



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

2022 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерений количества и показателей качества газового
конденсата стабильного ЦПС Новопортовского НГКМ
ООО «Газпромнефть-Ямал»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 1706/1-311229-2022

г. Казань
2022

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и показателей качества газового конденсата стабильного ЦПС Новопортовского НГКМ ООО «Газпромнефть-Ямал» (далее – СИКГК), заводской № 087/1, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 Метрологические характеристики средств измерений (далее – СИ), входящих в состав СИКГК, подтверждаются сведениями о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ). Метрологические характеристики СИКГК подтверждаются непосредственным сличением с основными средствами поверки. Относительная погрешность измерений массового расхода конденсата газового стабильного (далее – КГС) измерительным каналом (далее – ИК) массового расхода СИКГК определяется комплектно на месте эксплуатации (непосредственное сличение со средствами поверки) или поэлементно (проверка сведений о поверке в ФИФОЕИ СИ, входящих в состав ИК массового расхода СИКГК).

1.3 Если очередной срок поверки СИ из состава СИКГК наступает до очередного срока поверки СИКГК или появилась необходимость периодической или внеочередной поверки СИ, то поверяют только это СИ, при этом внеочередную поверку СИКГК не проводят.

1.4 СИКГК прослеживается к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63–2019 в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной Приказом Росстандарта от 7 февраля 2018 года № 256.

1.5 Допускается проведение поверки СИКГК в части отдельных ИК массового расхода в соответствии с заявлением владельца СИКГК с обязательным указанием в сведениях о поверке объема проведенной поверки (наименования отдельных ИК массового расхода приведены в таблице 2).

1.6 В результате поверки СИКГК должны быть подтверждены следующие метрологические характеристики СИКГК, приведенные в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Метрологические характеристики СИКГК

Наименование характеристики	Значение
Масса брутто КГС за час по каждой измерительной линии (далее – ИЛ), т	от 6,8 до 68,0
Масса нетто КГС за час по каждой ИЛ, т	от 6,76 до 68,00
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы брутто КГС, %	$\pm 0,25$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы нетто КГС, %	$\pm 0,35$

Таблица 2 – Метрологические характеристики ИК массового расхода с комплектным методом определения метрологических характеристик

Наименование ИК	Состав ИК		Диапазон измерений, т/ч	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
	Первичный измерительный преобразователь	Вторичная часть		
Рабочая ИЛ № 1	Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion (модификации CMF)	Комплексы измерительно-вычислительные ИМЦ-03	от 6,8 до 68,0	$\pm 0,25$
Рабочая ИЛ № 2				$\pm 0,25$
Контрольно-резервная ИЛ				$\pm 0,20$

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки должны быть выполнены операции, представленные в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Проверка сведений о поверке СИ, входящих в состав СИКГК	10.1	Да	Да
Определение метрологических характеристик ИК массового расхода комплектно	10.2	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений массы брутто КГС	10.3	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений массы нетто КГС	10.4	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

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

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 Поверку СИКГК проводят на месте эксплуатации. Технические характеристики СИКГК при проведении поверки должны соответствовать требованиям, приведенным в описании типа СИКГК.

3.2 Поверку проводят при условиях:

- сложившихся на момент проведения поверки и удовлетворяющих условиям эксплуатации СИКГК;
- установленных в эксплуатационных документах и/или правилах содержания и применения средств поверки.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие настоящую методику поверки, руководства по эксплуатации СИКГК и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки СИКГК применяют средства поверки, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
пункт 7 «Внешний осмотр средства измерений», пункт 8 «Подготовка к поверке и опробование средства измерений», пункт 9 «Проверка программного обеспечения средства измерений», пункт 10 «Определение метрологических характеристик средства измерений»	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от плюс 15 до плюс 30 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 90 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 % Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 106 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в ФИФОЕИ)
пункт 10.2 «Определение метрологических характеристик ИК массового расхода комплектно»	Рабочий эталон 1-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 7 февраля 2018 года № 256, в диапазоне значений, соответствующем диапазону измерений преобразователей расхода, входящих в состав СИКГК, с допускаемой относительной погрешностью $\pm 0,05$ % или $\pm 0,1$ %	Установка поверочная трубопоршневая двунаправленная OGSB (регистрационный номер 44252-10 в ФИФОЕИ) (далее – ТПУ)

5.2 Допускается применение СИ с метрологическими и техническими характеристиками, удовлетворяющих требованиям, изложенным в таблице 4.

5.3 Применяемые эталоны величин должны быть утверждены приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии и должны удовлетворять требованиям по точности государственных поверочных схем.

5.4 Применяемые СИ должны быть утвержденного типа, а также поверены в соответствии с порядком, утвержденным законодательством Российской Федерации в области обеспечения единства измерений, и допущены к применению.

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться требования:

- правил технической эксплуатации электроустановок потребителей;
- правил безопасности при эксплуатации средств поверки и СИКГК, приведенных в их эксплуатационных документах;
- инструкций по охране труда, действующих на объекте.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ и комплектность СИКГК;
- отсутствие механических повреждений и дефектов СИ СИКГК, препятствующих применению СИКГК;

- надписи и обозначения на СИ СИКГК должны быть четкими и соответствовать их технической документации.

7.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если:

- состав СИ и комплектность СИКГК соответствует описанию типа СИКГК;
- отсутствуют механические повреждения и дефекты СИ СИКГК, препятствующие применению СИКГК;

- надписи и обозначения на СИ СИКГК четкие и соответствуют технической документации данных СИ.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1 Подготовку и установку средств поверки (таблица 4) и СИКГК осуществляют в соответствии с их эксплуатационной документацией. Проверяют в ФИФОЕИ наличие информации о положительных результатах поверки средств поверки.

8.1.2 Собирают и заполняют КГС технологическую схему. Оперативным персоналом путем визуального осмотра проверяется отсутствие утечек КГС через соединения элементов технологической схемы СИКГК. На элементах технологической схемы не должно наблюдаться следов КГС. При обнаружении следов КГС поверку прекращают и принимают меры по устранению утечки.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверяют действие и взаимодействие СИ и технологического оборудования СИКГК следующим образом:

- проверяют наличие электропитания на СИ, технологическом оборудовании СИКГК и средствах поверки;

- проверяют наличие связи между первичными измерительными преобразователями и комплексом измерительно-вычислительным ИМЦ-03 (далее – ИВК), ИВК и автоматизированным рабочим местом (далее – АРМ) оператора СИКГК путем визуального контроля отображаемых значений измеряемых величин на дисплее АРМ оператора.

8.2.2 Результаты опробования считают положительными, если:

- СИ СИКГК и средства поверки обеспечены электропитанием;
- на дисплее АРМ оператора отображаются значения измеряемых величин.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверку программного обеспечения (далее – ПО) СИКГК проводят путем сравнения идентификационных данных ПО СИКГК с соответствующими идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа СИКГК.

9.2 Проверку идентификационных данных ПО СИКГК в части ИВК проводят в следующей последовательности:

- на дисплее ИВК вызвать окно «О программе»;
- сравнить идентификационные данные с дисплея ИВК с идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа СИКГК.

9.3 Проверку идентификационных данных ПО СИКГК в части АРМ оператора проводят в следующей последовательности:

- на дисплее АРМ оператора вызвать окно «О программе»;
- далее вызвать окно «Модули»;
- сравнить идентификационные данные с дисплея АРМ оператора с идентификационными данными, зафиксированными при испытаниях в целях утверждения типа и отраженными в описании типа СИКГК.

9.4 Результаты проверки ПО СИКГК считают положительными, если идентификационные данные ПО СИКГК совпадают с исходными, указанными в описании типа СИКГК.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка сведений о поверке СИ, входящих в состав СИКГК

10.1.1 Проверяют у СИ, входящих в состав СИКГК в соответствии с описанием типа СИКГК, наличие информации о положительных результатах поверки в ФИФОЕИ и действующих знаков поверки, если нанесение знаков поверки на СИ предусмотрено их описаниями типа.

10.1.2 Входящие в состав СИКГК СИ должны быть поверены в соответствии с документами на поверку, указанными в их описаниях типа и/или в соответствии с записью СИ в реестре утвержденных типов СИ ФИФОЕИ.

10.1.3 Если счетчики-расходомеры массовые Micro Motion (модификации CMF) (регистрационный номер 45115-10 в ФИФОЕИ) (далее – СРМ) из состава СИКГК не поверены в установленном порядке, выполняют операции по пункту 10.2 настоящей методики поверки.

10.1.4 Результаты поверки по пункту 10.1 считают положительными, если СИ, входящие в состав СИКГК (за исключением СРМ из состава СИКГК в соответствии с пунктом 10.1.3 настоящей методики поверки), имеют запись в ФИФОЕИ о положительных результатах поверки (СИ пригодно), а также действующие знаки поверки, если нанесение знаков поверки на СИ предусмотрено их описаниями типа.

10.2 Определение метрологических характеристик ИК массового расхода комплектно

10.2.1 Поверку по пункту 10.2 проводят в случае, если СРМ не поверен в установленном порядке.

10.2.2 Последовательно к СРМ из состава поверяемого ИК 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 из состава ИК массового расхода подключают последовательно с контрольно-резервным. При этом варианте измерения массы рабочей жидкости, проходящей (прошедшей) через технологическую поверочную схему, рекомендуется проводить, используя контрольно-резервный СРМ;

– вариант 2: СРМ из состава ИК массового расхода подключают к ТПУ.

10.2.4 Включают в работу преобразователь плотности жидкости измерительный 7835 (регистрационный номер 82822-21 в ФИФОЕИ) (далее – поточный ПП) из состава СИКГК, выполнив соответствующие технологические переключения.

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

10.2.6 Проверяют закрытое положение (при необходимости закрывают) дренажных и воздушных вентилей (кранов), установленных на технологических трубопроводах СИКГК, 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. СИКГК 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 вентиля 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 СИКГК). 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 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 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 ИК массового расхода определяют при крайних значениях расхода рабочего диапазона в 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 пунктам 10.2.16 и 10.2.17 в зависимости от варианта подключения СРМ.

10.2.16 Если СРМ подключают по варианту 2 (см. пункт 10.2.3), то контроль соответствия установленного расхода Q_j требуемому значению проводят по пунктам 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, м³;

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/м³.

10.2.16.2 Проверяют выполнение условия

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

10.2.16.3 В случае невыполнения условия (2) корректируют расход, контролируя его значение по пунктам 10.2.16.1 – 10.2.16.3.

10.2.17 При подключении СРМ из состава поверяемого ИК по варианту 1 (см. пункт 10.2.3) требуемое значение поверочного расхода устанавливают, используя результаты измерений контрольно-резервным СРМ. Операции по пунктам 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 (см. пункт 10.2.3). При схеме подключения по варианту 2 (см. пункт 10.2.3) расход измеряют поверяемым СРМ 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 ($\Gamma_{\text{ц}}$).

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

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

Примечание – Значения $t_{ij}^{-\text{ТПУ}}$ и $P_{ij}^{-\text{ТПУ}}$ вычисляют по формуле

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

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

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

– значение плотности рабочей жидкости, измеренное поточным ПП $\rho_j^{\text{ПП}}$, кг/м³;

– значения температуры $t_{ij}^{\text{ПП}}$, °С, и давления $P_{ij}^{\text{ПП}}$, 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 пунктам 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 $M_{ij}^{\text{рз}}$, т, используя результаты измерений ТПУ и поточного ПП, по формуле

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

где $V_{\text{пр}ij}^{\text{ТПУ}}$ – вместимость калиброванного участка ТПУ, приведенная к рабочим условиям (температуре и давлению рабочей жидкости) в ТПУ при i-м измерении в j-й точке расхода, м³, вычисляют по пункту 10.2.20.2;

$\rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}}$ – плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП и приведенная к рабочим условиям в ТПУ при i-м измерении в j-й точке расхода, кг/м³,

вычисляют по пункту 10.2.20.3.

10.2.20.2 Значение $V_{\text{пр}ij}^{\text{ТПУ}}$, м³, вычисляют по формуле

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

где α_t – коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, °С⁻¹ (из таблицы А.1 приложения А);
 E – модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа (из таблицы А.1 приложения А);
 D и s – диаметр и толщина стенок калиброванного участка ТПУ соответственно, мм (из эксплуатационной документации на ТПУ).

10.2.20.3 Значение $\rho_{\text{пр}ij}^{\text{ПП}}$, кг/м³, вычисляют по формуле

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

где $\beta_{\text{ж}ij}$ – коэффициент объемного расширения рабочей жидкости, значение которого определяет ИВК по алгоритму, разработанному согласно МИ 2632–2001, °С⁻¹;
 $\gamma_{\text{ж}ij}$ – коэффициент сжимаемости рабочей жидкости, значение которого определяет ИВК по алгоритму, разработанному согласно МИ 2632–2001, МПа⁻¹.

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

10.2.21 Дальнейшую обработку результатов измерений проводят по пунктам 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 $M_{ij}^{\text{мас}}$, т, измеренное СРМ, по формуле

$$M_{ij}^{\text{мас}} = \frac{N_{ij}^{\text{мас}}}{KF_{\text{конф}}}. \quad (7)$$

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

$$MF_{ij} = \frac{M_{ij}^{\text{рз}}}{M_{ij}^{\text{мас}}} \cdot MF_{\text{диап}}^{\text{уст}}, \quad (8)$$

где $MF_{\text{диап}}^{\text{уст}}$ – 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 $\overline{MF}_j$ по формуле

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

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 Σn_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 пунктам 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 KF_{ij} , импульс/т, по формуле

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

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^{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 пунктом 10.2.22.5. При необходимости проводят операции по пункту 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

$$KF_{\text{диап}} = \frac{\sum_{j=1}^m \overline{KF_j}}{m} \quad (18)$$

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

10.2.25 Составляющие погрешности и относительную погрешность ИК массового расхода с СРМ в составе, 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 ε , %, 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 В.1 приложения В);

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

10.2.26.3 Определение систематической составляющей погрешности

Систематическую составляющую погрешности θ_{Σ} , %, определяют по формуле

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

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

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

θ_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, %;

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

Значение дополнительной составляющей систематической погрешности θ_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 ИВК по алгоритму согласно МИ 2632–2001, $С^{-1}$;

$\Delta t_{\text{ТПУ}}$, – 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 δ_0^{mac} , %, 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 ИК массового расхода СИКГК дополнительной систематической погрешностью СРМ, вызванной изменением давления рабочей жидкости при эксплуатации от значения, имеющего место при поверке, пренебрегают.

2 Относительную погрешность стабильности нуля (δ_0^{mac}) определяют только для тех СРМ, для которых δ_0^{mac} является составляющей относительной погрешности СРМ (согласно описанию типа, учитывая тип ПЭП).

10.2.26.4 Определение относительной погрешности

Относительную погрешность ИК массового расхода δ , %, 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 В.2 приложения В.

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 ε , %, 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 θ_{Σ} , %, 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 ИК массового расхода δ , %, 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 В.2 приложения В.

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 ε_k , %, определяют по формуле

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

где S_k^{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

$$\theta_{\Sigma k} = 1,1 \cdot \sqrt{(\delta_{\text{ПТУ}})^2 + (\delta_{\text{ПП}})^2 + (\theta_i)^2 + (\delta_k^{\text{УОИ}})^2 + (\theta_k^{\text{KF}})^2 + (\delta_{0k}^{\text{mac}})^2}, \quad (30)$$

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

δ_{0k}^{mac} – относительная погрешность стабильности нуля в k -м поддиапазоне, %.

Составляющую систематической погрешности, обусловленную аппроксимацией ГХ СРМ в k -м поддиапазоне расхода θ_k^{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 δ_{0k}^{mac} , %, определяют по формуле

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

где $Q_{k\min}$, $Q_{k\max}$ – 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 ИК массового расхода δ_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 пункту 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 ИК массового расхода с СРМ, используемого в качестве контрольного

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

– для ИК массового расхода с СРМ, используемого в качестве рабочего

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

10.2.29.2 Если для ИК массового расхода с СРМ, применяемого (эксплуатируемого) в качестве контрольного, не выполняется условие (34) и для ИК массового расхода с 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 пункту 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 пункту 10.2 проводят в автоматизированном режиме по алгоритмам в соответствии с МИ 3151–2008, реализованным в ИВК.

10.3 Определение относительной погрешности измерений массы брутто КГС

При получении положительных результатов поверки по пунктам 7 – 9, 10.1 и 10.2 (условие проверяют, если выполнялись операции по пункту 10.2) настоящей методики поверки, относительная погрешность измерений массы брутто КГС не превышает пределы $\pm 0,25\%$.

10.4 Определение относительной погрешности измерений массы нетто КГС

При получении положительных результатов поверки по пунктам 7 – 9, 10.1 – 10.3 (условие проверяют, если выполнялись операции по пункту 10.2) настоящей методики поверки, относительная погрешность измерений массы нетто КГС не превышает пределы $\pm 0,35\%$.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

- состав СИ и комплектность СИКГК соответствует описанию типа СИКГК;
- СИ СИКГК и средства поверки обеспечены электропитанием;
- на дисплее АРМ оператора отображаются значения измеряемых величин;
- идентификационные данные ПО СИКГК совпадают с исходными, указанными в описании типа СИКГК;
- СИ, входящие в состав СИКГК (за исключением СРМ из состава СИКГК в соответствии с пунктом 10.1.3 настоящей методики поверки), имеют запись в ФИФОЕИ о положительных результатах поверки (СИ пригодно), а также действующие знаки поверки, если нанесение знаков поверки на СИ предусмотрено описаниями типа;
- значение относительной погрешности ИК массового расхода с СРМ, используемого в качестве контрольного, не превышает пределы $\pm 0,20\%$ (условие проверяют, если выполнялись операции по пункту 10.2);
- значение относительной погрешности ИК массового расхода с СРМ, используемого в качестве рабочего, не превышает пределы $\pm 0,25\%$ (условие проверяют, если выполнялись операции по пункту 10.2);
- значение относительной погрешности измерений массы брутто КГС с применением СИКГК не превышает пределы $\pm 0,25\%$;
- значение относительной погрешности измерений массы нетто КГС с применением СИКГК не превышает пределы $\pm 0,35\%$.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, результатов поверки.

12.2 При положительных результатах поверки по заявлению владельца СИКГК оформляют свидетельство о поверке СИКГК в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

12.3 Отрицательные результаты поверки СИКГК оформляют в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требований к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». При этом выписывается извещение о непригодности к применению СИКГК с указанием причин непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Коэффициенты линейного расширения (α_t) и значения модуля упругости (Е) 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	$\alpha_t, ^\circ\text{C}^{-1}$	Е, 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 α_t и Е приведены в паспорте ТПУ, то в расчетах используют паспортные значения.		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(рекомендуемое)

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

Б.1 Значение $V_{пр ij}^{ТПУ}$ вычисляют по формуле

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

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

$$k_{ij}^t = 1 + 3\alpha_t \cdot (\bar{t}_{ij}^{ТПУ} - 10), \quad (Б.1-1)$$

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

$$k_{ij}^p = 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot \bar{P}_{ij}^{ТПУ}. \quad (Б.1-2)$$

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

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

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

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

$k_{ij}^{\Delta p}$ – 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

$$k_{ij}^{\Delta p} = 1 + \gamma_{ж ij} \cdot (\bar{P}_{ij}^{ТПУ} - \bar{P}_{ij}^{ПП}). \quad (Б.2-2)$$

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

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

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

Таблица В.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 В.1

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

В.2 Значение коэффициента $Z_{(P)}$ при $P = 0,95$ в зависимости от величины соотношения θ_{Σ} / 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 В.2 – Значения коэффициента $Z_{(P)}$ при $P = 0,95$

θ_{Σ} / 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