

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»

УТВЕРЖДАЮ

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

А.С. Тайбинский  
М.П.

«14» августа 2020 г.




Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА  
НЕФТИ № 235 НА ПСП «КАЛИНОВЫЙ КЛЮЧ» ООО «ТАТНЕФТЬ-САМАРА»

Методика поверки

МП 1135-14-2020

Заместитель начальника отдела НИО-14

  
Р.Н. Груздев  
Тел.: (843) 299-72-00

Казань  
2020

РАЗРАБОТАНА

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

ИСПОЛНИТЕЛЬ

Фролов Э.В.

УТВЕРЖДЕНА

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

Настоящий документ распространяется на систему измерений количества и показателей качества нефти № 235 на ПСП «Калиновый Ключ» ООО «Татнефть-Самара» (далее – СИКН) и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки при эксплуатации.

Если очередной срок поверки измерительного компонента из состава СИКН наступает до очередного срока поверки СИКН, или появилась необходимость проведения периодической или внеочередной поверки измерительного компонента, то поверяют только этот измерительный компонент, при этом внеочередную поверку СИКН не проводят.

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

Интервал между поверками СИКН – 12 месяцев.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

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

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

## 2 Средства поверки

2.1 Рабочий эталон 2-го разряда (установка поверочная трубопоршневая в соответствии с ГПС (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 г. № 256 (далее – ТПУ).

2.2 Поточный преобразователь плотности (далее – ПП), с пределами допускаемой абсолютной погрешности  $\pm 0,3$  кг/м<sup>3</sup>.

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

## 3 Требования безопасности

3.1 При проведении работ соблюдают требования, определяемые документами:

- в области охраны труда;
- в области промышленной безопасности;
- в области пожарной безопасности;
- в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок;
- в области охраны окружающей среды.

3.2 Площадка СИКН должна содержаться в чистоте без следов нефти и должна быть оборудована первичными средствами пожаротушения согласно Правилам противопожарного режима в Российской Федерации.

3.3 Измерительные компоненты и вспомогательные устройства, применяемые при проведении поверки, должны иметь взрывозащищенное исполнение в соответствии с требованиями ГОСТ 31610.0-2019 «Взрывоопасные среды. Часть 0. Оборудование. Общие требования».

3.4 Вторичную аппаратуру и щиты управления относят к действующим электроустановкам с напряжением до 1000 В, на которые распространяются Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей, Правила устройства электроустановок.

3.5 Выполнение работ прекращают при обнаружении течи в сварных и фланцевых соединениях оборудования СИКН.

#### 4 Условия поверки

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

4.2 Характеристики измеряемой среды при проведении поверки должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 2. Соответствие характеристик измеряемой среды значениям в таблице 2 проверяют по данным паспорта качества нефти.

Таблица 2 – Характеристики СИКН и измеряемой среды

Наименование характеристики	Значение
Измеряемая среда	нефть по ГОСТ Р 51858-2002 «Нефть. Общие технические условия»
Диапазон измерений расхода, т/ч	от 10 до 160
Рабочий диапазон давления нефти, МПа	от 1,5 до 4,0
Рабочий диапазон температуры нефти, °С	от +5 до +40
Диапазон плотности измеряемой среды при рабочих условиях, кг/м <sup>3</sup>	от 800,0 до 950,0
Диапазон кинематической вязкости измеряемой среды в рабочем диапазоне температуры, сСт	от 0,5 до 60
Массовая доля воды, %, не более	0,5
Массовая доля механических примесей, %, не более	0,05
Массовая концентрация хлористых солей, мг/дм <sup>3</sup> , не более	100
Содержание свободного газа	не допускается

#### 5 Подготовка к поверке

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

#### 6 Проведение поверки

##### 6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре проверяют комплектность и внешний вид СИКН.

6.1.1 Комплектность СИКН должна соответствовать ее описанию типа и эксплуатационной документации.

6.1.2 При проверке внешнего вида СИКН должны выполняться следующие требования:

- на компонентах СИКН не должно быть механических повреждений, препятствующих ее применению и проведению поверки;

- надписи и обозначения на компонентах СИКН должны быть четкими и читаемыми без применения технических средств, соответствовать технической документации.

СИКН, не прошедшая внешний осмотр, к поверке не допускается.

## 6.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО).

6.2.1 При проверке идентификационных данных ПО должно быть установлено соответствие идентификационных данных ПО СИКН сведениям, приведенным в описании типа на СИКН.

6.2.2 Определение идентификационных данных ПО комплексов измерительно-вычислительных ИМЦ-07 (далее – ИВК) проводят в соответствии с его руководством по эксплуатации в следующей последовательности:

- включить питание, если питание было выключено;

- дождаться после включения питания появления на дисплее главного меню или войти в главное меню;

- в главном меню выбрать пункт «Основные параметры»;

- выбрать пункт меню «Просмотр»;

- выбрать пункт меню «О программе», на экране появится диалоговое окно с информацией о ПО.

6.2.3 Определение идентификационных данных ПО автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора СИКН с ПО АРМ оператора «ФОРВАРД PRO» проводят в следующей последовательности:

- в основном меню, расположенном в верхней части экрана монитора автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора, выбрать пункт меню «О программе»;

- нажать кнопку «Модули», на экране появится диалоговое окно с информацией о ПО.

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

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

## 6.3 Опробование

6.3.1 При опробовании СИКН проверяют действие и взаимодействие компонентов в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКН, возможность получения отчетов следующим образом:

- проверяют наличие электропитания на компонентах СИКН и средствах поверки;

- проверяют наличие связи между первичными преобразователями, вторичной аппаратурой и ИВК, ИВК и АРМ оператора СИКН путем визуального контроля меняющихся значений измеряемых величин на дисплее компьютера АРМ оператора;

- используя принтер компьютера АРМ оператора СИКН, распечатывают пробные протоколы поверки и отчетные документы, формируемые АРМ оператора.

6.3.2 Результаты опробования считают положительными, если выполняются условия 6.3.1 в полном объеме.

6.3.3 При получении отрицательных результатов опробования поверку прекращают. Выявляют и устраняют причины, вызвавшие получение отрицательного результата опробования. Повторно проводят опробование. При повторном получении отрицательных результатов опробования поверку прекращают, СИКН к эксплуатации не допускают.

#### 6.4 Проверяют герметичность СИКН.

Проверку герметичности СИКН проводят согласно эксплуатационной документации на СИКН. СИКН считается выдержавшей проверку, если на элементах и компонентах СИКН отсутствуют следы протечек нефти или снижения давления.

#### 6.5 Определение (контроль) метрологических характеристик

6.5.1 Проводят проверку наличия действующих знаков поверки и (или) свидетельств о поверке и (или) записи в паспорте (формуляре) на измерительные компоненты фактически входящие в состав СИКН: преобразователи давления измерительные Cerabar M PMP, Deltabar S PMD (регистрационные номера 23360-02, 41560-09, 16781-04), термопреобразователи сопротивления платиновые серии TR (регистрационные номера 26239-06, 49519-12), преобразователи измерительные серии iTEMP TMT (регистрационные номера 39840-08, 50138-12), преобразователь плотности жидкости измерительного (мод. 7835) (регистрационный номер 15644-06), счетчик нефти турбинный МИГ (регистрационный номер 26776-08), преобразователи плотности и вязкости жидкости измерительные (мод. 7829) (регистрационный номер 15642-06), влагомеры нефти поточные УДВН-1 пм (регистрационный номер 14557-05, 14557-10), ИВК (регистрационный номер 75139-19), установка трубопоршневая «Сапфир М» (регистрационный номер 23520-07). Входящие в состав СИКН измерительные компоненты на момент проведения поверки СИКН должны быть поверены в соответствии с документами на поверку, указанными в свидетельствах об утверждении типа (описаниях типа) данных измерительных компонентов (за исключением контрольно-резервного и рабочих расходомеров массовых Promass с датчиком F и электронным преобразователем 83 (далее – РМ), входящих в состав ИК массы и массового расхода, метрологические характеристики которых определяются в соответствии с Приложением А данного документа).

##### Примечания

1 Показывающие СИ температуры и давления должны быть поверены в соответствии с методиками поверки, указанными в свидетельствах об утверждении типа (описаниях типа) данных СИ.

2 Проверку согласно 6.5.1 проводят для СИ (измерительных компонентов), фактически установленных на момент поверки СИКН.

3 Поверку СИКН в части отдельных ИК проводят в соответствии с Приложением А.

Результат проверки считают положительным, если СИ (измерительные компоненты), входящие в состав СИКН, имеют действующие знаки поверки и (или) свидетельства о поверки, и (или) запись в паспортах (формулярах).

6.5.2 При получении положительных результатов поверки согласно п. 6.5.1 относительная погрешность измерений массы брутто нефти не превышает установленные пределы  $\pm 0,25$  % и результаты контроля метрологических характеристик считают положительными.

6.5.3 Определение относительной погрешности измерений массы нетто нефти с применением СИКН

6.5.3.1 Относительную погрешность измерений массы нетто нефти  $\delta m_H$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta m_H = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta m^2 + \frac{\Delta W_{M.B}^2 + \Delta W_{M.П}^2 + \Delta W_{X.C}^2}{\left(1 - \frac{W_{M.B} + W_{M.П} + W_{X.C}}{100}\right)^2}}, \quad (1)$$

где  $\delta m$  – относительная погрешность измерений массы брутто нефти, %

$\Delta W_{M.B}$  – абсолютная погрешность измерений массовой доли воды в нефти, %, определяется по формуле

$$\Delta W_{M.B} = \pm \frac{\sqrt{R_{M.B}^2 - 0,5 \cdot r_{M.B}^2}}{\sqrt{2}}, \quad (2)$$

$R_{M.B}$  – воспроизводимость метода измерений массовой доли воды в нефти в соответствии с ГОСТ 2477-2014 «Нефть и нефтепродукты. Метод определения содержания воды», %;

$r_{M.B}$  – повторяемость метода измерений массовой доли воды в нефти в соответствии с ГОСТ 2477, %;

$\Delta W_{M.П}$  – абсолютная погрешность измерений массовой доли механических примесей в нефти, %, определяется по формуле

$$\Delta W_{M.П} = \pm \frac{\sqrt{R_{M.П}^2 - 0,5 \cdot r_{M.П}^2}}{\sqrt{2}}, \quad (3)$$

$R_{M.П}$  – воспроизводимость метода измерений механических примесей в нефти в соответствии с ГОСТ 6370, %;

$r_{M.П}$  – сходимость метода измерений механических примесей в нефти в соответствии с ГОСТ 6370, %;

$\Delta W_{X.C}$  – абсолютная погрешность измерений массовой доли хлористых солей в нефти, %, определяется по формуле

$$\Delta W_{X.C} = \pm 0,1 \cdot \frac{\sqrt{R_{X.C}^2 - 0,5 \cdot r_{X.C}^2}}{\rho_{изм} \cdot \sqrt{2}}, \quad (4)$$

$R_{X.C}$  – воспроизводимость метода определения массовой доли хлористых солей в нефти в соответствии с ГОСТ 21534-76 «Нефть. Методы определения содержания хлористых солей» (принимают равной удвоенному значению сходимости  $r_{X.C}$ ), мг/дм<sup>3</sup>;

$r_{X.C}$  – сходимость метода определения массовой доли хлористых солей в нефти в соответствии с ГОСТ 21534, мг/дм<sup>3</sup>;

$W_{M.B}$  – массовая доля воды в нефти, определенная в лаборатории по ГОСТ 2477, %;

$W_{X.C}$  – массовая доля хлористых солей в нефти, %, определенная по формуле

$$W_{X.C} = 0,1 \cdot \frac{\phi_{X.C}}{\rho_{изм}}, \quad (5)$$

$\phi_{X.C}$  – массовая концентрация хлористых солей в нефти, мг/дм<sup>3</sup>, определенная в лаборатории по ГОСТ 21534 (метод А);

$\rho_{изм}$  – плотность нефти при условиях измерений,  $\phi_{X.C}$ , кг/м<sup>3</sup>;

$W_{M.П}$  – массовая доля механических примесей в нефти, определенная в лаборатории по ГОСТ 6370, %.

6.5.3.2 Относительная погрешность измерений массы нетто нефти с применением СИКН не должна превышать  $\pm 0,35$  %.

## 7 Оформление результатов поверки

7.1 Результаты поверки оформляют протоколом согласно приложению Б.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке на СИКН в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории РФ.

На оборотной стороне свидетельства о поверке на СИКН указывают диапазон измерений расхода, пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы (брутто, нетто) нефти, пределы допускаемой относительной погрешности ИК массы и массового расхода нефти СИКН.

7.3 Знак поверки наносят на свидетельство о поверке на СИКН.

7.4 К свидетельству о поверке на СИКН 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 СИКН, с указанием их заводских номеров.

- протокол поверки на СИКН.

В случае периодической или внеочередной поверки измерительного компонента или СИКН в части отдельных ИК приложенные свидетельства о поверке заменяют на новые, при этом срок действия свидетельства о поверке на СИКН в части отдельных ИК устанавливается до окончания срока действия основного свидетельства о поверке на СИКН.

7.5 При отрицательных результатах поверки СИКН к эксплуатации не допускают, выдают извещение о непригодности в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории РФ.



**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Методика поверки СИКН в части отдельного**  
**измерительного канала массы и массового расхода**

Настоящий документ распространяется на СИКН и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки при эксплуатации СИКН в части отдельного ИК.

Поверку СИКН в части отдельного ИК проводят комплектным методом.

### **А.1 Операции поверки**

А.1.1 При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице А.1.

Таблица А.1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики
Внешний осмотр	А.6
Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)	А.7
Опробование	А.8
Определение метрологических характеристик	А.9

А.1.2 Если при проведении какой-либо операции поверки получен отрицательный результат, дальнейшую поверку не проводят.

### **А.2 Средства поверки**

При проведении поверки применяют средства поверки в соответствии с разделом 2.

### **А.3 Требования безопасности**

При проведении поверки соблюдают требования безопасности в соответствии с разделом 3.

### **А.4 Условия поверки СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода**

При определении относительной погрешности отдельного ИК массы и массового расхода соблюдают следующие условия

А.4.1. Работы проводят на месте эксплуатации комплектным методом.

А.4.2 Определение относительной погрешности ИК массы и массового расхода проводят в рабочем диапазоне расхода РМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода. Рабочий диапазон РМ определяет владелец СИКН и оформляет в виде справки произвольной формы. Справку, согласованную принимающей (сдающей) стороной, владелец представляет представителю сервисной организации и поверителю.

А.4.3 Изменение температуры измеряемой среды за время одного измерения не должно превышать 0,2 °С.

А.4.4 Изменение расхода измеряемой среды от установленного значения (в точке расхода) не должно превышать 2,5 %.

А.4.5 Избыточное давление измеряемой среды в конце технологической схемы рекомендуется устанавливать не менее 0,3 МПа.

## А.5 Подготовка к поверке СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода

А.5.1 Последовательно к РМ подключают ТПУ и подготавливают технологическую схему к гидравлическим испытаниям и проверке на герметичность в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКН.

А.5.2 Проверяют закрытое положение (при необходимости закрывают) дренажных и воздушных вентилях (кранов), установленных на технологических трубопроводах СИКН и ТПУ.

А.5.3 Устанавливают любое значение расхода в пределах рабочего диапазона, в технологической схеме создают максимальное рабочее давление, которое может быть при определении МХ. СИКН считают герметичной, если в течение 10 минут после создания давления не наблюдается течи измеряемой среды через фланцевые соединения, через сальники технологических задвижек (шаровых кранов), дренажных и воздушных вентилях (кранов).

А.5.4 Проверяют отсутствие протечек измеряемой среды через задвижки (шаровые краны), дренажных и воздушных вентилях (кранов) при их закрытом положении, негерметичность которых может повлиять на результаты определения МХ РМ. В случае отсутствия возможности проверки герметичности задвижек, вентилях (кранов) или при установлении наличия протечек, во фланцевые соединения устанавливают заглушки.

А.5.5 Проверяют отсутствие газа в технологической схеме. При любом значении расхода (в рабочем диапазоне) проводят несколько пусков шарового поршня ТПУ. Открывая воздушные вентиля, установленные на ТПУ, на верхних точках технологической схемы, в БИК, проверяют наличие газа, при необходимости газ выпускают. Считают, что газ в технологической схеме отсутствует, если из вентилях вытекает струя измеряемой среды без пузырьков газа.

А.5.6 Контролируют стабилизацию температуры измеряемой среды в технологической схеме, для чего при любом расходе проводят несколько последовательных пусков шарового поршня ТПУ. Температуру считают стабильной, если за один проход поршня изменение температуры не превышает 0,2 °С.

А.5.7 Подготавливают ТПУ и средства измерений, применяемые при определении относительной погрешности ИК массового расхода, к ведению работ согласно инструкциям по их эксплуатации.

А.5.8 При вводе РМ в эксплуатацию после ремонта или при использовании отдельного контроллера-вычислителя в качестве средства измерений, применяемого при определении относительной погрешности ИК массового расхода, (дополнительно к системе обработки информации (СОИ)) проводят следующие операции:

- выполняют конфигурирование импульсного выхода электронного преобразователя (далее – ПЭП) РМ: используя коммуникатор или соответствующее программное обеспечение в память ПЭП вводят максимальное значение диапазона расхода, установленного заводом-изготовителем для РМ  $Q_{\max}^{\text{заб}}$ , т/ч, и значение частоты  $f$ , Гц, условно соответствующее  $Q_{\max}^{\text{заб}}$ . Принимают:

$$f \leq f_{\text{вх max}} \leq f_{\text{вых}}^{\text{max}}, \quad (\text{А.1})$$

где  $f_{\text{вх max}}$  – максимальная входная частота ИВК (из технического описания), Гц;

$f_{\text{вых}}^{\text{max}}$  – максимальная выходная частота РМ, Гц.

Примечания:

1. При конфигурировании вместо  $Q_{\max}^{\text{заб}}$ , т/ч, допускается применять верхний предел рабочего диапазона расхода РМ, установленного в соответствии с требованиями п. А.4.2.

2. В память ИВК вводят значение коэффициента преобразования РМ по импульсному выходу

$KF_{\text{конф}}$ , имп/т, вычисляемого по формуле

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

- выполняют конфигурирование каналов измерений температуры, давления, плотности ИВК.

А.5.9 Проводят установку нуля РМ согласно заводской (фирменной) инструкции по эксплуатации данной модели РМ.

А.5.10 При использовании автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора, имеющего аттестованные алгоритмы для автоматической обработки результатов измерений при определении относительной погрешности ИК массового расхода, в АРМ оператора вводят исходные данные или проверяют достоверность и правильность ранее введенных исходных данных.

### **А.6 Внешний осмотр СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода**

При внешнем осмотре проверяют комплектность и внешний вид СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода.

А.6.1 Комплектность СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода должна соответствовать описанию типа СИКН и эксплуатационной документации.

А.6.2 При проверке внешнего вида СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода должны выполняться следующие требования:

- на компонентах ИК не должно быть механических повреждений, препятствующих ее применению и проведению поверки;
- надписи и обозначения на компонентах ИК должны быть четкими и читаемыми без применения технических средств, соответствовать технической документации.

СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода, не прошедшая внешний осмотр, к поверке не допускается.

### **А.7 Подтверждение соответствия ПО при поверке СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода**

А.7.1 Подтверждение соответствия ПО при поверке СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода проводят в соответствии с 6.2 данного документа.

### **А.8 Опробование СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода**

А.8.1 Опробование РМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода

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

- плотности измеряемой среды, измеренной ПП, кг/м<sup>3</sup>;
- температуры, °С, и давления, МПа, измеряемой среды в ТПУ и ПП, измеряемых соответствующими средствами измерений температуры и давления.

Устанавливают любое значение расхода в пределах рабочего диапазона, запускают поршень ТПУ и проводят пробное(ые) измерение(я).

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

- количества импульсов, выдаваемых РМ, имп.;
- времени прохождения поршнем калиброванного участка ТПУ, с.

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

## А.9 Определение метрологических характеристик СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода

А.9.1 Определение относительной погрешности ИК массы и массового расхода при комплектной поверке.

Определение относительной погрешности ИК массы и массового расхода и обработка результатов измерений соответствует алгоритму, приведенному в МИ 3151-2008 «ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с поточным преобразователем плотности».

А.9.1.1 Относительную погрешность ИК массы и массового расхода определяют при крайних значениях расхода рабочего диапазона РМ, входящего в состав ИК, и значениях, установленных с интервалом 25-30 % от максимального расхода рабочего диапазона.

Допускается определение относительной погрешности проводить в трех точках рабочего диапазона РМ: при минимальном  $Q_{\min}$ , т/ч, среднем  $[0,5 \times (Q_{\min} + Q_{\max})]$ , т/ч, и максимальном  $Q_{\max}$ , т/ч, значениях расхода. Требуемые значения расхода, начиная от  $Q_{\min}$ , т/ч, в сторону увеличения или от  $Q_{\max}$ , т/ч, в сторону уменьшения.

Примечание – Значение расхода  $Q_{\min}$ , т/ч, не должно быть менее расхода, при котором проведена проверка на отсутствие протечек ТПУ (из действующего протокола поверки ТПУ).

А.9.1.2 Устанавливают требуемый расход  $Q_j$ , т/ч, значение которого контролируют по ТПУ.

А.9.1.2.1 После установления расхода запускают поршень, измеряют время прохождения поршня по калиброванному участку ТПУ и вычисляют значение расхода в j-ой точке расхода  $Q_{ТПУj}$ , т/ч, по формуле

$$Q_{ТПУj} = \frac{V_0^{ТПУ} \cdot 3600}{T_j} \cdot \rho_j^{ПП} \cdot 10^{-3}, \quad (A.3)$$

где  $V_0^{ТПУ}$  – вместимость калиброванного участка ТПУ согласно свидетельству о поверке ТПУ, м<sup>3</sup>;

$T_j$  – время прохождения поршнем калиброванного участка ТПУ в j-ой точке расхода, с;

$\rho_j^{ПП}$  – плотность нефти, измеренная ПП при установлении расхода в j-ой точке, кг/м<sup>3</sup>.

Примечание – Если АРМ оператора (или УОИ) оснащено соответствующими алгоритмами по А.5.10, то значение расхода  $Q_{ТПУij}$ , т/ч, рекомендуется вычислять по формуле

$$Q_{ТПУij} = \frac{V_{np\ ij}^{ТПУ} \cdot 3600}{T_{ij}} \cdot \rho_{np\ ij}^{ПП} \cdot 10^{-3}, \quad (A.4)$$

где  $V_{np\ ij}^{ТПУ}$  – вместимость калиброванного участка ТПУ при i-ом измерении в j-ой точке расхода, приведенная к рабочим условиям в ТПУ, м<sup>3</sup>;

$T_{ij}$  – время прохождения поршнем калиброванного участка ТПУ при i-ом измерении в j-ой точке расхода, с;

$\rho_{np\ ij}^{ПП}$  – плотность нефти при i-ом измерении в j-ой точке расхода, измеренная ПП и приведенная к рабочим условиям в ТПУ, кг/м<sup>3</sup>.

Значения  $V_{np\ ij}^{ТПУ}$ , м<sup>3</sup>, и  $\rho_{np\ ij}^{ПП}$ , кг/м<sup>3</sup>, определяют по формуле (А.8) и (А.9) соответственно.

А.9.1.2.2 Проверяют выполнение условия

$$\left| \frac{Q_j - Q_{ТПУj}}{Q_{ТПУj}} \right| \cdot 100 \leq 2,0 \%. \quad (A.5)$$

А.9.1.2.3 В случае невыполнения условия (А.5) корректируют расход, контролируя его значение по А.9.1.2.1 и А.9.1.2.2.

После стабилизации расхода и температуры нефти в j-ой точке расхода проводят серию измерений, последовательно запуская поршень ТПУ.

Количество измерений в каждой j-ой точке расхода  $n_j$ : не менее 5-ти.

А.9.1.4 Для каждого i-го измерения в каждой j-ой точке расхода регистрируют (отсчитывают) и записывают в протокол поверки СИКН, рекомендуемая форма которого приведена в Приложении Б:

- время прохождения поршнем калиброванного участка ТПУ,  $T_{ij}$ , с;
- значение массового расхода  $Q_{ij}$ , т/ч;

Примечания:

1 Расход  $Q_{ij}$ , т/ч, вычисляют по формуле (А.3).

2 При реализации ГХ РМ в СОИ в виде линейно-кусочной аппроксимации рекомендуется дополнительно регистрировать выходную частоту РМ.

- количество импульсов, выдаваемое РМ за время одного измерения,  $N_{ij}^{mac}$ , имп.;
- значения температуры,  $t_{ij}^{-ТПУ}$ , °С, и давления  $\bar{P}_{ij}^{-ТПУ}$ , МПа в ТПУ;

Примечание – Значения  $t_{ij}^{-ТПУ}$ , °С, и  $\bar{P}_{ij}^{-ТПУ}$ , МПа, вычисляют по алгоритму

$$\bar{a} = 0,5 \cdot (a_{ex} + a_{вых}), \quad (A.6)$$

где  $\bar{a}$  – среднее арифметическое значение параметра ( $t_{ij}^{-ТПУ}$ , °С, и  $\bar{P}_{ij}^{-ТПУ}$ , МПа);

$a_{ex}$ ,  $a_{вых}$  – значения параметров (температуры и давления), измеренные соответствующими СИ, установленными на входе и выходе ТПУ.

- значение плотности нефти, измеренное ПП  $\rho_{ij}^{ПП}$ , кг/м<sup>3</sup>;
- значения температуры и давления нефти в ПП  $t_{ij}^{ПП}$ , °С и  $P_{ij}^{ПП}$ , МПа, соответственно.

## А.9.2 Обработка результатов измерений

### А.9.2.1 Определение параметров ГХ РМ

А.9.2.1.1 При любом способе реализации ГХ (в ПЭП или СОИ) для каждого i-го измерения в j-ой точке расхода вычисляют значение массы нефти  $M_{ij}^{ps}$ , т, используя результаты измерений ТПУ и ПП, по формуле

$$M_{ij}^{ps} = V_{npj}^{-ТПУ} \cdot \rho_{npj}^{ПП} \cdot 10^{-3}, \quad (A.7)$$

где  $V_{npj}^{-ТПУ}$  – вместимость калиброванного участка ТПУ при i-ом измерении в j-ой точке расхода, приведенная к рабочим условиям в ТПУ, м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$V_{npj}^{-ТПУ} = V_0^{-ТПУ} \cdot \left[ 1 + 3\alpha_t \cdot (t_{ij}^{-ТПУ} - 20) \right] \cdot \left( 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot \bar{P}_{ij}^{-ТПУ} \right), \quad (A.8)$$

где  $\alpha_t$  – коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, °С<sup>-1</sup>, определяют по таблице А.2;

$E$  – модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа;

$D$  и  $s$  – диаметр и толщина стенок калиброванного участка ТПУ соответственно, мм (из эксплуатационной документации на ТПУ).

Таблица А.2 – Коэффициенты линейного расширения и значения модуля упругости материала стенок ТПУ

Материал стенок ТПУ	$\alpha_t$ , °С <sup>-1</sup>	$E$ , МПа
Сталь углеродистая	$11,2 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^5$

Окончание таблицы А.2

Материал стенок ТПУ	$\alpha_i, ^\circ\text{C}^{-1}$	$E, \text{МПа}$
Сталь легированная	$11,0 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая	$16,6 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^5$
Латунь	$17,8 \cdot 10^{-6}$	-
Алюминий	$24,5 \cdot 10^{-6}$	-
Медь	$17,4 \cdot 10^{-6}$	-

Примечание – Если значения  $\alpha_i$  и  $E$  приведены в паспорте ТПУ, то в расчетах используют паспортные значения

$\rho_{npj}^{пп}$  – плотность нефти при  $i$ -ом измерении в  $j$ -ой точке расхода, измеренная ПП и приведенная к рабочим условиям в ТПУ,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , вычисляют по формуле

$$\rho_{npj}^{пп} = \rho_{ij}^{пп} \cdot \left[ 1 + \beta_{\text{ж}ij} \cdot (t_{ij}^{пп} - t_{ij}^{\text{ТПУ}}) \right] \cdot \left[ 1 + \gamma_{\text{ж}ij} \cdot (\bar{P}_{ij}^{\text{ТПУ}} - P_{ij}^{пп}) \right], \quad (\text{A.9})$$

где  $\beta_{\text{ж}ij}$  – коэффициент объемного расширения нефти,  $^\circ\text{C}^{-1}$ , значение которого определяют по Р 50.2.076;

$\gamma_{\text{ж}ij}$  – коэффициент сжимаемости измеряемой среды,  $\text{МПа}^{-1}$ , значение которого определяют по Р 50.2.076.

Дальнейшую обработку результатов измерений проводят в зависимости от способа реализации ГХ.

#### А.9.2.1.2 ГХ реализуют в ПЭП

Для каждого  $i$ -го измерения в  $j$ -ой точке расхода вычисляют значение массы нефти, измеренное РМ  $M_{ij}^{\text{мас}}$ , т, по формуле

$$M_{ij}^{\text{мас}} = \frac{N_{ij}^{\text{мас}}}{KF_{\text{конф}}}. \quad (\text{A.10})$$

Вычисляют коэффициент коррекции измерений массы (mass-factor) (далее – коэффициент коррекции) для  $i$ -го измерения в  $j$ -ой точке расхода  $MF_{ij}$  по формуле

$$MF_{ij} = \frac{M_{ij}^{\text{рз}}}{M_{ij}^{\text{мас}}} \cdot MF_{\text{дван}}^{\text{узм}}. \quad (\text{A.11})$$

где  $MF_{\text{дван}}^{\text{узм}}$  – коэффициент коррекции измерений массы, установленный в ПЭП по результатам предыдущей поверки или определения МХ.

Примечание – Перед вводом РМ в эксплуатацию или после замены ПЭП значение  $MF_{\text{дван}}^{\text{узм}}$  принимают равным 1.

Вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента коррекции в  $j$ -ой точке расхода  $\overline{MF}_j$  по формуле

$$\overline{MF}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MF_{ij}}{n_j}, \quad (\text{A.12})$$

где  $n_j$  – количество измерений в  $j$ -ой точке расхода.

Оценивают среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов вычислений средних арифметических значений коэффициентов коррекции для точек расхода в рабочем диапазоне  $S_{\text{дван}}^{\text{MF}}$ , %, по

формуле

$$S_{\text{диап}}^{MF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{MF_{ij} - \overline{MF}_j}{\overline{MF}_j} \right)^2}{\sum n_j - 1}} \cdot 100, \quad (\text{A.13})$$

где  $\sum n_{ij}$  – суммарное количество измерений в рабочем диапазоне;

$m$  – количество точек разбиения рабочего диапазона.

Проверяют выполнение условия

$$S_{\text{диап}}^{MF} \leq 0,03 \%. \quad (\text{A.14})$$

В случае невыполнения условия (A.14) в какой-либо точке расхода дальнейшую обработку результатов измерений прекращают, выясняют и устраняют причины, вызвавшие невыполнение условия (A.14). Повторно проводят операции по А.9.1.1-А.9.1.4.

При выполнении условия (A.14) проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

Вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента коррекции для РМ в рабочем диапазоне расхода  $MF_{\text{диап}}^{\text{РМ}}$  по формуле

$$MF_{\text{диап}}^{\text{РМ}} = \frac{\sum_{j=1}^m \overline{MF}_j}{m}, \quad (\text{A.15})$$

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

$$K_{\text{гр}} = K_{\text{гр}}^{\text{ПЭП}} \cdot MF_{\text{диап}}^{\text{РМ}}, \quad (\text{A.16})$$

где  $K_{\text{гр}}^{\text{ПЭП}}$  – градуировочный коэффициент, определенный при предыдущей поверке или заводской калибровке или определении МХ и установленный в ПЭП.

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

#### А.9.2.1.3 ГХ реализуют в СОИ

Вычисляют коэффициент преобразования для  $i$ -го измерения в  $j$ -ой точке расхода  $KF_{ij}$ , имп/т, по формуле

$$KF_{ij} = \frac{N_{ij}^{\text{мас}}}{M_{ij}^{\text{рз}}}. \quad (\text{A.17})$$

Вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента преобразования в  $j$ -ой точке расхода  $\overline{KF}_j$  по формуле

$$\overline{KF}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} KF_{ij}}{n_j}, \quad (\text{A.18})$$

В зависимости от вида реализации ГХ в СОИ вычисляют СКО результатов определений средних арифметических значений коэффициента преобразования для точек расхода:

- в рабочем диапазоне  $S_{\text{диап}}^{KF}$ , %, если ГХ реализуют в виде постоянного значения коэффициента преобразования в рабочем диапазоне, по формуле

$$S_{\text{дан}}^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{KF_{ij} - \overline{KF}_j}{\overline{KF}_j} \right)^2}{\sum n_j - 1}} \cdot 100, \quad (\text{A.19})$$

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

$$S_k^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=k}^{k+1} \sum_{i=1}^{n_j} \left( \frac{KF_{ij} - \overline{KF}_j}{\overline{KF}_j} \right)^2}{\sum (n_j + n_{j+1} - 1)_k}} \cdot 100, \quad (\text{A.20})$$

Проверяют выполнение условия

$$S_{\text{дан}}^{KF}; S_k^{KF} \leq 0,03 \%. \quad (\text{A.21})$$

В случае невыполнения условия (A.21) в какой-либо точке расхода дальнейшую обработку результатов измерений прекращают, выясняют и устраняют причины, вызвавшие невыполнение условия (A.19). Повторно проводят операции по А.9.1.1-А.9.1.4.

При выполнении условия (A.21) проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

Если ГХ РМ реализуют в виде постоянного значения коэффициента преобразования в рабочем диапазоне, то вычисляют среднее значение коэффициента преобразования для рабочего диапазона  $KF_{\text{дан}}$ , имп/т по формуле

$$KF_{\text{дан}} = \frac{\sum_{j=1}^m \overline{KF}_j}{m}, \quad (\text{A.22})$$

#### А.9.2.2 Определение погрешностей при реализации ГХ РМ в ПЭП

А.9.2.2.1 При реализации ГХ в ПЭП составляющие погрешности и относительную погрешность определяют для рабочего диапазона.

А.9.2.2.2 Случайную составляющую погрешности  $\varepsilon$ , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon = t_{(P,n)} \cdot S_{\text{дан}}^{MF}, \quad (\text{A.23})$$

где  $t_{(P,n)}$  – квантиль распределения Стьюдента (коэффициент, зависящий от доверительной вероятности  $P$  и количества измерений  $n$  ( $n = \sum n_j$ )), значение которого определяют по таблице А.3;

$S_{\text{дан}}^{MF}$  – значение СКО, вычисленное по формуле (А.13).

Таблица А.3 – Значения квантиля распределения Стьюдента  $t_{(P,n)}$  при  $P = 0,95$

$n-1$	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$t_{(P,n)}$	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,203	2,179	2,162	2,145	2,132	2,120

Продолжение таблицы А.3

$n-1$	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
$t_{(P,n)}$	2,110	2,101	2,093	2,086	2,080	2,07	2,07	2,06	2,06	2,06	2,05	2,05

А.9.2.2.3 Систематическую составляющую погрешности  $\Theta_{\Sigma}$ , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ПВ}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\Theta_t)^2 + (\delta_K^{\text{ВОИ}})^2 + (\Theta_{\text{дан}}^{\text{MF}})^2 + (\delta_0^{\text{макс}})^2}, \quad (\text{A.24})$$



где  $\delta_{ТПУ}$  – пределы допускаемой относительной погрешности ТПУ, % (из свидетельства о поверке);

$\delta_{ПП}$  – пределы допускаемой относительной погрешности ПП, %;

$\Theta_t$  – дополнительная составляющая систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_t = \beta_{ж\max} \cdot \sqrt{(\Delta t_{ТПУ})^2 + (\Delta t_{ПП})^2} \cdot 100, \quad (A.25)$$

где  $\beta_{ж\max}$  – максимальное значение из ряда значений  $\beta_{жij}$ ;

$\Delta t_{ТПУ}, \Delta t_{ПП}$  – пределы допускаемых абсолютных погрешностей средств измерений температуры, применяемых в процессе определения относительной погрешности для измерений температуры измеряемой среды в ТПУ и ПП, соответственно, °С (из действующих свидетельств о поверке или описания типа);

$\delta_K^{yOH}$  – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при вычислении коэффициента преобразования РМ, % (из свидетельства о поверке или описания типа);

$\Theta_{\text{дван}}^{MF}$  – составляющая систематической погрешности РМ, вызванная усреднением (аппроксимацией) коэффициента коррекции  $MF_{\text{дван}}$  в рабочем диапазоне, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{\text{дван}}^{MF} = \left| \frac{\overline{MF}_j - MF_{\text{дван}}}{MF_{\text{дван}}} \right|_{\max} \cdot 100, \quad (A.26)$$

$\delta_0^{mac}$  – значение относительной погрешности стабильности нуля РМ, %, вычисляют по формуле

$$\delta_0^{mac} = \frac{2 \cdot ZS}{Q_{\min} + Q_{\max}}, \quad (A.27)$$

где  $ZS$  – значение стабильности нуля, т/ч (из описания типа РМ).

Примечания:

1 При определении относительной погрешности ИК массового расхода на месте эксплуатации дополнительной систематической погрешностью РМ, вызванной изменением давления измеряемой среды при эксплуатации от значения, имеющего место при определении относительной погрешности ИК массового расхода, пренебрегают.

А.9.2.2.4 Относительную погрешность ИК  $\delta$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\Theta_{\Sigma} + \varepsilon) & \text{если } 0,8 \leq \Theta_{\Sigma} / S_{\text{дван}}^{MF} \leq 8 \\ \Theta_{\Sigma} & \text{если } \Theta_{\Sigma} / S_{\text{дван}}^{MF} > 8 \end{cases}, \quad (A.28)$$

где  $Z_{(P)}$  – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности  $P$  и величины соотношения  $\Theta_{\Sigma} / S_{\text{дван}}^{MF}$ , значение которого определяют по таблице А.4.

Таблица А.4 – Значение коэффициента  $Z_{(P)}$  при  $P = 0,95$

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

А.9.2.3 Определение погрешностей при реализации ГХ РМ в СОИ в виде постоянного значения коэффициента преобразования

А.9.2.3.1 При реализации ГХ РМ в СОИ в виде постоянного значения коэффициента преобразования составляющие погрешности и относительную погрешность определяют для рабочего диапазона.

Случайную составляющую погрешности  $\varepsilon$ , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon = t_{(P,n)} \cdot S_{\text{дван}}^{KF}, \quad (\text{A.29})$$

где  $S_{\text{дван}}^{KF}$  – значение СКО, вычисленное по формуле (A.19).

Примечание – При определении  $t_{(P,n)}$  принимают:  $n = \Sigma n_j$ .

Систематическую составляющую погрешности  $\Theta_{\Sigma}$ , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ППУ}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\Theta_t)^2 + (\delta_K^{\text{YOИ}})^2 + (\Theta_{\text{дван}}^{KF})^2 + (\delta_0^{\text{mac}})^2}, \quad (\text{A.30})$$

где  $\Theta_{\text{дван}}^{KF}$  – составляющая систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией ГХ РМ в рабочем диапазоне расхода, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{\text{дван}}^{KF} = \left| \frac{\overline{KF}_j - KF_{\text{дван}}}{KF_{\text{дван}}} \right|_{\text{max}} \cdot 100, \quad (\text{A.31})$$

Относительную погрешность ИК массы и массового расхода  $\delta$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\Theta_{\Sigma} + \varepsilon) & \text{если } 0,8 \leq \Theta_{\Sigma} / S_{\text{дван}}^{KF} \leq 8 \\ \Theta_{\Sigma} & \text{если } \Theta_{\Sigma} / S_{\text{дван}}^{KF} > 8 \end{cases}, \quad (\text{A.32})$$

где  $Z_{(P)}$  – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности Р и величины соотношения  $\Theta_{\Sigma} / S_{\text{дван}}^{KF}$ , значение которого определяют по таблице А.4.

А.9.2.4 Определение погрешностей при реализации ГХ РМ в СОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации

А.9.2.4.1 При реализации ГХ РМ в СОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации составляющие погрешности и относительную погрешность определяют для каждого к-го поддиапазона расхода.

Случайную составляющую погрешности  $\varepsilon_k$ , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_k = t_{(P,n)} \cdot S_k^{KF}, \quad (\text{A.33})$$

где  $S_k^{KF}$  – значение СКО, вычисленное по формуле (A.19).

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

Систематическую составляющую погрешности  $\Theta_{\Sigma k}$ , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma k} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ППУ}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\Theta_t)^2 + (\delta_K^{\text{YOИ}})^2 + (\Theta_k^{KF})^2 + (\delta_{0k}^{\text{mac}})^2}, \quad (\text{A.34})$$

где  $\Theta_k^{KF}$  – составляющая систематической погрешности, обусловленная аппроксимацией ГХ РМ в к-ом поддиапазоне расхода, %, вычисляют по формуле

$$\Theta_k^{KF} = \frac{1}{2} \cdot \left| \frac{\overline{KF}_j - \overline{KF}_{j+1}}{\overline{KF}_j + \overline{KF}_{j+1}} \right|_{(k)} \cdot 100, \quad (\text{A.35})$$

$\delta_{0k}^{\text{mac}}$  – значение относительной погрешности стабильности нуля РМ в к-ом поддиапазоне расхода, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{0k}^{\text{mac}} = \frac{2 \cdot ZS}{Q_{k \text{ min}} + Q_{k \text{ max}}}, \quad (\text{A.36})$$

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

Относительную погрешность ИК  $\delta_k$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_k = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\Theta_{\Sigma k} + \varepsilon_k) & \text{если } 0,8 \leq \Theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} \leq 8 \\ \Theta_{\Sigma k} & \text{если } \Theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} > 8 \end{cases}, \quad (\text{A.37})$$

где  $Z_{(P)}$  – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности  $P$  и величины соотношения  $\Theta_{\Sigma} / S_k^{KF}$ , значение которого определяют по таблице А.4.

#### А.9.3 Оценивание относительной погрешности ИК массы и массового расхода

Оценивают значения относительных погрешностей в зависимости от способа и вида реализации ГХ, для чего проверяют выполнение условия

- для контрольно-резервного РМ, используемого в качестве контрольного

$$(|\delta|, |\delta_k|) \leq 0,20 \% ; \quad (\text{A.38})$$

- для рабочих и контрольно-резервного РМ, используемого в качестве резервного

$$(|\delta|, |\delta_k|) \leq 0,25 \% \quad (\text{A.39})$$

При выполнении условий (А.38) и (А.39) ИК массы и массового расхода допускается к применению.

Если условия (А.38) и (А.39) не выполняются, то выясняют причины, устраняют их и проводят повторные операции согласно разделу А.9.

При невыполнении одного из условий (А.38) или (А.39) рекомендуется: - увеличить количество измерений в точках расхода;- уменьшить рабочий диапазон, если ГХ РМ реализуется в ПЭП в виде постоянного значения градуировочного коэффициента ( $K_{zp}$ ) или коэффициента коррекции (meter-factor -  $MF_{\text{дiana}}$ ), или в СОИ в виде постоянного значения  $K$ -фактора в рабочем диапазоне ( $KF_{\text{дiana}}$ , имп/т);

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

### А.10 Оформление результатов поверки СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода

А.10.1 Результаты поверки СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода оформляют в протоколе поверки СИКН согласно приложению Б. При оформлении протокола поверки средствами вычислительной техники или вручную, допускается оформление протокола в измененном виде.

А.10.2 При невыполнении условий А.38 и (или) А.39 п. А.9.3 Приложения А данного документа, СИКН признается непригодной к дальнейшей эксплуатации, в части ИК непрошедших поверку и на нее выдают извещение о непригодности в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории РФ, с указанием причин непригодности. В приложении к извещению о непригодности указывают перечень и состав ИК с указанием наименования и номера ИК, а также перечень измерительных компонентов, входящих в состав ИК, с указанием их заводских номеров.

## Приложение Б

Стр. \_ из \_

(рекомендуемое)

Форма протокола поверки СИКН

### ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № \_\_\_\_\_

Наименование средства измерений: \_\_\_\_\_

Тип, модель, изготовитель: \_\_\_\_\_

Заводской номер: \_\_\_\_\_

Владелец: \_\_\_\_\_

Наименование и адрес заказчика: \_\_\_\_\_

Методика поверки: \_\_\_\_\_

Место проведения поверки: \_\_\_\_\_

Поверка выполнена с применением: \_\_\_\_\_

Условия проведения поверки:

Температура окружающей среды: \_\_\_\_\_

Атмосферное давление: \_\_\_\_\_

Относительная влажность: \_\_\_\_\_

### РЕЗУЛЬТАТЫ ПОВЕРКИ

1 Внешний осмотр: \_\_\_\_\_

(соответствует/не соответствует)

2 Подтверждение соответствия программного обеспечения \_\_\_\_\_

(соответствует/не соответствует)

3 Опробование: \_\_\_\_\_

(соответствует/не соответствует)

4 Определение (контроль) метрологических характеристик

4.1 Определение метрологических характеристик СИКН в части отдельного ИК массы и массового расхода

РМ: Датчик: Тип \_\_\_\_\_ Зав. № \_\_\_\_\_  
 Преобразователь: Тип \_\_\_\_\_ Зав. № \_\_\_\_\_  
 ТПУ: Тип \_\_\_\_\_ Зав. № \_\_\_\_\_ Разряд \_\_\_\_\_ Дата поверки \_\_\_\_\_  
 ПП: Тип \_\_\_\_\_ Зав. № \_\_\_\_\_ Дата поверки \_\_\_\_\_  
 Измеряемая среда \_\_\_\_\_

Таблица 1– Исходные данные

Детекторы	ТПУ							ПП		ИВК		РМ
	$V_0^{ТПУ}$ , м <sup>3</sup>	$D$ , мм	$s$ , мм	$E$ , МПа	$\alpha_t$ , °C <sup>-1</sup>	$\delta_{ТПУ}$ , %	$\Delta t_{ТПУ}$ , °C	$\delta_{ПП}$ , %	$\Delta t_{ПП}$ , °C	$\delta_k^{VOИ}$ , %	$KF_{конф}$ , имп/т	$ZS$ , т/ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Таблица 2 – Результаты единичных измерений и вычислений

№ точ/ № изм. (j/i)	$Q_j$ , т/ч	$f_{ij}$ , Гц	Результаты измерений								Результаты вычислений					
			по ТПУ			по ПП			по РМ							
			Де- тек- торы	$T_{ij}$ , °C	$t_{ij}^{ТПУ}$ , °C	$\bar{P}_{ij}^{ТПУ}$ , МПа	$\rho_{ij}^{ПП}$ , кг/м <sup>3</sup>	$t_{ij}^{ПП}$ , °C	$P_{ij}^{ПП}$ , МПа	$N_{ij}^{мас}$ , имп.	$V_{пр ij}^{ТПУ}$ , м <sup>3</sup>	$\rho_{пр ij}^{ПП}$ , кг/м <sup>3</sup>	$M_{ij}^{рo}$ , Т	$M_{ij}^{мас}$ , Т	$MF_{ij}$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1/1																
...																
1/n <sub>1</sub>																
...																
m/1																
...																
m/n <sub>m</sub>																

Таблица 3 – Значения коэффициентов, использованных при вычислениях

$t_{(P,n)}$	$Z_{(P)}$
1	2

Таблица 4 – Результаты вычислений при реализации ГХ в ПЭП

Точка расхода (j)	$\bar{Q}_j$ , т/ч	$\overline{MF}_j$	$S_{дист}^{MF}$ , %	$\delta_0^{мас}$ , %	$MF_{дист}$	$K_{зр}$	$\varepsilon$ , %	$\Theta_{\Sigma}$ , %	$\delta$ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									
...									
m									

Таблица 5 – Результаты вычислений при реализации ГХ в СОИ в виде кусочно – линейной аппроксимации значений  $\overline{KF}_j$

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

Примечание – Форму таблицы 4 выбирают в зависимости от способа и вида реализации ГХ РМ.

Относительная погрешность ИК массы и массового расхода измеряемой среды (с контрольно-резервным/рабочим РМ) установленным в описании типа СИКН пределам \_\_\_\_\_  
(соответствует/не соответствует)

Подпись лица, проводившего работы \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
подпись И.О. Фамилия

Дата проведения работы « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

