или определенные по 9.2.1.4 для каждого прохода поршня в серии;
- температуры и давления рабочей жидкости в ТПР ( $\bar{t}_{ij}^{ТПР}$ , °С и  $\bar{P}_{ij}^{ТПР}$ , МПа соответственно)
- только в случае, если при поверке используют ТПР, не входящий в состав компакт-прувера.

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

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

9.3.2.5 Значение вместимости калиброванного участка  $V_{пр ij}^{КП}$  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:  $t_{ij}^{КП} = \bar{t}_{ij}^{КП}$  и  $P_{ij}^{КП} = \bar{P}_{ij}^{КП}$ ;

б) по формуле (7), если применяют компакт-прувер типа установки поверочные «ВСР-М» фирмы «Fisher Rosemount Petroleum» (США), вместимость калиброванного участка от 0,020 до 0,650 м<sup>3</sup>, и ТПР, не входящий в состав компакт-прувера

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

где  $\beta_{жij}$  и  $\gamma_{жij}$  - коэффициенты объемного расширения (°С<sup>-1</sup>) и сжимаемости рабочей жидкости (МПа<sup>-1</sup>) соответственно при  $i$ -й серии проходов поршня в  $j$ -й точке расхода, значения которых определяют по приложению В,

$D$  - диаметр компакт-прувера (мм).

Примечание  $D$  - диаметр калиброванного участка компакт-прувера следует применять с коэффициентом (0,95 или 1,0), который применялся для вычисления(й) его вместимости при последней поверке

9.3.2.6 Оценивают повторяемость коэффициентов преобразования ТПР, определенных в  $j$ -й точке расхода согласно 9.3.2.4, ( $\Pi_j$ , %), по формуле

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

где  $K_{j \max}^{ТПР}$  и  $K_{j \min}^{ТПР}$  - максимальное и минимальное значения коэффициентов преобразования ТПР соответственно из ряда значений, определенных по 9.3.2.4 [формула (6)] в  $j$ -й точке расхода, имп/м<sup>3</sup>.

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

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

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

9.3.2.8 В память БОИ (или АРМ оператора) вводят:

- значение коэффициента преобразования ТПР ( $K_j^{\text{ТПР}}$ ), определенное по 9.3.2.7;
- количество импульсов для ТПР ( $N_{\text{зад}}^{\text{ТПР}}$ ). Рекомендуются:  $N_{\text{зад}}^{\text{ТПР}} \geq 10000$ .

Проводят операции для определения МХ СРМ поверяемого ИК в  $j$ -й точке по 9.3.2.9 и 9.3.2.10 (при этом поршень компакт-прувера находится в «покое»). Для чего запускают программу в ИВК или (и) АРМ оператора «поверка СРМ по ТПР».

9.3.2.9 В каждой ( $j$ -й) точке расхода проводят не менее 5-ти последовательных отсчетов ( $n_j^{\text{мас}} \geq 5$ ). Один отсчет: выдача ТПР количества импульсов  $N_{ij}^{\text{ТПР}}$ , равного  $N_{\text{зад}}^{\text{ТПР}}$ .

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

- объема рабочей жидкости, измеренного ТПР ( $V_{ij}^{\text{ТПР}}$ , м<sup>3</sup>), с использованием алгоритма:  
 $V_{ij}^{\text{ТПР}} = N_{ij}^{\text{ТПР}} / K_j^{\text{ТПР}}$ ;
- количества импульсов, выданных поверяемым СРМ, ( $N_{ij}^{\text{мас}}$ , т);
- плотности рабочей жидкости, измеренной поточным ПП, участвующим в поверке, ( $\rho_{ij}^{\text{ПП}}$ , кг/м<sup>3</sup>);
- температуры и давления рабочей жидкости в ТПР ( $t_{ij}^{\text{ТПР}}$ , °С и  $P_{ij}^{\text{ТПР}}$ , МПа соответственно);
- температуры и давления рабочей жидкости в поточном ПП ( $t_{ij}^{\text{ПП}}$ , °С и  $P_{ij}^{\text{ПП}}$ , МПа соответственно).

Примечание - Если при поверке используют поточный ПП и ТПР, установленные на компакт-прувере, то температуру и давление рабочей жидкости в поточном ПП не регистрируют.

9.3.2.11 После выполнения отсчетов по 9.3.2.10 (в каждой  $j$ -й точке) проводят повторное определение коэффициента преобразования ТПР ( $K_j^{\text{ТПР}}$ ) по 9.3.2.2 ÷ 9.3.2.5 и 9.3.2.7. Оценивают отклонение (относительное)  $K_j^{\text{ТПР}}$  от  $K_j^{\text{ТПР}}$  ( $\delta_j^{\text{К}}$ , %) по формуле

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

При соблюдении условия (10) проводят обработку результатов измерений по пункту 9.5: определяют ГХ, определяют и оценивают МХ поверяемого СРМ.

Примечание - При применении контроллера OMNI, входящего в состав компакт-прувера, допускается операции по 9.3.2 проводить по алгоритмам, установленным в контроллере OMNI.

#### 9.4.3 Выполнение измерений без применения ТПР

9.4.3.1 При значении поверочного расхода ( $Q_j$ ):  $Q_j \leq 0,15 \cdot Q_{\text{верх}}^{\text{ТПР}}$  ( $Q_{\text{верх}}^{\text{ТПР}}$  - верхний предел измерений ТПР) и в случаях по примечанию 2 к разделу 1 измерения для определения МХ поверяемого СРМ проводят непосредственно по компакт-пруверу (без применения ТПР) по 9.4.3.2 и 9.4.3.3.

9.4.3.2 Проводят серию измерений по 9.3.2.2.

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

- количества импульсов, выдаваемых СРМ поверяемого ИК ( $\bar{N}_{ij}^{\text{мас}}$ , имп);

- температуры и давления рабочей жидкости в компакт-прувере ( $\bar{t}_{ij}^{КП}$ , °С и  $\bar{P}_{ij}^{КП}$ , МПа соответственно);
- температуры и давления рабочей жидкости в поточном ПП ( $\bar{t}_{ij}^{ПП}$ , °С и  $\bar{P}_{ij}^{ПП}$ , МПа соответственно) - только в случае применения поточного ПП, установленного в БКК;
- плотности рабочей жидкости, измеренной поточным ПП, участвующим в поверке ИК, ( $\bar{\rho}_{ij}^{ПП}$ , кг/м<sup>3</sup>);
- массового расхода ( $\bar{Q}_{ij}$ , т/ч).

Далее проводят обработку результатов измерений по разделу 9.

Примечание - Операции и вычисления по 9.3.2 и 9.4.3 проводят, используя установленные в ИВК (или АРМ оператора) алгоритмы.

## 9.5 Обработка результатов измерений

### 9.5.1 Определение параметров ГХ СРМ

9.5.1.1 Для каждого  $i$ -го измерения в  $j$ -й точке расхода вычисляют значение массы рабочей жидкости ( $M_{ij}^{рз}$ , т) по 9.5.1.1 или 9.5.1.2, используя результаты измерений рабочих эталонов (ТПР или компакт-прувер и поточный ПП).

Примечание - В пункте 9.5.1 и далее за  $i$ -ое измерение принимают:  $i$ -ую серию проходов поршня, если определение МХ СРМ проводилось непосредственно по компакт-пруверу, или  $i$ -й отсчет, если измерения проводились с применением ТПР.

9.5.1.1.1 Для измерений с применением ТПР (см. 9.3.2) в зависимости от применяемого в поверке поточного ПП и ТПР значение  $M_{ij}^{рз}$  определяют:

а) по формуле (11а), если применяют поточный ПП, установленный в БКК в составе Системы, и ТПР

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

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

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

где  $V_{ij}^{ТПР}$  - объем рабочей жидкости по 9.3.2.10 (перечисление первое), м<sup>3</sup>;

$\rho_{пр ij}^{ПП}$  - плотность рабочей жидкости, измеренная поточным 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 Системы, и по формуле (13б), если ТПР в составе компакт-прувера;

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

9.5.1.1.2 Для измерений без применения ТПР (см. 9.4.3) и в зависимости от применяемого в поверке поточного ПП значение  $M_{ij}^{рз}$  определяют:

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

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

где  $V_{пр ij}^{КП}$  - вместимость калиброванного участка компакт-прувера, определяемая по 9.2.1.6, 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,

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

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

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

$$\rho_{пр ij}^{ПП} = \rho_{ij}^{БИК} \cdot \left[ 1 + \beta_{ж ij} \cdot (t_{ij}^{ПП} - t_{ij}^{КП}) \right] \cdot \left[ 1 + \gamma_{ж ij} \cdot (P_{ij}^{КП} - P_{ij}^{ПП}) \right], \quad (136)$$

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

$\beta_{ж ij}$  - коэффициент объемного расширения рабочей жидкости (°C<sup>-1</sup>), значение которого определяют из приложения В;

$\gamma_{ж ij}$  - коэффициент сжимаемости рабочей жидкости (МПа<sup>-1</sup>), значение которого определяют по приложению В.

Примечания к 9.5.1.1.1 ÷ 9.5.1.1.3

1 В формуле (136) для случая 9.5.1.1.2 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 При применении поточного ПП и ТПР, установленных на компакт-прувере, плотность к рабочим условиям в ТПР (или компакт-прувере) не приводят [формулы (116) и (126)].

9.5.1.2 Дальнейшую обработку результатов измерений проводят по 9.5.1.3 или 9.5.1.4 в зависимости от способа реализации ГХ поверяемого СРМ.

9.5.1.3 ГХ СРМ реализуют в ПЭП

9.5.1.3.1 Для каждого  $i$ -го измерения в  $j$ -й точке расхода определяют значение массы рабочей жидкости, измеренной поверяемым СРМ ( $M_{ij}^{мас}$ , т), по формуле

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

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

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

где  $MF_{диап}^{уст}$  - коэффициент коррекции измерений массы, установленный в ПЭП по результатам предыдущей периодической поверки.

Примечания

1 Для СРМ, оснащенного с ПЭП без функции ввода в его память значения коэффициента коррекции измерений массы, принимают:  $MF_{диап}^{уст} = 1$ .

2 При первичной поверке СРМ любой модели (перед вводом его в эксплуатацию или после замены ПЭП) принимают:  $MF_{диап}^{уст} = 1$ .

9.5.1.3.3 Вычисляют 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.

9.5.1.3.4 Определяют и оценивают среднее квадратическое отклонение (далее - СКО) результатов определений коэффициентов коррекции для точек расхода в рабочем диапазоне ( $S_{диап}^{MF}$ , %) по формуле

$$S_{диап}^{MF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{MF_{ij} - \overline{MF}_j}{\overline{MF}_j} \right)^2}{\sum n_j - 1}} \cdot 100 \leq 0,03\%, \quad (17)$$

где  $\sum n_j$  - суммарное количество измерений в рабочем диапазоне;

е

$m$  - количество точек разбиения рабочего диапазона.

9.5.1.3.5 В случае невыполнения условия (17) в какой-либо точке расхода дальнейшую обработку результатов измерений прекращают, выясняют и устраняют причины, вызвавшие невыполнение условия (17). При необходимости повторно проводят операции по 9.2.

При выполнении условия (17) проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

9.5.1.3.6 Вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента коррекции измерений массы для поверяемого СРМ в рабочем диапазоне расхода ( $MF_{\text{диап}}$ ) по формуле

$$MF_{\text{диап}} = \frac{\sum_{j=1}^m \overline{MF}_j}{m}, \quad (18)$$

9.5.1.3.7 Вычисляют новое значение градуировочного коэффициента  $K_{\text{гр}}$ , по формуле

$$K_{\text{гр}} = K_{\text{гр}}^{\text{ПЭП}} \cdot MF_{\text{диап}}, \quad (19)$$

где  $K_{\text{гр}}^{\text{ПЭП}}$  - градуировочный коэффициент, определенный при предыдущей поверке или заводской калибровке (при выпуске из производства) и установленный в ПЭП.

#### Примечания

1 Новое значение  $K_{\text{гр}}$  определяют только для ПЭП, не имеющего функцию ввода коэффициента коррекции  $MF_{\text{диап}}$ .

2 При первичной поверке следует иметь в виду, что значение  $K_{\text{гр}}^{\text{ПЭП}}$  в фирменном (заводском) калибровочном сертификате соответствует значению реквизита:

- Flow Cal (первые пять значащих цифр) - для СРМ модели Micro Motion;
- Calibration factor - для СРМ модели Promass;
- Sensor Coefficient SK20 - для СРМ модели ROTAMASS.

#### 9.5.1.4 ГХ СРМ реализуют в ИВК

9.5.1.4.1 Вычисляют значение К-фактора для  $i$ -го измерения в  $j$ -й точке расхода ( $KF_{ij}$ , имп/т) по формуле

$$KF_{ij} = \frac{N_{ij}^{\text{мас}}}{M_{ij}^{\text{рз}}}, \quad (20)$$

9.5.1.4.2 Вычисляют среднее значение К-фактора для  $j$ -й точки расхода ( $\overline{KF}_j$ , имп/т) по формуле

$$\overline{KF}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} KF_{ij}}{n_j}, \quad (21)$$

9.5.1.4.3 Определяют и оценивают СКО результатов определений К-фактора для точек расхода:

в каждом  $k$ -м поддиапазоне расхода ( $S_k^{KF}$ , %), ГХ реализуют в виде кусочно-линейной аппроксимации, по формуле

$$S_k^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=k}^{k+1} \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{KF_{ij} - \overline{KF}_j}{\overline{KF}_j} \right)^2}{(n_j + n_{j+1} - 1)_k}} \cdot 100 \leq 0,03\%, \quad (22)$$

9.5.1.4.4 В случае несоблюдения условия (22) при необходимости повторно проводят операции по 9.2.

При положительных результатах оценки  $S_k^{KF}$  по (22) проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

#### 9.5.1.5 Условия определения погрешностей СРМ

9.5.1.5.1 Случайную и систематическую составляющие погрешности и относительную погрешность СРМ определяют по 9.5.2. при реализации его ГХ в ИВК в виде кусочно-линейной аппроксимации.

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

9.5.2 Определение погрешностей СРМ при реализации его ГХ в ИВК в виде кусочно-линейной аппроксимации

9.5.2.1 При таком виде реализации ГХ составляющие погрешности и относительную погрешность определяют для каждого  $k$ -го поддиапазона расхода.

9.5.2.2 Определение случайной составляющей погрешности СРМ

Случайную составляющую погрешности СРМ ( $\epsilon_k$ , %) определяют по формуле

$$\epsilon_k = t_{(P,n)} \cdot S_k^{KF}, \quad (23)$$

где  $S_k^{KF}$  - значение СКО, определенное по формуле (22), %.

Примечание - при определении  $t_{(P,n)}$  принимают:  $n = (n_j + n_{j+1})_k$ .

9.5.2.3 Определение систематической составляющей погрешности СРМ

9.5.2.3.1 Систематическую составляющую погрешности СРМ ( $\theta_{\Sigma k}$ , %) определяют (с учетом примечаний к 9.5.2.3) по формуле

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{КП}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_{\text{К}}^{\text{ЮИ}})^2 + (\theta_k^{KF})^2 + (\delta_0^{\text{мас}})^2}, \quad (24)$$

где  $\theta_k^{KF}$  - составляющая систематической погрешности, обусловленная аппроксимацией ГХ СРМ в  $k$ -м поддиапазоне расхода, определяемая по 9.5.2.3.2 (формула 25), %;

$\delta_0^{\text{мас}}$  - относительная погрешность стабильности нуля в  $k$ -м поддиапазоне, определяемая по 9.5.2.3.3 (формула 26), %.

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

$$\theta_k^{KF} = \frac{1}{2} \cdot \left| \frac{KF_j - KF_{j+1}}{KF_j + KF_{j+1}} \right|_{(k)} \cdot 100, \quad (25)$$

9.5.2.3.3 Относительную погрешность ( $\delta_0^{\text{мас}}$ ) определяют по формуле

$$\delta_0^{\text{мас}} = \frac{2 \cdot ZS}{Q_{k \min} + Q_{k \max}} \cdot 100, \quad (26)$$

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

9.5.2.4 Определение относительной погрешности СРМ

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

$$\delta_k = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\theta_{\Sigma} + \epsilon_k), & \text{если } 0,8 \leq \theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} \leq 8 \\ \theta_{\Sigma k}, & \text{если } \theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} > 8 \end{cases}, \quad (27)$$

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

9.5.3. Оценивание относительной погрешности ИК массы и массового расхода

9.5.3.1 Оценивают значения относительных погрешностей, определенных по 9.5.2.4, для чего проверяют выполнение условий:

- для ИК, СРМ которого используется в качестве контрольно-резервного (контрольного),  
 $|\delta| \leq 0,20 \text{ \%}; |\delta_k| \leq 0,20 \text{ \%}; \quad (28)$

- для ИК, СРМ которого используется в качестве рабочего,  
 $|\delta| \leq 0,25 \text{ \%}; |\delta_k| \leq 0,25 \text{ \%}; \quad (29)$

9.5.3.2 Если для ИК массы и массового расхода, СРМ которого эксплуатируется в качестве контрольно-резервного (контрольного), не выполняется условие (28) и для СРМ который эксплуатируется в режиме рабочего, не выполняется условие (29) то выясняют причины, устраняют их и проводят повторные операции согласно разделам 3 и 9.5.

9.5.3.3 При невыполнении одного из условий по 9.5.3.1 рекомендуется:

- увеличить количество измерений в точках расхода;

- увеличить количество точек разбиения рабочего диапазона (уменьшить поддиапазон расхода), если ГХ СРМ реализуется в ИВК в виде кусочно-линейной аппроксимации значений  $\overline{KF_j}$  (имп/т).

#### 9.5.4. Условия допуска СРМ поверяемого ИК применению

9.5.4. ИК массы и массового расхода, в состав которого входит СРМ допускают к дальнейшему применению в качестве:

- контрольно-резервного (контрольного) и рабочего одновременно или только контрольно-резервного (контрольного) при выполнении одного из условий (28) в зависимости от способа и вида реализации ГХ;

- рабочего (и только) при выполнении одного из условия (29) и невыполнении условия (28).

#### 9.5.4.2 Проводят реализацию ГХ СРМ поверяемого ИК в ИВК.

#### Примечания

1 В ПЭП СРМ моделей Promass и ROTAMASS возможна реализация ГХ только в виде постоянного значения градуировочного коэффициента ( $K_{гр}$ ), для чего в память ПЭП вводят новое значение  $K_{гр}$ , определенное при поверке по 9.5.1.3.7.

2 Следует иметь в виду, что ввод нового значения  $K_{гр}$  в память ПЭП СРМ модели Promass возможен только с помощью пароля, установленного фирмой (заводом)-изготовителем.

## 9.6 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

При получении положительных результатов по п. 9, а именно:

- измерительные компоненты, входящие в состав Системы (за исключением СРМ из состава ИК массы и массового расхода КГН), имеют запись в ФИФ ОЕИ о положительных результатах поверки, а также действующие знаки поверки;

- полученное значение относительной погрешности ИК массы и массового расхода КГН не превышает  $\pm 0,25$  % для рабочих СРМ и  $\pm 0,20$  % для контрольно-резервного (контрольного) СРМ;

- значение относительной погрешности измерений массы КГН с применением Системы не превышает установленные пределы  $\pm 0,25$  %;

Систему считают соответствующей метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, а результат поверки Системы положительным.

## 10 Оформление результатов поверки

10.1 Результаты поверки Системы оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении А.

При оформлении протокола допускается форму протокола представлять в измененном виде.

Аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку Системы, в ФИФ ОЕИ передаются сведения о результатах поверки.

10.2 При положительных результатах поверки, по письменному заявлению владельца или лица, представившего Систему на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, оформляет свидетельство о поверке Системы в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории РФ.

На оборотной стороне свидетельства о поверке Системы указывают:

- диапазон измерений и пределы допускаемой относительной погрешности ИК массы и массового расхода КГН ИК 1, ИК 2, ИК 3, ИК 4, ИК 5.

- пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы КГН Системы.

Опломбирование Системы осуществляется в соответствии со схемами, приведенными на рисунке 1 и 2 описания типа. Знак поверки наносится давлением на пломбы.

10.3 К свидетельству о поверке Системы прикладывают:

- перечень автономных измерительных блоков, в который включают перечень ИК с указанием заводских номеров измерительных компонентов, входящих в состав ИК, и перечень измерительных компонентов, входящих в состав Системы, с указанием их заводских номеров.
- протокол поверки Системы.

10.4 При периодической или внеочередной поверке измерительного компонента или Системы в части отдельных ИК применяют значения, указанные в новых свидетельствах.

10.5 При проведении внеочередной поверки отдельного ИК в действующий период свидетельства о поверке Системы, оформляется протокол поверки в части проведенной поверки по приложению А настоящей методики поверки. При положительных результатах поверки оформляется свидетельство о поверке на Систему в части и объеме проведенной поверки.

10.5.1 К свидетельству о поверке Системы в части отдельных ИК прикладывают протокол поверки Системы в части ИК и объема проведенной поверки.

10.5.2 При внеочередной поверке отдельного ИК массы и массового расхода на оборотной стороне свидетельства о поверке Системы в части отдельного ИК массы и массового расхода указывают диапазон измерений расхода и пределы допускаемой относительной погрешности ИК.

Опломбирование отдельного ИК канала Системы осуществляется в соответствии со схемами, приведенными на рисунке 1 и 2 описания типа. Знак поверки наносится давлением на пломбы.

10.5.3 При отрицательных результатах поверки отдельных ИК, Система признается непригодной к дальнейшей эксплуатации, в части отдельного ИК, не прошедшего поверку и выдают извещение о непригодности в части отдельного ИК в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории РФ, с указанием причин непригодности.

10.6 При отрицательных результатах поверки Систему к эксплуатации не допускают. По письменному заявлению владельца или лица, представившего Систему на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, оформляет извещение о непригодности в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории РФ.

[illegible]

Таблица А.2 - Результаты единичных измерений и вычислений с применением ТПР

Часть I - Определение коэффициента преобразования ТПР

| № точки /№<br>серии (j/i) | $Q_{ij}$ , т/ч | Результаты измерений              |                                  |                                      |                                 |                                     |                           |                                      |                     |                                      |                                   |             |                                |                                     |                  |
|---------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------|
|                           |                | $\bar{N}_{ij}^{\text{ТПР}}$ , имп | $\bar{t}_{ij}^{\text{ТПР}}$ , °С | $\bar{P}_{ij}^{\text{ТПР}}$ ,<br>МПа | $\bar{t}_{ij}^{\text{КП}}$ , °С | $\bar{P}_{ij}^{\text{КП}}$ ,<br>МПа | $t_{ij}^{\text{ст}}$ , °С | $W_{\text{в}}(W_{\text{вп}})$ ,<br>% | $W_{\text{хс}}$ , % | $V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}}$ , м³ | $K_{ij}^{\text{ТПР}}$ ,<br>имп/м³ | $\Pi_j$ , % | $K_j^{\text{ТПР}}$ ,<br>имп/м³ | $K_j^{ij \text{ комп}}$ ,<br>имп/м³ | $\delta_j^K$ , % |
| 1                         | 2              | 3                                 | 4                                | 5                                    | 6                               | 7                                   | 8                         | 9                                    | 10                  | 11                                   | 12                                | 13          | 14                             | 15                                  | 16               |
| 1/1 сер                   |                |                                   |                                  |                                      |                                 |                                     |                           |                                      |                     |                                      |                                   |             |                                |                                     |                  |
| 1/2 сер                   |                |                                   |                                  |                                      |                                 |                                     |                           |                                      |                     |                                      |                                   |             |                                |                                     |                  |
| ...                       |                |                                   |                                  |                                      |                                 |                                     |                           |                                      |                     |                                      |                                   |             |                                |                                     |                  |
| 1/n сер                   |                |                                   |                                  |                                      |                                 |                                     |                           |                                      |                     |                                      |                                   |             |                                |                                     |                  |
| ...                       |                |                                   |                                  |                                      |                                 |                                     |                           |                                      |                     |                                      |                                   |             |                                |                                     |                  |
| m/1 сер                   |                |                                   |                                  |                                      |                                 |                                     |                           |                                      |                     |                                      |                                   |             |                                |                                     |                  |
| ...                       |                |                                   |                                  |                                      |                                 |                                     |                           |                                      |                     |                                      |                                   |             |                                |                                     |                  |
| m/n сер                   |                |                                   |                                  |                                      |                                 |                                     |                           |                                      |                     |                                      |                                   |             |                                |                                     |                  |

Продолжение таблицы А.2

Часть II – Определение МХ СРМ

| № точки /№<br>отсчета (j/i) | $Q_{ij}$ , т/ч | Задания ТПР                    |                                           | Результаты измерений       |                            |                                |                                |                                    |                           |                               |                                               |                          |                           |
|-----------------------------|----------------|--------------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                             |                | $K_j^{\text{ТПР}}$ ,<br>имп/м³ | $N_{\text{зад } j}^{\text{ТПР}}$ ,<br>имп | $V_{ij}^{\text{ТПР}}$ , м³ | $t_{ij}^{\text{ТПР}}$ , °С | $P_{ij}^{\text{ТПР}}$ ,<br>МПа | $N_{ij}^{\text{мас}}$ ,<br>имп | $\rho_{ij}^{\text{ПП}}$ ,<br>кг/м³ | $t_{ij}^{\text{ПП}}$ , °С | $P_{ij}^{\text{ПП}}$ ,<br>МПа | $\rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}}$ ,<br>кг/м³ | $M_{ij}^{\text{рз}}$ , т | $M_{ij}^{\text{мас}}$ , т |
| 1                           | 2              | 3                              | 4                                         | 5                          | 6                          | 7                              | 8                              | 9                                  | 10                        | 11                            | 12                                            | 13                       | 14                        |
| 1/1 отсч                    |                |                                |                                           |                            |                            |                                |                                |                                    |                           |                               |                                               |                          |                           |
| 1/2 отсч                    |                |                                |                                           |                            |                            |                                |                                |                                    |                           |                               |                                               |                          |                           |
| ...                         |                |                                |                                           |                            |                            |                                |                                |                                    |                           |                               |                                               |                          |                           |
| 1/n отсч                    |                |                                |                                           |                            |                            |                                |                                |                                    |                           |                               |                                               |                          |                           |
| ...                         |                |                                |                                           |                            |                            |                                |                                |                                    |                           |                               |                                               |                          |                           |
| m/1 отсч                    |                |                                |                                           |                            |                            |                                |                                |                                    |                           |                               |                                               |                          |                           |
| ...                         |                |                                |                                           |                            |                            |                                |                                |                                    |                           |                               |                                               |                          |                           |
| m/n отсч                    |                |                                |                                           |                            |                            |                                |                                |                                    |                           |                               |                                               |                          |                           |

Таблица А.2 – Результаты единичных измерений и вычислений без применения ТПР

| № точки / № отсчета ( $j/i$ ) | $Q_{ij}$ , т/ч | Результаты измерений              |                                 |                                  |                                                   |                                 |                                  |                          |                     |
|-------------------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------|
|                               |                | $\bar{N}_{ij}^{\text{мас}}$ , имп | $\bar{t}_{ij}^{\text{КП}}$ , °C | $\bar{P}_{ij}^{\text{КП}}$ , МПа | $\bar{\rho}_{ij}^{\text{ПП}}$ , кг/м <sup>3</sup> | $\bar{t}_{ij}^{\text{ПП}}$ , °C | $\bar{P}_{ij}^{\text{ПП}}$ , МПа | $W_v(W_{\text{вл}})$ , % | $W_{\text{хс}}$ , % |
| 1                             | 2              | 3                                 | 4                               | 5                                | 6                                                 | 7                               | 8                                | 9                        | 10                  |
| 1/1 сер                       |                |                                   |                                 |                                  |                                                   |                                 |                                  |                          |                     |
| 1/2 сер                       |                |                                   |                                 |                                  |                                                   |                                 |                                  |                          |                     |
| ...                           |                |                                   |                                 |                                  |                                                   |                                 |                                  |                          |                     |
| 1/ $n$ сер                    |                |                                   |                                 |                                  |                                                   |                                 |                                  |                          |                     |
| ...                           |                |                                   |                                 |                                  |                                                   |                                 |                                  |                          |                     |
| $m/1$ сер                     |                |                                   |                                 |                                  |                                                   |                                 |                                  |                          |                     |
| ...                           |                |                                   |                                 |                                  |                                                   |                                 |                                  |                          |                     |
| $m/n$ сер                     |                |                                   |                                 |                                  |                                                   |                                 |                                  |                          |                     |

Продолжение таблицы А.2 (Результаты единичных измерений и вычислений без применения ТПР)

| № точки/ № отсчета( $j/i$ ) | Результаты вычислений                            |                                                        |                          |                           |
|-----------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
|                             | $V_{\text{пр } ij}^{\text{КП}}$ , м <sup>3</sup> | $\rho_{\text{пр } ij}^{\text{ПП}}$ , кг/м <sup>3</sup> | $M_{ij}^{\text{рз}}$ , т | $M_{ij}^{\text{мас}}$ , т |
| 1                           | 11                                               | 12                                                     | 13                       | 14                        |
| 1/1 отсч                    |                                                  |                                                        |                          |                           |
| 1/2 отсч                    |                                                  |                                                        |                          |                           |
| ...                         |                                                  |                                                        |                          |                           |
| 1/ $n$ отсч                 |                                                  |                                                        |                          |                           |
| ...                         |                                                  |                                                        |                          |                           |
| $m/1$ отсч                  |                                                  |                                                        |                          |                           |
| ...                         |                                                  |                                                        |                          |                           |
| $m/n$ отсч                  |                                                  |                                                        |                          |                           |

Таблица А.3 - Значения коэффициентов, использованных при вычислениях

| $\alpha_t^{\text{цпл}}$ , °C <sup>-1</sup> | $\alpha_{\text{ткв}}^{\text{цпл}}$ , °C <sup>-1</sup> | $\alpha_t^{\text{ст}}$ , °C <sup>-1</sup> | $t_{(p,n)}$ | $Z_{(p)}$ |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------|-----------|
| 1                                          | 2                                                     | 3                                         | 4           | 5         |
|                                            |                                                       |                                           |             |           |

Таблица А.4 - Результаты поверки при реализации ГХ в БОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации значений  $\overline{KF}_j$

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

Заключение: счетчик-расходомер (СРМ) к дальнейшей эксплуатации \_\_\_\_\_ в качестве \_\_\_\_\_  
 годен или не годен рабочий и контрольно-резервного (контрольного) или рабочего

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

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

## Некоторые пояснения к оформлению протокола поверки

А.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);
- форму таблицы 4 - от способа и вида реализации ГХ СРМ.

А.2. В части I (определение коэффициента преобразования ТПР) таблицы 2 колонки (столбцы) 4 и 5 ( $\bar{t}_{ij}^{\text{ТПР}}$  и  $\bar{P}_{ij}^{\text{ТПР}}$  соответственно) заполняют только в случае, если при поверке применяют ТПР, не входящий в состав компакт-прувера.

А.3. При использовании в качестве БОИ контроллера-вычислителя OMNI, которым комплектуются компакт-пруверы СР, СР-М и ВСР-М (примечание 2 к 1.1), 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.

А.4. При применении поточного ПП, установленного на компакт-прувере, не заполняют:

- в таблице 2 (часть II - определение МХ СРМ) колонки (столбцы) 10, 11 и 12;
- в таблице 2 (результаты единичных измерений и вычислений без применения ТПР) колонки (столбцы) 7, 8 и 12.

А.5. В таблицах 2 (результаты единичных измерений и вычислений как с применением ТПР, так и без применения ТПР) колонки (столбцы) 9 [ $W_{\text{в}} (W_{\text{вп}})$ ] и 10 ( $W_{\text{хс}}$ ) заполняют только для сырой нефти, причем колонку (столбец) 10 заполняют только при  $W_{\text{в}} > 5,0 \%$ . При измерениях содержания влаги поточным влагомером в столбец 9 рекомендуется записывать значение  $W_{\text{вп}}$  (содержание влаги при каждом измерении), при отсутствии (отказе) поточного влагомера записывают значение  $W_{\text{в}}$  (содержание влаги, определенное в химико-аналитической лаборатории).

А.6. К сведению разработчиков программы (алгоритмов) обработки результатов измерений:

А.6.1 Значение  $V_{ij}^{\text{ТПР}}$  для использования в формулах (11а) и (11б) вычисляют по алгоритму:

$V_{ij}^{\text{ТПР}} = N_{ij}^{\text{ТПР}} / K_j^{\text{ТПР}}$ , где  $N_{ij}^{\text{ТПР}}$  - количество импульсов, выдаваемое ТПР за  $i$ -е измерение в  $j$ -й точке расхода (обычно:  $N_{ij}^{\text{ТПР}} = N_{\text{зад}}^{\text{ТПР}}$ ).

Алгоритм должен быть установлен в БОИ (или АРМ оператора), с помощью которого проводят обработку результатов измерений, в частности, вычисление значения  $V_{ij}^{\text{ТПР}}$  (м<sup>3</sup>).

А.6.2 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.

**Коэффициенты линейного расширения материала цилиндра ( $\alpha_{\text{цил}}$ ), стержня ( $\alpha_{\text{ст}}$ ), значения модуля упругости ( $E$ ) материала цилиндра компакт-прувера**

Коэффициент линейного расширения материала цилиндра ( $\alpha_{\text{цил}}$ ), стержня ( $\alpha_{\text{ст}}$ ), значение модуля упругости материала цилиндра ( $E$ ) компакт-прувера определяют из таблицы Б.1.

Таблица Б.1 - Коэффициенты линейного расширения ( $\alpha_{\text{цил}}$  и  $\alpha_{\text{ст}}$ ), значения модуля упругости ( $E$ ) материала цилиндра компакт-прувера

| Материал стенок цилиндра или стержня компакт-прувера                | $\alpha_{\text{цил}}, \alpha_{\text{ст}}, ^\circ\text{C}^{-1}$ | $E, \text{МПа}$     |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------|
| 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  $\alpha_{\text{цил}}$ ,  $\alpha_{\text{ст}}$  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 цилиндра  $\alpha_{\text{кв}}^{\text{цил}}$ , то при расчетах по настоящей методике принимают:  $\alpha_{\text{ст}}^{\text{цил}} = 0,5 \cdot \alpha_{\text{кв}}^{\text{цил}}$  или  $2\alpha_{\text{ст}}^{\text{цил}} = \alpha_{\text{кв}}^{\text{цил}}$ .

### Определение коэффициентов объемного расширения и сжимаемости рабочей жидкости

В.1 Коэффициенты объемного расширения ( $\beta_{ж}$ ,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) и сжимаемости ( $\gamma_{ж}$ ,  $\text{МПа}^{-1}$ ) определяют по реализованным в БОИ или АРМ оператора алгоритмам, разработанным согласно:

- МИ 2632 для товарной нефти,
- МИ 2823 для нефтепродуктов,
- СТО ГАЗПРОМ 5.9 для жидких углеводородов.

В.2 При отсутствии алгоритмов согласно В.1 коэффициенты объемного расширения ( $\beta_{ж}$ ,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) и сжимаемости ( $\gamma_{ж}$ ,  $\text{МПа}^{-1}$ ) определяют:

- для товарной нефти по таблицам МИ 2153,
- для нефтепродуктов по таблицам МИ 2823,
- для жидких углеводородов руководствуются положениями СТО ГАЗПРОМ 5.9.

В.3 Для сырой нефти коэффициенты объемного расширения ( $\beta_{ж}$ ,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ) и сжимаемости ( $\gamma_{ж}$ ,  $\text{МПа}^{-1}$ ) определяют по формулам

$$\beta_{ж} = \beta_n \cdot \left(1 - \frac{W_v}{100}\right) + \beta_v \cdot \frac{W_v}{100}, \quad (\text{В.1})$$

$$\gamma_{ж} = \gamma_n \cdot \left(1 - \frac{W_v}{100}\right) + \gamma_v \cdot \frac{W_v}{100}, \quad (\text{В.2})$$

где  $\beta_n$  и  $\gamma_n$  - коэффициенты объемного расширения и сжимаемости обезвоженной нефти ( $^{\circ}\text{C}^{-1}$  и  $\text{МПа}^{-1}$  соответственно), значения которых берут из МИ 2153;

$W_v$  - объемная доля воды в нефти, определенная лабораторным способом или поточным влагомером, %;

$\beta_v$  и  $\gamma_v$  - коэффициенты объемного расширения и сжимаемости воды соответственно.

В.3.1 Принимают:

- $\beta_v = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$  при объемной доле воды в сырой нефти до 5,0 % включительно ( $W_v \leq 5,0 \%$ );
- $\gamma_v = 49,1 \cdot 10^{-5} \text{ МПа}^{-1}$  при любом содержании воды в сырой нефти.

В.3.2 При объемной доле воды в сырой нефти более 5,0 % ( $W_v > 5,0 \%$ ) коэффициент объемного расширения воды  $\beta_v$  определяют:

а) по формуле (В.3а) при вычислении приведенной вместимости калиброванного участка компакт-прувера ( $V_{прп}^{\text{КП}}$ ), используя формулу 7 (п. 8.3.2.5):

$$\beta_v = \frac{CTL_W(t^{\text{ТПР}}) - CTL_W(t^{\text{КП}})}{CTL_W(t^{\text{КП}}) \cdot (t^{\text{КП}} - t^{\text{ТПР}})}; \quad (\text{В.3а})$$

б) по формуле (В.3б) при вычислении приведенного значения плотности сырой нефти, используя формулу 13 (п. 9.1.1.3):

$$\beta_v = \frac{CTL_W(t^{\text{ТПР}}) - CTL_W(t^{\text{КП}})}{CTL_W(t^{\text{КП}}) \cdot (t^{\text{КП}} - t^{\text{ТПР}})}, \quad (\text{В.3б})$$

где  $CTL_W(t^{\text{ТПР}})$ ,  $CTL_W(t^{\text{ТПП}})$  и  $CTL_W(t^{\text{КП}})$  - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние температуры в ТПР, поточном ТПП и компакт-прувере соответственно на объем воды, содержащейся в сырой нефти;

в) по формуле (В.3в) вместо (В.3а) или (В.3б) при условии, если:  $t^{\text{ТПР}} = t^{\text{КП}}$  и  $CTL_W(t^{\text{ТПР}}) = CTL_W(t^{\text{КП}})$  или  $t^{\text{ТПП}} = t^{\text{КП}}$  и  $CTL_W(t^{\text{ТПП}}) = CTL_W(t^{\text{КП}})$  соответственно:

$$\beta_v = \frac{1}{CTL_W(t^{\text{КП}})}. \quad (\text{В.3в})$$

В.3.2.1 Значения  $CTL_W(t^{\text{ТПР}})$ ,  $CTL_W(t^{\text{ТПП}})$  и  $CTL_W(t^{\text{КП}})$  вычисляют, используя формулу из API MPMS 20.1 «Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 20 - Allocation Measurement Section 1 - Allocation Measurement - Appendix А»:

$$CTL_W(t) = 1 - (1,8526 \times 10^{-4} + 1,2882 \times 10^{-5} \times W_{xc}) \times \Delta t - (4,1151 \times 10^{-6} - 1,4464 \times 10^{-7} \times W_{xc}) \times \Delta t^2 + (7,1926 \times 10^{-9} - 1,3085 \times 10^{-10} \times W_{xc}) \times \Delta t^3, \quad (\text{В.4})$$

где  $W_{xc}$  - массовая доля хлористых солей в пластовой воде (в воде, содержащейся в сырой нефти), определенная анализом (испытаниями) объединенной пробы сырой нефти в химико-аналитической лаборатории, %;

В формуле (В.4) принимают:  $\Delta t = t^{\text{ТПР}} - 15$  - при определении  $CTL_W(t^{\text{ТПР}})$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta t = t^{\text{ТПП}} - 15$  - при определении  $CTL_W(t^{\text{ТПП}})$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$\Delta t = t^{\text{КП}} - 15$  - при определении  $CTL_W(t^{\text{КП}})$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ;

Примечания к В.3.2

1. При  $W_v > 5,0 \%$  значение  $\beta_v$  рекомендуется определять в каждой точке поверочного расхода. При этом значения  $t^{ТПР}$ ,  $t^{ПП}$  и  $t^{КП}$  принимают равным средним арифметическим значениям температуры сырой нефти в  $j$ -й точке расхода в ТПР, поточном ПП и компакт-прувере соответственно.

Если температура сырой нефти за период поверки массомера во всех точках расхода меняется на  $2,0 \text{ }^\circ\text{C}$  (не более), то допускается значение  $\beta_v$  определять один раз за период поверки.

2 Значение  $W_{xc}$  принимают постоянным для всех точек поверочного расхода и равным значению, определенному анализом (испытаниями) объединенной пробы сырой нефти в химико-аналитической лаборатории.

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

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

Таблица Г.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 |

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

В зависимости от способа реализации ГХ массомера принимают:

$\theta_{\Sigma} / S = \theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{MF}$  - при реализации ГХ массомера в ПЭП в виде коэффициента коррекции измерений массы ( $MF_{\text{диап}}$ ) или в виде нового градуировочного коэффициента ( $K_{\text{гр}}$ );

$\theta_{\Sigma} / S = \theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{KF}$  - при реализации ГХ массомера в СОИ в виде постоянного значения К-фактора в рабочем диапазоне (в СОИ устанавливают  $KF_{\text{диап}}$ , имп/т);

$\theta_{\Sigma} / S = \theta_{\Sigma k} / S_k^{KF}$  - при реализации ГХ массомера в СОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации (в СОИ устанавливают значения  $\overline{KF}_j$ , в точках расхода, имп/т).

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

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