



## ООО ЦМ «СТП»

Уникальный номер записи об аккредитации в реестре  
аккредитованных лиц RA.RU.311229

**«СОГЛАСОВАНО»**

Технический директор по испытаниям  
ООО ЦМ «СТП»

В.В. Фефелов



2021 г.

### Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерений количества и показателей качества нефтепродуктов № 1255

### МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2708/2-311229-2021

г. Казань  
2021

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и показателей качества нефтепродуктов № 1255 (далее – СИКН), заводской № 1255, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 СИКН соответствует требованиям к средству измерений (далее – СИ), установленным Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной Приказом Росстандарта от 7 февраля 2018 года № 256, и прослеживается к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2017.

1.3 Метрологические характеристики СИ, входящих в состав СИКН, подтверждаются сведениями о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Метрологические характеристики СИКН определяются на месте эксплуатации расчетным методом.

1.4 Если очередной срок поверки СИ, входящих в состав СИКН, наступает до очередного срока поверки СИКН или появилась необходимость проведения периодической или внеочередной поверки СИ, входящих в состав СИКН, то поверяют только эти СИ, при этом внеочередную поверку СИКН не проводят.

1.5 Поверку СИКН проводят в диапазоне измерений, указанном в описании типа, или фактически обеспечиваемым при поверке диапазоне измерений с обязательной передачей сведений об объеме проведенной поверки в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ). Фактический диапазон измерений СИКН не может превышать диапазон измерений, указанный в описании типа СИКН.

## 2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр СИ	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование СИ	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения СИ	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик СИ	10	Да	Да
Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки СИ	12	Да	Да

При получении отрицательного результата по какому-либо пункту методики поверки поверку прекращают.

## 3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 Поверку проводят при условиях, сложившихся на момент проведения поверки и удовлетворяющих условиям эксплуатации СИКН и средств поверки.

Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав СИКН, проводят при условиях, предусмотренных методиками поверки СИ, входящих в состав СИКН.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К работе по поверке должны допускаться лица:

- достигшие 18-летнего возраста;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности в установленном порядке;
- изучившие эксплуатационную документацию СИКН, СИ, входящие в состав СИКН, и средства поверки;
- изучившие требования безопасности, действующие на территории объекта, а также предусмотренные «Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей».

#### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки СИКН применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
7 – 10	СИ температуры окружающей среды, диапазон измерений от 15 до 30 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
	СИ относительной влажности окружающей среды, диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 5$ %	
	СИ атмосферного давления, диапазон измерений от 84 до 107 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	
10.2	Рабочий эталон единицы объемного расхода жидкости 1-го или 2-го разряда в соответствии с частью 2 приказа Росстандарта от 7 февраля 2018 года № 256	Установка поверочная трубопоршневая двунаправленная OGSB (регистрационный номер в ФИФОЕИ 62207-15) (далее – ТПУ)

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик СИКН с требуемой точностью.

5.3 Применяемые эталоны и СИ должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

#### 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования правил безопасности при эксплуатации средств поверки и СИКН, приведенных в их эксплуатационных документах, и инструкций по охране труда, действующих на объекте.

6.2 К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, инструкции (руководства) по эксплуатации СИКН и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

## **7 Внешний осмотр средства измерений**

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ и комплектность СИКН;
- пломбировку СИ, входящих в состав СИКН (при наличии информации в описании типа СИ об указании мест и способов ограничения доступа к местам настройки (регулировки));

- отсутствие механических повреждений СИКН, препятствующих ее применению;
- четкость надписей и обозначений.

7.2 Поверку продолжают, если:

- состав СИ и комплектность СИКН соответствуют описанию типа СИКН;
- пломбировка СИ, входящих в состав СИКН, выполнена в соответствии со сведениями в их описаниях типа;

- отсутствуют механические повреждения СИКН, препятствующие ее применению;
- надписи и обозначения четкие.

## **8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений**

8.1 Выполняют следующие подготовительные операции:

- проверяют наличие заземления СИ, работающих под напряжением;
- средства поверки и СИКН устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;

- осуществляют соединение и подготовку к проведению измерений средств поверки и СИКН в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

8.2 Проверяют наличие информации о положительных результатах поверки в ФИФОЕИ и действующих знаков поверки на все средства поверки.

8.3 Для средств поверки, аттестованных в качестве эталонов, в ФИФОЕИ проверяют информацию о периодической аттестации.

8.4 Собирают и заполняют нефтепродуктом технологическую схему. Оперативным персоналом путем визуального осмотра проверяется отсутствие утечек через фланцевые, резьбовые и уплотнительные соединения элементов технологической схемы СИКН. На элементах технологической схемы СИКН не должно наблюдаться следов нефтепродуктов. При обнаружении следов нефтепродуктов поверку прекращают и принимают меры по устранению утечки.

8.5 Проверяют отсутствие сообщений об ошибках и соответствие текущих измеренных СИКН значений температуры, давления, плотности, массового расхода нефтепродуктов данным, отраженным в описании типа СИКН.

8.6 Результаты опробования считают положительными, если отсутствуют сообщения об ошибках и текущие измеренные СИКН значения измеряемых параметров находятся внутри диапазонов измерений, отраженных в описании типа СИКН.

## **9 Проверка программного обеспечения средства измерения**

9.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

9.1.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) СИКН, реализованном в измерительно-вычислительном комплексе (далее – ИВК), проводят в следующей последовательности:

- вызвать экранную форму «Основное окно» нажатием одноименной кнопки в верхнем меню экрана панели оператора;

- вызвать экранную форму «Сведения о ПО» с помощью одноименной кнопки, расположенной на экранной форме «Основное меню»;

- на экранной форме «Сведения о ПО» в виде таблицы отображаются идентификационные данные метрологически значимой части ПО ИВК. Метрологически

значимая часть ПО представлена набором программных модулей, выполняющих определенные вычислительные операции;

– идентификация каждого модуля производится по идентификационному наименованию номеру версии и цифровому идентификатору.

9.1.2 Результаты проверки идентификационных данных ПО СИКН считают положительными, если идентификационные данные ПО СИКН соответствуют указанным в описании типа СИКН.

## **10 Определение метрологических характеристик средства измерений**

10.1 Проверяют наличие сведений о поверке СИ, входящих в состав СИКН. СИ, входящие в состав СИКН, на момент проведения поверки СИКН должны быть поверены в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории РФ. Поверка счетчиков-расходомеров массовых (далее – СРМ) должна быть проведена на месте эксплуатации в составе СИКН, при этом определение относительной погрешности измерений массового расхода (массы) СРМ по 7.3.4 РТ-МП-6022-449-2019 должно быть проведено в соответствии с пунктом 10.2 настоящей методики поверки.

### **10.2 Определение метрологических характеристик СРМ**

10.2.1 Операции по 10.2 проводятся при определении метрологических характеристик СРМ на месте эксплуатации в составе СИКН по 7.3.4 РТ-МП-6022-449-2019 при поверке СРМ.

10.2.2 Последовательно к СРМ подключают ТПУ и подготавливают технологическую схему к гидравлическим испытаниям и проверке на герметичность.

#### **10.2.3 Используют один из двух вариантов подключения СРМ к ТПУ:**

– вариант 1: рабочий СРМ подключают последовательно с контрольно-резервным. При этом варианте измерения массы нефтепродуктов, проходящей (прошедшей) через технологическую поверочную схему, рекомендуется проводить, используя контрольно-резервный СРМ;

– вариант 2: СРМ подключают к ТПУ.

10.2.4 Включают в работу поточный преобразователь плотности (далее – ПП) из состава СИКН, выполнив соответствующие технологические переключения.

10.2.5 Технологические переключения по 10.2.2 – 10.2.4 проводят с соблюдением требований эксплуатационной документации СИКН.

10.2.6 Проверяют закрытое положение (при необходимости закрывают) дренажных и воздушных вентилей (кранов), установленных на технологических трубопроводах СИКН, ТПУ и в блоке измерений показателей качества (далее – БИК).

10.2.7 Устанавливают любое значение расхода в пределах рабочего диапазона, в технологической схеме поверки создают максимальное рабочее давление, которое может быть при поверке. СИКН считают испытанной на герметичность, если в течение 10 минут после создания давления не наблюдается течи рабочей жидкости через фланцевые соединения, через сальники технологических задвижек (шаровых кранов), дренажных и воздушных вентилей (кранов).

10.2.8 Проверяют отсутствие протечек рабочей жидкости через запорные органы задвижек (шаровых кранов), дренажных и воздушных вентилей (кранов) при их закрытом положении. В случае отсутствия возможности проверки герметичности запорных органов задвижек, вентилей (кранов) или при установлении наличия протечек во фланцевые соединения устанавливают металлические заглушки («блины»).

10.2.9 Проверяют отсутствие воздуха (газа) в технологической схеме. При любом значении расхода (в рабочем диапазоне) проводят несколько пусков шарового поршня ТПУ. Открывая воздушные вентили, установленные на ТПУ, на верхних точках технологической схемы, в БИК проверяют наличие воздуха (газа), при необходимости воздух (газ) выпускают. Считают, что воздух (газ) в технологической схеме отсутствует, если из вентилей вытекает струя рабочей жидкости без пузырьков воздуха (газа).

10.2.10 Контролируют стабилизацию температуры рабочей жидкости в

технологической схеме, для чего при любом расходе проводят несколько последовательных пусков шарового поршня ТПУ (контроль проводят посредством СИ температуры, входящих в состав СИКН). Температуру считают стабильной, если за один проход поршня изменение температуры не превышает 0,2 °С.

10.2.11 Проводят установку нуля СРМ согласно заводской (фирменной) инструкции по эксплуатации данной модели СРМ.

10.2.12 В ИВК вводят исходные данные:

- вместимость калиброванного участка ТПУ согласно свидетельству о ее поверке;
- пределы допускаемой относительной погрешности ТПУ;
- диаметр и толщина стенок калиброванного участка ТПУ;
- коэффициент линейного расширения и значение модуля упругости материала стенок

ТПУ;

– пределы допускаемых абсолютных погрешностей датчиков температуры (или термометров), используемых в процессе поверки для измерений температуры рабочей жидкости в ТПУ и поточном ПП;

– пределы допускаемой относительной погрешности поточного ПП;

– пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при вычислении коэффициентов преобразования СРМ;

– коэффициент преобразования СРМ по импульсному выходу, вводимый в память ИВК при конфигурировании сенсора, первичного электронного преобразователя СРМ;

– стабильность нуля СРМ.

10.2.13 Представители сдающей и принимающей сторон определяют способ (в первичном электронном преобразователе (далее – ПЭП) СРМ или в ИВК) и вид реализации градуировочной характеристики (далее – ГХ) СРМ.

10.2.14 Метрологические характеристики СРМ определяют при крайних значениях расхода рабочего диапазона и значениях, установленных с интервалом от 25 до 30 % от максимального расхода рабочего диапазона. Допускается определение метрологических характеристик проводить 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 значения расхода устанавливают, начиная от  $Q_{\min}$  в сторону увеличения или от  $Q_{\max}$  в сторону уменьшения.

10.2.15 Устанавливают требуемый расход  $Q_j$  (т/ч), значение которого контролируют по 10.2.16 или 10.2.17 в зависимости от варианта подключения СРМ.

10.2.16 Если СРМ подключают по варианту 2, представленному в 10.2.3, то контроль соответствия установленного расхода  $Q_j$  требуемому значению проводят по 10.2.16.1 – 10.2.16.3.

10.2.16.1 После установления расхода запускают поршень, измеряют время прохождения поршня по калиброванному участку ТПУ и вычисляют значение расхода в  $j$ -й точке расхода  $Q_{\text{ТПУ}j}$ , т/ч, по формуле

$$Q_{\text{ТПУ}j} = \frac{V_0^{\text{ТПУ}} \cdot 3600}{T_j} \cdot \rho_j^{\text{ПП}} \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

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

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

$\rho_j^{\text{ПП}}$  – плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП при установлении расхода в  $j$ -й точке, кг/м<sup>3</sup>.

10.2.16.2 Проверяют выполнение условия

$$\frac{Q_j - Q_{\text{ТПУ}j}}{Q_{\text{ТПУ}j}} \cdot 100 \leq 2\%. \quad (2)$$

10.2.16.3 В случае невыполнения условия (2) корректируют расход, контролируя его

значение по 10.2.16.1 – 10.2.16.3.

10.2.17 При подключении СРМ по варианту 1, представленному в 10.2.3, требуемое значение поверочного расхода устанавливают, используя результаты измерений контрольно-резервным СРМ. Операции по 10.2.16.1 – 10.2.16.3 не проводят.

10.2.18 После стабилизации расхода и температуры рабочей жидкости в  $j$ -й точке расхода проводят серию измерений, последовательно запуская поршень ТПУ. Количество измерений в каждой  $j$ -й точке расхода ( $n_j$ ) не менее пяти.

10.2.19 Для каждого  $i$ -го измерения в каждой  $j$ -й точке расхода регистрируют (отсчитывают) и записывают в протокол поверки:

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

Примечания

1. Расход  $Q_{ij}$  измеряют контрольно-резервным СРМ при схеме подключения по варианту 1, представленному в 10.2.3. При схеме подключения по варианту 2, представленному в 10.2.3, расход измеряют поверяемым массомером или вычисляют его значение по формуле (1).

2. При реализации ГХ СРМ в ИВК в виде линейно-кусочной аппроксимации рекомендуется дополнительно регистрировать выходную частоту СРМ ( $\Gamma$ ):

– количество импульсов, выдаваемое СРМ за время одного измерения,  $N_{ij}^{mac}$ , импульс;

– значения температуры  $t_{ij}^{-ТПУ}$ , °С, и давления  $\bar{P}_{ij}^{-ТПУ}$ , МПа, в ТПУ;

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

$$\bar{a} = 0,5 \cdot (a_{вх} + a_{вых}), \quad (3)$$

где  $\bar{a}$  – среднее арифметическое значение параметра ( $t_{ij}^{-ТПУ}$  или  $\bar{P}_{ij}^{-ТПУ}$ );

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

– значение плотности рабочей жидкости, измеренное поточным ПП  $\rho_j^{ПП}$ , кг/м<sup>3</sup>;

– значения температуры  $t_{ij}^{ПП}$ , °С, и давления  $\bar{P}_{ij}^{ПП}$ , МПа, рабочей жидкости в поточном

ПП.

10.2.20 Определение параметров ГХ СРМ

При любом способе реализации ГХ (в ПЭП или ИВК) проводят операции по 10.2.20.1 – 10.2.20.3.

10.2.20.1 Для каждого  $i$ -го измерения в  $j$ -й точке расхода вычисляют значение массы рабочей жидкости  $M_{ij}^{рз}$ , т, используя результаты измерений ТПУ и поточного ПП, по формуле

$$M_{ij}^{рз} = V_{прij}^{ТПУ} \cdot \rho_{прij}^{ПП} \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где  $V_{прij}^{ТПУ}$  – вместимость калиброванного участка ТПУ, приведенная к рабочим условиям (температуре и давлению рабочей жидкости) в ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, м<sup>3</sup>, вычисляют по 10.2.20.2;

$\rho_{прij}^{ПП}$  – плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП и приведенная к рабочим условиям в ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по 10.2.20.3.

10.2.20.2 Значение  $V_{прij}^{ТПУ}$ , м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$V_{прij}^{ТПУ} = V_0^{ТПУ} \cdot \left[ 1 + 3\alpha_t \cdot (t_{ij}^{-ТПУ} - 20) \right] \cdot \left( 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot \bar{P}_{ij}^{-ТПУ} \right), \quad (5)$$

где  $\alpha_t$  – коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, °С<sup>-1</sup> (указан в таблице А.1 приложения А);

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

E – модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа (указан в таблице А.1 приложения А).

10.2.20.3 Значение  $\rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}}$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}} = \rho_{ij}^{\text{ПП}} \cdot \left[ 1 + \beta_{\text{ж}ij} \cdot \left( t_{ij}^{\text{ПП}} - t_{ij}^{\text{ТПУ}} \right) \right] \cdot \left[ 1 + \gamma_{\text{ж}ij} \cdot \left( \bar{P}_{ij}^{\text{ТПУ}} - P_{ij}^{\text{ПП}} \right) \right], \quad (6)$$

где  $\rho_{ij}^{\text{ПП}}$  – значение плотности рабочей жидкости, измеренное поточным ПП при i-м измерении в j-й точке расхода, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\beta_{\text{ж}ij}$  – коэффициент объемного расширения рабочей жидкости, значение которого определяют по приложению Б, °С<sup>-1</sup>;  
 $t_{ij}^{\text{ПП}}$  – значение температуры рабочей жидкости в поточном ПП при i-м измерении в j-й точке расхода, °С;  
 $\gamma_{\text{ж}ij}$  – коэффициент сжимаемости рабочей жидкости, значение которого определяют по приложению Б, МПа<sup>-1</sup>;  
 $P_{ij}^{\text{ПП}}$  – значение давления рабочей жидкости в поточном ПП при i-м измерении в j-й точке расхода, МПа.

Примечание – Вычисление значений  $V_{\text{пр}ij}^{\text{ТПУ}}$  и  $\rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}}$  допускается проводить по приложению В.

10.2.21 Дальнейшую обработку результатов измерений проводят по 10.2.22 или 10.2.23 в зависимости от способа реализации ГХ.

10.2.22 ГХ реализуют в ПЭП.

10.2.22.1 Для каждого i-го измерения в j-й точке расхода определяют значение массы рабочей жидкости, измеренное СРМ,  $M_{ij}^{\text{mac}}$ , т, по формуле

$$M_{ij}^{\text{mac}} = \frac{N_{ij}^{\text{mac}}}{\text{KF}_{\text{конф}}}, \quad (7)$$

где  $\text{KF}_{\text{конф}}$  – коэффициент преобразования СРМ по импульсному выходу, импульс/т;

10.2.22.2 Определяют коэффициент коррекции измерений массы (mass-factor) (далее – коэффициент коррекции) при i-м измерении в j-й точке расхода  $\text{MF}_{ij}$  по формуле

$$\text{MF}_{ij} = \frac{M_{ij}^{\text{рз}}}{M_{ij}^{\text{mac}}} \cdot \text{MF}_{\text{диап}}^{\text{уст}}, \quad (8)$$

где  $\text{MF}_{\text{диап}}^{\text{уст}}$  – коэффициент коррекции измерений массы, установленный в ПЭП по результатам предыдущей периодической поверки.

Примечание – Для СРМ, оснащенного с ПЭП без функции ввода в его память, значения коэффициента коррекции измерений массы равны единице.

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

$$\overline{\text{MF}}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \text{MF}_{ij}}{n_j}, \quad (9)$$

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

10.2.22.4 Оценивают среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) результатов определений средних арифметических значений коэффициентов коррекции для точек расхода в рабочем диапазоне  $S_{\text{диап}}^{\text{MF}}$ , %, по формуле



$$S_{\text{диап}}^{\text{MF}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{\Sigma n_j} (\text{MF}_{ij} - \overline{\text{MF}}_j)^2}{\Sigma n_j - m}} \cdot \frac{1}{\overline{\text{MF}}_j} \cdot 100, \quad (10)$$

где  $\Sigma n_j$  – суммарное количество измерений в рабочем диапазоне;

$m$  – количество точек разбиения рабочего диапазона.

10.2.22.5 Проверяют выполнение условия

$$S_{\text{диап}}^{\text{MF}} \leq 0,03 \%. \quad (11)$$

10.2.22.6 В случае невыполнения условия (11) в какой-либо точке расхода дальнейшую обработку результатов измерений прекращают, выясняют и устраняют причины, вызвавшие невыполнение условия (11). Повторно проводят операции по 10.2.14 – 10.2.19, 10.2.22.1 – 10.2.22.5.

При выполнении условия (11) проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

10.2.22.7 Вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента коррекции измерений массы для СРМ в рабочем диапазоне расхода  $\text{MF}_{\text{диап}}$  по формуле

$$\text{MF}_{\text{диап}} = \frac{\sum_{j=1}^m \overline{\text{MF}}_j}{m}. \quad (12)$$

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

$$K_{\text{гр}} = K_{\text{гр}}^{\text{ПЭП}} \cdot \text{MF}_{\text{диап}}, \quad (13)$$

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

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

10.2.23 ГХ реализуют в ИВК.

10.2.23.1 Вычисляют значение К-фактора для  $i$ -го измерения в  $j$ -й точке расхода  $\text{KF}_{ij}$ , импульс/т, по формуле

$$\text{KF}_{ij} = \frac{N_{ij}^{\text{mac}}}{M_{ij}^{\text{вз}}}. \quad (14)$$

10.2.23.2 Вычисляют среднее значение К-фактора для  $j$ -й точки расхода  $\overline{\text{KF}}_j$ , импульс/т, по формуле

$$\overline{\text{KF}}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} \text{KF}_{ij}}{n_j}. \quad (15)$$

10.2.23.3 В зависимости от вида реализации ГХ в ИВК оценивают СКО результатов определений средних арифметических значений К-фактора для точек расхода:

а) в рабочем диапазоне  $S_{\text{диап}}^{\text{KF}}$ , %, если ГХ реализуют в виде постоянного значения К-фактора в рабочем диапазоне, по формуле

$$S_{\text{диап}}^{\text{KF}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{\Sigma n_j} (\text{KF}_{ij} - \overline{\text{KF}}_j)^2}{\Sigma n_j - m}} \cdot \frac{1}{\overline{\text{KF}}_j} \cdot 100; \quad (16)$$

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

$$S_k^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^2 (KF_{ij} - \overline{KF}_j)^2}{(n_j + n_{j+1} - 2)_k}} \cdot \frac{1}{\overline{KF}_j} \cdot 100. \quad (17)$$

10.2.23.4 Оценивают значение  $S_{\text{диап}}^{KF}$  или  $S_k^{KF}$  по аналогии с 10.2.22.5. При необходимости проводят операции по 10.2.22.6. При положительных результатах оценки  $S_{\text{диап}}^{KF}$  или  $S_k^{KF}$  проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

10.2.23.5 Если ГХ СРМ реализуют в виде постоянного значения К-фактора в рабочем диапазоне, то вычисляют среднее значение К-фактора для рабочего диапазона  $KF_{\text{диап}}$ , импульс/т, по формуле

$$K_{\text{диап}} = \frac{\sum_{j=1}^m \overline{KF}_j}{m}. \quad (18)$$

10.2.24 Случайную и систематическую составляющие погрешности и относительную погрешность определяют по 10.2.26 – 10.2.28 в зависимости от способа и вида реализации ГХ.

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

10.2.26 Определение погрешностей при реализации ГХ СРМ в ПЭП

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

10.2.26.2 Определение случайной составляющей погрешности

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

$$\varepsilon = t_{(P,n)} \cdot S_{\text{диап}}^{MF}, \quad (19)$$

где  $t_{(P,n)}$  – квантиль распределения Стьюдента (коэффициент, зависящий от доверительной вероятности  $P$  и количества измерений  $n$  ( $n = \sum n_j$ ), значение которого определяют из таблицы Г.1 приложения Г);

$S_{\text{диап}}^{MF}$  – значение СКО, определенное по формуле (10).

10.2.26.3 Определение систематической составляющей погрешности

Систематическую составляющую погрешности  $\theta_{\Sigma}$ , %, определяют по формуле

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТПУ}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_K^{\text{УОИ}})^2 + (\theta_{\text{диап}}^{MF})^2 + (\delta_0^{\text{mac}})^2}, \quad (20)$$

где  $\delta_{\text{ТПУ}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности ТПУ, %;

$\delta_{\text{ПП}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности поточного ПП (из свидетельства о поверке), %;

$\theta_t$  – дополнительная составляющая систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры, %;

$\delta_K^{\text{УОИ}}$  – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при вычислении К-фактора СРМ (из свидетельства о поверке), %;

$\theta_{\text{диап}}^{MF}$  – составляющая систематической погрешности, вызванная усреднением (аппроксимацией) коэффициента коррекции ( $MF_{\text{диап}}$ ) в рабочем диапазоне, %;

$\delta_0^{\text{mac}}$  – значение относительной погрешности стабильности нуля СРМ, %.

Значение дополнительной составляющей систематической погрешности  $\theta_t$  вычисляют по формуле

$$\theta_t = \beta_{\text{жmax}} \cdot \sqrt{(\Delta t_{\text{ТПУ}})^2 + (\Delta t_{\text{ПУ}})^2} \cdot 100, \quad (21)$$

где  $\beta_{\text{жmax}}$  – максимальное из ряда значений  $\beta_{\text{жij}}$ , определенных по приложению Б,  $C^{-1}$ ;

$\Delta t_{\text{ТПУ}}$ , – пределы допускаемых абсолютных погрешностей датчиков температуры (или термометров), используемых в процессе поверки для измерений температуры рабочей жидкости в ТПУ и поточном ПП, соответственно (из действующих свидетельств о поверке), °С.

Составляющую систематической погрешности  $\theta_{\text{диап}}^{\text{MF}}$ , %, определяют по формуле

$$\theta_{\text{диап}}^{\text{MF}} = \left| \frac{\overline{\text{MF}}_j - \text{MF}_{\text{диап}}}{\text{MF}_{\text{диап}}} \right|_{\text{max}} \cdot 100. \quad (22)$$

Относительную погрешность стабильности нуля определяют по формуле

$$\delta_0^{\text{mac}} = \frac{ZS}{Q_{\text{min}} + Q_{\text{max}}} \cdot 100, \quad (23)$$

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

Примечания

1. При проверке СРМ в составе СИКН на месте эксплуатации дополнительной систематической погрешностью СРМ, вызванной изменением давления рабочей жидкости при эксплуатации от значения, имеющего место при поверке, пренебрегают.

2. Относительную погрешность стабильности нуля ( $\delta_0^{\text{mac}}$ ) определяют только для тех СРМ, для которых  $\delta_0^{\text{mac}}$  является составляющей относительной погрешности СРМ (согласно описанию типа, учитывая тип ПЭП).

#### 10.2.26.4 Определение относительной погрешности

Относительную погрешность СРМ  $\delta$ , %, определяют по формуле

$$\delta = \begin{cases} Z_P \cdot (\theta_{\Sigma} + \varepsilon), & \text{если } 0,8 \leq \theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{\text{MF}} \leq 8, \\ \theta_{\Sigma}, & \text{если } \theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{\text{MF}} > 8; \end{cases} \quad (24)$$

где  $Z_P$  – коэффициент, зависящий от доверительной вероятности  $P$  и величины соотношения  $\theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{\text{MF}}$ , значение которого берут из таблицы Г.2 приложения Г.

#### 10.2.27 Определение погрешностей при реализации ГХ СРМ в ИВК в виде постоянного значения К-фактора (импульс/т)

При таком виде реализации ГХ в ИВК составляющие погрешности и относительную погрешность определяют для рабочего диапазона.

##### 10.2.27.1 Определение случайной составляющей погрешности

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

$$\varepsilon = t_{(P,n)} \cdot S_{\text{диап}}^{\text{KF}}, \quad (25)$$

где  $S_{\text{диап}}^{\text{KF}}$  – значение СКО, определенное по формуле (16).

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

##### 10.2.27.2 Определение систематической составляющей погрешности

Систематическую составляющую погрешности  $\theta_{\Sigma}$ , %, определяют по формуле

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТПУ}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_K^{\text{УОИ}})^2 + (\theta_{\text{диап}}^{\text{KF}})^2 + (\delta_0^{\text{mac}})^2}, \quad (26)$$

где  $\theta_{\text{диап}}^{\text{KF}}$  – составляющая систематической погрешности обусловленной аппроксимацией ГХ СРМ в рабочем диапазоне расхода, %.

Составляющую систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией ГХ СРМ в рабочем диапазоне расхода  $\theta_{\text{диап}}^{\text{KF}}$ , %, определяют по формуле

$$\theta_{\text{диап}}^{\text{KF}} = \left| \frac{\overline{\text{KF}}_j - \text{KF}_{\text{диап}}}{\text{KF}_{\text{диап}}} \right|_{\text{max}} \cdot 100. \quad (27)$$

##### 10.2.27.3 Определение относительной погрешности

Относительную погрешность СРМ  $\delta$ , %, определяют по формуле

$$\delta = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\theta_{\Sigma} + \varepsilon), & \text{если } 0,8 \leq \theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{\text{KF}} \leq 8, \\ \theta_{\Sigma}, & \text{если } \theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{\text{KF}} > 8 \end{cases}, \quad (28)$$

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

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

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

10.2.28.1 Определение случайной составляющей погрешности

Случайную составляющую погрешности СРМ  $\varepsilon_k$ , %, определяют по формуле

$$\varepsilon_k = t_{(P,n)} \cdot S_k^{\text{KF}}, \quad (29)$$

где  $S_k^{\text{KF}}$  – значение СКО, определенное по формуле (17).

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

10.2.28.2 Определение систематической составляющей погрешности

Систематическую составляющую погрешности  $\theta_{\Sigma k}$ , %, определяют по формуле

$$\theta_{\Sigma k} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ТПУ}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_{\text{К}}^{\text{ЮИ}})^2 + (\theta_k^{\text{KF}})^2 + (\delta_{0k}^{\text{mac}})^2}, \quad (30)$$

где  $\theta_k^{\text{KF}}$  – составляющая систематической погрешности, обусловленная аппроксимацией ГХ СРМ в  $k$ -м поддиапазоне расхода, %;

$\delta_{0k}^{\text{mac}}$  – относительная погрешность стабильности нуля в  $k$ -м поддиапазоне, %.

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

$$\theta_k^{\text{KF}} = \frac{1}{2} \cdot \left| \frac{\overline{\text{KF}}_j - \overline{\text{KF}}_{j+1}}{\overline{\text{KF}}_j + \overline{\text{KF}}_{j+1}} \right|_{(k)} \cdot 100. \quad (31)$$

Относительную погрешность стабильности нуля  $\delta_{0k}^{\text{mac}}$ , %, определяют по формуле

$$\delta_{0k}^{\text{mac}} = \frac{ZS}{Q_{k\text{min}} + Q_{k\text{max}}} \cdot 100, \quad (32)$$

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

10.2.28.3 Определение относительной погрешности

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

$$\delta_k = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\theta_{\Sigma k} + \varepsilon_k), & \text{если } 0,8 \leq \theta_{\Sigma k} / S_k^{\text{KF}} \leq 8, \\ \theta_{\Sigma k}, & \text{если } \theta_{\Sigma k} / S_k^{\text{KF}} > 8; \end{cases} \quad (33)$$

10.2.29 Оценивание относительных погрешностей

10.2.29.1 Оценивают значения относительных погрешностей, определенных по 10.2.26.4 (или 10.2.27.3, или 10.2.28.3) – в зависимости от способа и вида реализации ГХ, для чего проверяют выполнение условий:

– для СРМ, используемого в качестве контрольного

$$(|\delta|, |\delta_k|) \leq \pm 0,20 \%; \quad (34)$$

– для СРМ, используемого в качестве рабочего

$$(|\delta|, |\delta_k|) \leq \pm 0,25 \%. \quad (35)$$

10.2.29.2 Если для СРМ, применяемого (эксплуатируемого) в качестве контрольного,

не выполняется условие (34) и для СРМ, эксплуатируемого в режиме рабочего, не выполняется условие (35) – в зависимости от вида реализации ГХ, то выясняют причины, устраняют их и проводят повторные операции.

10.2.29.3 При невыполнении одного из условий по 10.2.29.1 рекомендуется:

- увеличить количество измерений в точках расхода;
- уменьшить рабочий диапазон, если ГХ СРМ реализуется в ПЭП в виде постоянного значения градуировочного коэффициента ( $K_{гр}$ ) или коэффициента коррекции (meter-factor –  $MF_{диап}$ ), или в ИВК в виде постоянного значения К-фактора в рабочем диапазоне ( $KF_{диап}$ , импульс/т);
- увеличить количество точек разбиения рабочего диапазона (уменьшить поддиапазон расхода), если ГХ СРМ реализуется в ИВК в виде кусочно-линейной аппроксимации значений  $\overline{KF}_i$  (импульс/т).

10.2.30 Операции по 10.2 проводят в автоматизированном режиме по алгоритмам в соответствии с МИ 3151–2008, реализованным в комплексе измерительно-вычислительном ТН-01.

10.3 Определение относительной погрешности измерений массы нефтепродуктов

10.3.1 Относительная погрешность при измерении массы нефтепродуктов при прямом методе динамических измерений принимается равной относительной погрешности СРМ.

## **11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям**

СИКН соответствует метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, результаты поверки СИКН считают положительными, если:

- СИ, входящие в состав СИКН, поверены в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории РФ и имеют положительные результаты поверки;
- диапазон измерений массового расхода не выходит за пределы диапазона измерений, установленного при утверждении типа СИКН;
- относительная погрешность измерений массы нефтепродуктов не выходит за пределы  $\pm 0,25$  %.

## **12 Оформление результатов поверки средства измерений**

12.1 Оформление результатов поверки СИКН

12.1.1 Результаты поверки СИКН оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки.

12.1.2 Аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку СИКН, в ФИФОЕИ передаются сведения о результатах поверки.

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

12.1.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКН.

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

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Коэффициенты линейного расширения ( $\alpha_t$ ) и значения модуля упругости (E) материала стенок ТПУ

А.1 Коэффициент линейного расширения и значение модуля упругости материала стенок ТПУ определяют из таблицы А.1.

Таблица А.1 – Коэффициенты линейного расширения и значения модуля упругости материала стенок ТПУ

Материал стенок ТПУ	$\alpha_t, \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$	E, МПа
Сталь углеродистая	$11,2 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^5$
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  $\alpha_t$  и E приведены в паспорте ТПУ, то в расчетах используют паспортные значения.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(справочное)

Определение коэффициентов объемного расширения и сжимаемости рабочей жидкости

Б.1 Коэффициенты объемного расширения ( $\beta_{ж}$ , °С<sup>-1</sup>) и сжимаемости ( $\gamma_{ж}$ , МПа<sup>-1</sup>) определяют по реализованным в ИВК алгоритмам, разработанным согласно МИ 2823. В этом случае значения коэффициентов определяют при каждом измерении ( $\beta_{ж}$  и  $\gamma_{ж}$ ).

Б.2 При отсутствии алгоритмов согласно Б.1 коэффициенты объемного расширения ( $\beta_{ж}$ , °С<sup>-1</sup>) и сжимаемости ( $\gamma_{ж}$ , МПа<sup>-1</sup>) определяют по таблицам МИ 2823.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В (рекомендуемое)

Вычисление значений  $V_{\text{пр}ij}^{\text{ТПУ}}$  и  $\rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}}$  при использовании ИВК

В.1 Значение  $V_{\text{пр}ij}^{\text{ТПУ}}$  вычисляют по формуле

$$V_{\text{пр}ij}^{\text{ТПУ}} = V_0^{\text{ТПУ}} \cdot k_{ij}^t \cdot k_{ij}^p, \quad (\text{В.1})$$

где  $k_{ij}^t$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры рабочей жидкости на вместимость ТПУ, значение которого вычисляют по формуле

$$k_{ij}^t = 1 + 3\alpha_t \cdot (t_{ij}^{\text{ТПУ}} - 10), \quad (\text{В.1-1})$$

$k_{ij}^p$  – коэффициент, учитывающий влияние давления рабочей жидкости на вместимость ТПУ, значение которого вычисляют по формуле

$$k_{ij}^p = 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot (P_{ij}^{\text{ТПУ}} - P_{ij}^{\text{ПП}}). \quad (\text{В.1-2})$$

В.2 Значение  $\rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}}$  вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}} = \rho_{ij}^{\text{ПП}} \cdot k_{ij}^{\Delta t} \cdot k_{ij}^{\Delta p}, \quad (\text{В.2})$$

где  $k_{ij}^{\Delta t}$  – коэффициент, учитывающий разность температуры рабочей жидкости в поточном ПП и ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, значение которого вычисляют по формуле

$$k_{ij}^{\Delta t} = 1 + \beta_{\text{ж}ij} \cdot (t_{ij}^{\text{ПП}} - t_{ij}^{\text{ТПУ}}), \quad (\text{В.2-1})$$

$k_{ij}^{\Delta p}$  – коэффициент, учитывающий разность давления рабочей жидкости в поточном ПП и ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке расхода, значение которого вычисляют по формуле

$$k_{ij}^{\Delta p} = 1 + \gamma_{\text{ж}ij} \cdot (P_{ij}^{\text{ТПУ}} - P_{ij}^{\text{ПП}}). \quad (\text{В.2-2})$$



**ПРИЛОЖЕНИЕ Г**  
(справочное)

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
$t_{(P, n)}$	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,203	2,179	2,162	2,145	2,132	2,120

*Продолжение таблицы Г.1*

n-1	17	18	19	20
$t_{(P, n)}$	2,110	2,101	2,093	2,086

Г.2 Значение коэффициента  $Z_{(P)}$  при  $P = 0,95$  в зависимости от величины соотношения  $\theta_{\Sigma} / S$  определяют из таблицы В.2 ( $\theta_{\Sigma} / S \Rightarrow \theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{\text{KF}}$  или  $\theta_{\Sigma} / S_{\text{диап}}^{\text{MF}}$ , или  $\theta_{\Sigma k} / S_k^{\text{KF}}$ ).

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