

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»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
филиала по развитию

А.С. Тайбинский

«24» ноября 2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ КОЛИЧЕСТВА И ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА
КОНДЕНСАТА ГАЗОВОГО ДЕЭТАНИЗИРОВАННОГО НА УКПГ-2
ЮРХАРОВСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ООО «НОВАТЭК-ЮРХАРОВНЕФТЕГАЗ»

Методика поверки

МП 1360-14-2021

Начальник НИО-14

Р.Р. Нурмухаметов

Тел.: (843) 299-72-00

РАЗРАБОТАНА	ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»
ИСПОЛНИТЕЛЬ	Груздев Р.Н., Ахматов В.А.
СОГЛАСОВАНА	ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

1 Общие положения

Настоящий документ предназначен для проведения поверки средства измерений «Система измерений количества и показателей качества конденсата газового дезтанизованного на УКПГ Юрхаровского нефтегазоконденсатного месторождения ООО «НОВАТЭК-ЮРХАРОВНЕФТЕГАЗ» (далее – СИКГК) и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта, и периодических поверок при эксплуатации.

Поверка СИКГК в соответствии с настоящей методикой поверки обеспечивает передачу единицы величины массы от рабочего эталона 1-го или 2-го разряда в соответствии с требованиями Государственной поверочной схемы (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256, что обеспечивает прослеживаемость к ГЭТ 63-2019 «Государственный первичный специальный эталон единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости». Поверка СИКГК осуществляется косвенным методом измерений.

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

2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта документа	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	Раздел 6	Да	Да
Опробование средства измерений	Раздел 7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	Раздел 8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	Раздел 9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Раздел 10	Да	Да

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

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверка СИКГК осуществляется в условиях эксплуатации СИКГК и в диапазоне измерений массового расхода газового конденсата дезтанизованного (КГД), указанном в описании типа СИКГК, или в фактически обеспечиваемым при поверке СИКГК диапазоне измерений массового расхода КГД. Фактический диапазон измерений массового расхода КГД не может превышать диапазона измерений, указанного в описании типа СИКГК.

3.2 Характеристики измеряемой среды при проведении поверки СИКГК должны соответствовать требованиям, приведенным в таблицах 3, 4 описания типа СИКГК. Измеряемая

среда – КГД по ТУ 0271-146-31323949-2010 «Конденсат газовый деэтанализированный. Технические условия»

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 Перечень основных средств поверки СИКГК, а также их метрологические характеристики приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Перечень основных средств поверки СИКГК

Номер пункта методики поверки	Наименование и обозначение типа (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение документа по стандартизации, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические характеристики средства поверки	Рекомендуемое средство поверки
7.2.1	Рабочий эталон 1-го или 2-го разряда в соответствии с частью 2 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 № 256 (установка поверочная (далее – ПУ) с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,05$ % или $\pm 0,1$ % соответственно).	Установка поверочная ВСП-М (регистрационный № 18099-99)
7.2.1	Средство измерений плотности в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений плотности, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 (плотномер автоматический поточный с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,3$ кг/м ³)	Преобразователь плотности жидкости измерительный 7835 (регистрационный № 15644-06)

4.2 Средства поверки измерительных компонентов, входящих в состав СИКГК, в соответствии с документами на их методики поверки.

4.3 Возможно применение аналогичных средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единиц величин поверяемой СИКГК.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

5.1 При проведении поверки соблюдают требования, определяемые:

- в области охраны труда - Трудовым кодексом Российской Федерации;
- в области промышленной безопасности - Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору № 534 от 15 декабря 2020 г. «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»), Руководством по безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов» (приказ № 784 от 27 декабря 2012 г. «Об утверждении Руководства по

безопасности «Рекомендации по устройству и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»), а также другими действующими отраслевыми документами;

- в области пожарной безопасности - Федеральным законом Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности», Постановление Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2020 г. № 1479 «Об утверждении Правил противопожарного режима в Российской Федерации»;

- в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок - Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей;

- в области охраны окружающей среды - Федеральным законом Российской Федерации от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ (ред. 12 марта 2014 г.) «Об охране окружающей среды» и другими действующими законодательными актами на территории Российской Федерации .

5.2 Площадка СИКГК должна содержаться в чистоте без следов КГД и должна быть оборудована первичными средствами пожаротушения согласно Правилам противопожарного режима в Российской Федерации.

5.3 Выполнение работ прекращают при обнаружении течи КГД в сварных и фланцевых соединениях оборудования СИКГК.

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие СИКГК следующим требованиям:

- комплектность СИКГК должна соответствовать ее описанию типа и эксплуатационной документации;

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

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

- проверяют обеспеченность конструкцией СИКГК ограничения доступа в основные блоки и узлы СИКГК, а также к программному обеспечению СИКГК, в целях предотвращения несанкционированной настройки и вмешательства, которые могут привести к искажению результатов измерений.

6.2 Результаты внешнего осмотра считают положительными, если выполняются вышеперечисленные требования.

6.3 СИКГК, не прошедшая внешний осмотр, к поверке не допускается.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовка к поверке

7.1.1 Подготовка средств поверки и СИКГК осуществляют в соответствии с их эксплуатационной документацией.

7.1.2 Подготавливают счетчики-расходомеры массовые Micro Motion CMF300 (далее - СРМ), входящие в состав измерительных каналов (ИК) массы и массового расхода КГД, в соответствии с технической или эксплуатационной документацией, устанавливают или проверяют установленные коэффициенты, в том числе:

- коэффициент преобразования СРМ;
- градуировочный коэффициент СРМ;
- коэффициент коррекции СРМ;

- значение максимального массового расхода и соответствующее ему значение частоты выходного сигнала СРМ или коэффициент преобразования СРМ.

7.1.3 Проверяют правильность монтажа средства поверки.

7.1.4 Проверяют комплектность эксплуатационной документации на измерительные компоненты из состава СИКГК.

7.1.5 Проверяют герметичность СИКГК.

При визуальном осмотре проверяют отсутствие утечек КГД через элементы оборудования и измерительные компоненты СИКГК.

При обнаружении следов КГД на элементах оборудования или измерительных компонентах СИКГК поверку прекращают и принимают меры по устранению утечки КГД.

7.2 Опробование

7.2.1 При опробовании СИКГК проверяют действие и взаимодействие компонентов в соответствии с руководством по эксплуатации СИКГК, возможность получения отчетов следующим образом:

- проверяют наличие электропитания на компонентах СИКГК и средствах поверки;
- проверяют наличие связи между первичными преобразователями, вторичной аппаратурой и комплексом измерительно-вычислительным расхода и количества жидкостей и газов «АБАК+» (далее – ИВК), ИВК и автоматизированным рабочим местом (АРМ) оператора СИКГК путем визуального контроля меняющихся значений измеряемых величин на дисплее компьютера АРМ оператора;

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

Проверяют общее функционирование преобразователя плотности жидкости измерительного 7835 (далее – ПП) с ИВК в соответствии с инструкцией по эксплуатации, соответствие введенных в ИВК коэффициентов указанным в сертификате на ПП и правильность вычисляемых значений плотности.

Опробование СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, проводят совместно со средствами поверки.

Устанавливают массовый расход измеряемой среды в пределах рабочего диапазона измерений массового расхода СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД.

Наблюдают на дисплее ИВК значения следующих параметров:

- частоты выходного сигнала СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД;

- массового расхода измеряемой среды в СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД;

- температуры и давления измеряемой среды на входе и выходе ПУ;

- плотности, температуры и давления измеряемой среды в ПП.

Запускают поршень ПУ. При прохождении поршня через первый детектор наблюдают за началом отсчета импульсов выходного сигнала СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, при прохождении поршня через второй детектор - за окончанием отсчета импульсов.

7.2.2 Результаты опробования считают положительными, если выполняются условия 7.2.1 в полном объеме.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (ПО) СИКГК

проводят в следующей последовательности:

- нажать на кнопку «Информация», расположенную на лицевой панели ИВК, входящего в состав СИКГК;

- зафиксировать номер версии и цифровой идентификатор программного обеспечения и сравнить их с соответствующими идентификационными данными, указанными в разделе «Программное обеспечение» описания типа СИКГК.

8.2 Результат считают положительным, если идентификационные данные ПО СИКГК соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа СИКГК. В случае, если идентификационные данные ПО СИКГК не соответствуют данным, указанным в описании типа СИКГК, поверку прекращают.

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Проверка результатов поверки измерительных компонентов, входящих в состав СИКГК

9.1.1 Проверяют у средств измерений (измерительных компонентов) из состава СИКГК (за исключением СРМ) наличие информации о результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ) и действующих знаков поверки и (или) свидетельств о поверке, и (или) записи в паспортах (формулярах), заверенных подписью поверителя и знаком поверки.

9.1.2 Перечень измерительных компонентов из состава СИКГК приведен в таблице 1 описания типа СИКГК.

9.1.3 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода КГД проводят в соответствии с Приложением А.

9.1.4 Результат проверки считают положительным, если выполняются условия (А.14) и (А.15), средства измерений из состава СИКГК, имеют запись в ФИФОЕИ о положительных результатах поверки, а также действующие знаки поверки и (или) свидетельства о поверки и (или) записи в паспортах (формулярах).

9.2 Определение относительной погрешности измерений массы КГД

9.2.1 При получении положительных результатов по п. 9.1 настоящей методики поверки относительная погрешность измерений массы КГД с применением СИКГК не превышает установленные пределы $\pm 0,25$ %.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

При получении положительных результатов по разделу 9 настоящей методики поверки СИКГК считают соответствующей метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, а результат поверки СИКГК положительным.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки СИКГК оформляют протоколом согласно Приложению В.

11.2 При положительных результатах поверки по письменному заявлению владельца или лица, представившего СИКГК на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, оформляет свидетельство о поверке СИКГК на бумажном носителе в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории Российской Федерации.

На оборотной стороне свидетельства о поверке СИКГК указывают диапазон измерений массового расхода, пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы КГД.

11.3 Знак поверки наносится на пломбы, установленные на СРМ согласно описанию типа СИКГК, и на свидетельство о поверке СИКГК в случае оформления свидетельства о поверке СИКГК на бумажном носителе.

11.4 К свидетельству о поверке СИКГК прикладывают:

- перечень автономных измерительных блоков, в который включают перечень ИК массы и массового расхода КГД с указанием заводских номеров измерительных компонентов, входящих в состав ИК массы и массового расхода КГД, и перечень измерительных компонентов, входящих в состав СИКГК, с указанием их заводских номеров;

- протокол поверки СИКГК.

11.5 Согласно руководству по эксплуатации СИКГК устанавливают в электронном (измерительном) преобразователе СРМ, полученный коэффициент коррекции (МФ).

11.6 При периодической или внеочередной поверке измерительного компонента или СИКГК в части отдельных ИК, применяют значения, полученные по результатам последней поверки.

11.7 В случае необходимости определения метрологических характеристик отдельного ИК массы и массового расхода КГД оформляют свидетельство о поверке СИКГК в части отдельного ИК массы и массового расхода КГД, при этом срок действия свидетельства о поверке СИКГК в части отдельных ИК определяется интервалом между поверками СИКГК. На оборотной стороне свидетельства о поверке СИКГК в части отдельного ИК массы и массового расхода КГД указывают наименование и номер ИК массы и массового расхода, диапазон измерений массового расхода КГД и пределы допускаемой относительной погрешности ИК массы и массового расхода КГД.

11.8 При отрицательных результатах поверки СИКГК к эксплуатации не допускают, выдают извещение о непригодности в соответствии с действующим порядком проведения поверки средств измерений на территории Российской Федерации.

Приложение А (обязательное)

Определение метрологических характеристик измерительного канала массы и массового расхода КГД

Настоящее приложение устанавливает порядок определения метрологических характеристик ИК массы и массового расхода КГД.

Проверяют или устанавливают в ИВК значение максимального массового расхода и соответствующее ему значение частоты выходного сигнала СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, или коэффициент преобразования СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, $K_{\text{пм}}$, имп/т, соответствующий установленному значению в преобразователе СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД или вычисленный по формуле

$$K_{\text{пм}} = \frac{f_M \cdot 3600}{Q_M} \quad (\text{А.1})$$

где f_M - значение частоты, установленное в преобразователе СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, Гц;

Q_M – максимальное значение массового расхода, установленное в электронном (измерительном) преобразователе СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, т/ч.

Вводят в память ИВК или проверяют введенные ранее данные, необходимые для обработки результатов определения относительной погрешности ИК массы и массового расхода КГД.

Проверяют отсутствие свободного газа в измерительной линии, ПУ и ПП, а также в верхних точках трубопроводов. Для этого устанавливают значение массовый расход КГД в пределах рабочего диапазона измерений массового расхода СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, и открывают краны, расположенные в высших точках измерительной линии и ПУ. Проводят 1 - 3 раза запуск поршня, удаляя после каждого запуска газ (воздух). Считают, что газ (воздух) отсутствует полностью, если из кранов вытекает струя измеряемой среды без газовых пузырьков.

При рабочем давлении проверяют герметичность технологической линии, состоящей из СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, ПУ и ПП. При этом не допускается появление капель или утечек КГД через сальники, фланцевые, резьбовые или сварные соединения при наблюдении в течение 5 мин.

Проверяют герметичность задвижек, через которые возможны утечки КГД, влияющие на результаты измерений при определении относительной погрешности ИК массы и массового расхода КГД.

Проверяют герметичность устройства пуска и приема поршня ПУ в соответствии с технической документацией.

Проверяют стабильность температуры КГД. Для этого запускают поршень ПУ и регистрируют температуру в ПП, на входе и выходе ПУ. Температуру КГД считают стабильной, если ее изменение в системе не превышает 0,2 °С за время прохождения поршня от одного детектора до другого (в двунаправленных ПУ - в обоих направлениях).

Проводят установку нуля СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, согласно технической документации.

Определение относительной погрешности ИК массы и массового расхода КГД и обработка результатов измерений соответствует алгоритму, приведенному в МИ 3272-2010 «ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации компактного пружинного в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности».

При определении относительной погрешности СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, определяют следующие метрологические характеристики (МХ):

- коэффициент коррекции СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, в рабочем диапазоне измерений массового расхода;

- границу относительной погрешности СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, в рабочем диапазоне измерений.

Определение МХ СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, проводят не менее чем при трех значениях массового расхода КГД из диапазона измерений массового расхода, установленного для СРМ (далее - точек расхода), включая минимальное и максимальное значение. В каждой точке расхода для рабочих СРМ, проводят не менее пяти измерений, для контрольно-резервного, применяемого в качестве контрольного СРМ, проводят не менее семи измерений. Последовательность выбора точек расхода может быть произвольной.

Устанавливают выбранное значение массового расхода по показаниям СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД.

Проводят предварительное измерение для уточнения значения установленного массового расхода.

Запускают поршень ПУ. После прохождения поршнем второго детектора регистрируют время прохождения поршнем от одного детектора до другого, количество импульсов выходного сигнала СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, температуру, давление и плотность измеряемой среды.

Массовый расход измеряемой среды через СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, вычисляют по формуле (А.2).

При необходимости проводят корректировку значения массового расхода регулятором расхода или запорной арматурой.

После стабилизации массового расхода проводят необходимое количество измерений.

Запускают поршень ПУ. При прохождении поршнем первого детектора ИВК начинает отсчет импульсов выходного сигнала СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, и времени прохождения поршня между детекторами, при прохождении второго детектора - заканчивает.

Для определения средних значений за время измерения (время прохождения поршня между детекторами) ИВК периодически фиксирует значения следующих параметров:

- температуры измеряемой среды на входе и выходе ПУ;
- давления измеряемой среды на входе и выходе ПУ;
- температуры измеряемой среды в ПП;
- давления измеряемой среды в ПП;
- плотности измеряемой среды в ПП.

При использовании термометров и манометров с визуальным отсчетом допускается фиксировать температуру и давление один раз за время прохождения поршня.

Если количество импульсов выходного сигнала СРМ, входящего в состав ИК массы и массового расхода КГД, за время прохождения поршня ПУ между детекторами меньше 10000, то ИВК должен определять количество импульсов с долями импульсов.

Если для двунаправленной ПУ определена вместимость калиброванного участка как сумма вместимостей в обоих направлениях, то за одно измерение принимают движение поршня в прямом и обратном направлении, количество импульсов и время прохождения поршня в прямом и обратном направлениях суммируют.

Если для двунаправленной ПУ определена вместимость калиброванного участка для каждого направления, то за одно измерение принимают движение поршня в каждом направлении.

Результаты измерений заносят в протокол, форма которого приведена в Приложении Б.

Определение метрологических характеристик

Метрологические характеристики (МХ) ИК массы и массового расхода определяют в крайних точках диапазона расхода, а также в точках внутри диапазона расхода с интервалом 20-30 % от верхнего предела рабочего диапазона.

Допускается МХ определять в трех точках рабочего диапазона: при минимальном, среднем и максимальном значениях расхода.

При определении МХ ИК массы и массового расхода КГД в каждой точке диапазона измерений массового расхода проводят не менее пяти измерений.

Требуемые поверочные значения расхода устанавливают, начиная от минимального в сторону увеличения или от максимального в сторону уменьшения. Требуемое значение поверочного расхода устанавливают (и контролируют), используя результаты измерений расхода (т/ч) контрольно-резервным СРМ.

Выполнение измерений

Для каждого i -го измерения в j -й точке диапазона расхода регистрируют следующие значения:

- количество импульсов, генерируемых СРМ, входящим в состав ИК массы и массового расхода КГД (N_{ij}^{mac} , ипм);
- температура и давление измеряемой среды в ПУ (t_{ij}^{KP} , °С и P_{ij}^{KP} , МПа);
- температура и давление измеряемой среды в ПП (t_{ij}^{PP} , °С и P_{ij}^{PP} , МПа) – только в случае применения ПП, установленного в блоке контроля показателей качества КГД (далее – БКК);
- плотность измеряемой среды, измеренная ПП (ρ_{ij}^{PP} , кг/м³);
- массовый расход Q_{ij} , т/ч).

Далее проводят обработку результатов измерений.

Определение параметров градуировочной характеристики (ГХ) СРМ.

Для каждого i -го измерения в j -ой точке расхода вычисляют значения массы измеряемой среды (M_{ij}^{p3} , т) используя результаты измерений ПУ и ПП.

Значение M_{ij}^{p3} определяют по формуле

$$M_{ij}^{p3} = V_{прij}^{ПУ} \cdot \rho_{прij}^{PP} \cdot 10^{-3}; \quad (A.2)$$

где $V_{прij}^{ПУ}$ – вместимость калиброванного участка ПУ, м³, определяемая по формуле

$$V_{прij}^{ПУ} = V_0^{ПУ} \cdot [1 + 2\alpha_t^{цил} \cdot (t_{ij}^{ПУ} - 20) + \alpha_t^{ст} \cdot (t_{ij}^{ст} - 20)] \cdot \left(1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot s} \cdot P_{ij}^{ПУ}\right), \quad (A.3)$$

где $\alpha_t^{цил}$ – коэффициент линейного расширения материала стенок ПУ, °С⁻¹ (значение берут из таблицы В.1 приложения В);

$t_{ij}^{ПУ}$ – температура измеряемой среды в ПУ при i -м измерении в j -ой точке расхода;

- $P_{ij}^{ПУ}$ – Давление измеряемой среды в ПУ при i -м измерении в j -ой точке расхода;
 $\alpha_t^{СТ}$ – коэффициент линейного расширения материала стержня, на котором установлены оптические сигнализаторы, $^{\circ}C^{-1}$ (значение берут из таблицы В.1 приложения В);
 $t_{ij}^{СТ}$ – температура стержня, на котором установлены оптические сигнализаторы при i -м измерении в j -ой точке расхода, $^{\circ}C$;
 D – внутренний диаметр измерительного участка ПУ, мм (из эксплуатационной документации на ПУ);
 E – модуль упругости материала стенок ПУ, МПа (из эксплуатационной документации на ПУ или таблицы В.1 приложения В);
 s – толщина стенок измерительного участка ПУ, мм (из эксплуатационной документации на ПУ);
 $\rho_{приj}^{ПП}$ – плотность измеряемой среды, $кг/м^3$, определяемая по формуле

$$\rho_{приj}^{ПП} = \rho_{ij}^{БКК} \cdot [1 + \beta_{жиj} \cdot (t_{ij}^{ПП} - t_{ij}^{ПУ})] \cdot [1 + \gamma_{жиj} \cdot (P_{ij}^{ПП} - P_{ij}^{ПУ})], \quad (A.4)$$

 где $\rho_{ij}^{БКК}$ – плотность рабочей жидкости, измеренная ПП, при i -м измерении в j -ой точке расхода;
 $\beta_{жиj}$ – коэффициент объемного расширения измеряемой среды, $1/^{\circ}C$, значение которого определяют по реализованным в ИВК или АРМ оператора алгоритмам, разработанным согласно СТО ГАЗПРОМ 5.9;
 $\gamma_{жиj}$ – коэффициент сжимаемости измеряемой среды, $1/МПа$, значение которого определяют по реализованным в ИВК или АРМ оператора алгоритмам, разработанным согласно СТО ГАЗПРОМ 5.9;

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

$$KF_{ij} = \frac{N_{ij}^{Мак}}{M_{ij}^{пз}}. \quad (A.5)$$

Вычисляют среднее значение коэффициента преобразования для j -ой точки диапазона расхода, KF_j , имп/т, по формуле

$$KF_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} KF_{ij}}{n_j}. \quad (A.6)$$

ГХ реализовано в виде кусочно-линейной аппроксимации. Определяют и оценивают среднее квадратическое отклонение (СКО) результатов определений коэффициента преобразования в точках диапазона расхода, по формуле:

$$S_k^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=k}^{k+1} \sum_{i=1}^{n_j} \left(\frac{KF_{ij} - KF_j}{KF_j} \right)^2}{(n_j - n_{j+1} - 1)_k}} \cdot 100 \leq 0,03\%. \quad (A.7)$$

В случае несоблюдения условия А.7 при необходимости повторно операции по определению метрологических характеристик.

При положительных результатах оценки СКО проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

Случайную составляющую погрешности ИК массы и массового расхода КГД определяют по формуле

$$\varepsilon = t_{(P,n)} \cdot S_k^{KF}, \quad (A.8)$$

где $t_{(P,n)}$ – квантиль распределения Стьюдента, значение которого определяют из таблицы Г.1 приложения Г.

Систематическую составляющую погрешности ИК массы и массового расхода КГД определяют по формуле

$$\theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\text{ПУ}}^2 + \delta_{\text{ПП}}^2 + \theta_t^2 + \delta_k^{\text{ИВК}} + (\theta_k^{\text{KF}})^2 + (\delta_{0k}^{\text{mac}})^2}, \quad (\text{A.9})$$

- где $\delta_{\text{ПУ}}$ – пределы относительной погрешности ПУ согласно описанию типа (или из свидетельств о поверке), %
 $\delta_{\text{ПП}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ПП, применяемого при определении МХ ИК массы и массового расхода, %, определяемой по формуле:

$$\delta_{\text{ПП}} = \frac{\Delta}{\rho_{\text{min}}} \cdot 100\%,$$

- где Δ – пределы допускаемой абсолютной погрешности ПП, кг/м³
 ρ_{min} – минимальное значение диапазона измерений плотности измеряемой среды, кг/м³
 θ_t – неисключенная систематическая составляющая погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры рабочей жидкости в ПУ и ПП, %, определяют по формулу

$$\theta_t = \beta_{\text{жmax}} \cdot \sqrt{\Delta t_{\text{КП}}^2 + \Delta t_{\text{ПП}}^2} \cdot 100, \quad (\text{A.10})$$

- где $\beta_{\text{жmax}}$ – максимальное из ряда значений $\beta_{\text{жи}j}$, °С⁻¹;
 $t_{\text{ПУ}}$ и $t_{\text{ПП}}$ – пределы допускаемых абсолютных погрешностей датчиков температуры (или термометров), применяемых при измерениях температуры измеряемой среды в ПУ и ПП, соответственно, °С;
 $\delta_k^{\text{ИВК}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при вычислениях коэффициентов преобразования СРМ, входящих в состав ИК массы и массового расхода, %;
 θ_k^{KF} – неисключенная систематическая составляющая погрешности, обусловленная аппроксимацией ГХ СРМ в к-м поддиапазоне расхода, определяемая по А.11
 δ_{0k}^{mac} – относительная погрешность стабильности нуля в к-м поддиапазоне, определяемая по формуле А.12 (для измерительного преобразователя серии 2000)

Составляющую систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией ГХ СРМ в к-м диапазоне расхода, определяют по формуле

$$\theta_k^{\text{KF}} = \frac{1}{2} \left| \frac{KF_j - KF_{j+1}}{KF_j + KF_{j+1}} \right|_{(k)} \cdot 100. \quad (\text{A.11})$$

Относительную погрешность определяют по формуле

$$\delta_{0k}^{\text{mac}} = \frac{2ZS}{Q_{k\text{min}} + Q_{k\text{max}}} \cdot 100. \quad (\text{A.12})$$

Для измерительного преобразователя 2700 $\delta_{0k}^{\text{mac}} = 0\%$.

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

Относительную погрешность СРМ определяют по формуле

$$\delta_k = \begin{cases} Z_{(P)} \cdot (\theta_{\Sigma k} + \varepsilon) & \text{при } 0,8 \leq \frac{\theta_{\Sigma}}{S_k^{\text{KF}}} \leq 8 \\ \theta_{\Sigma k} & \text{при } \frac{\theta_{\Sigma}}{S_k^{\text{KF}}} > 8 \end{cases}, \quad (\text{A.13})$$

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

Оценивают значения относительных погрешностей, для чего проверяют выполнение условий:

Для СРМ, используемого в качестве контрольного,

$$|\delta_k| \leq 0,20\%; \quad (\text{A.14})$$

Для СРМ, используемого в качестве рабочего,

$$|\delta_k| \leq 0,25\%; \quad (\text{A.15})$$

Если для СРМ, эксплуатируемого в качестве контрольного, не выполняется условие А.14 и для СРМ, эксплуатируемого в качестве рабочего, не выполняется условие А.15, то выясняют причины, устраняют их и проводят повторные операции определения МХ.

При невыполнении одного из условий рекомендуется:

- увеличить количество измерений в точках расхода;
- увеличить количество точек разбиения рабочего диапазона (уменьшить поддиапазон расхода).

Приложение Б
(рекомендуемое)
Форма протокола поверки СИКГК

Стр. _ из _

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 Проверка наличия действующих знаков поверки и (или) свидетельств о поверке и (или) записи в паспорте (формуляре) на измерительные компоненты СИКГК:

(соответствует/не соответствует)

4.2 Определение метрологических характеристик ИК массы и массового расхода конденсата газового дезтанизованного.

4.2.1 Протокол определения метрологических характеристик ИК массы и массового расхода конденсата газового дезтанизованного.

Место проведения поверки _____

Преобразователь: тип (модель) _____ DN _____ мм PN _____ МПа, зав № _____

Установлен на _____, ИЛ № _____, Рабочая жидкость: _____

ПУ: _____, разряд _____, зав № _____, PN _____ МПа,

Дата поверки _____

Таблица 1 - Исходные данные

Поверочной установки (ПУ)									СОИ	Преобразователя
Детекторы ПУ	$V_0^{ПУ}$, м ³	$\delta_{ПУ}$, %	r , мм	s , мм	E , МПа	$\alpha_t^{ПУ}$, °С ⁻¹	$\alpha_t^{см}$, °С ⁻¹	$\Delta t_{ПУ}$, °С	$\delta_{СОИ}^{(K)}$, %	$\Delta t_{ПР}$, °С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица 2 – Результаты измерений и вычислений

№точ / №изм. (j / i)	Q_j , т/ч	Результаты измерений								
		Детекторы ПУ	T_{ij} , с	$\bar{t}_{ij}^{ПУ}$, °С	$\bar{p}_{ij}^{ПУ}$, МПа	$\bar{t}_{ij}^{см}$, °С	f_{ij} , Гц	$t_{ij}^{ПР}$, °С	$p_{ij}^{ПР}$, МПа	N_{ij} , имп
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1/1										
1/2										
1/n										
m/1										
m/n										

Окончание таблицы 2

№точ / №изм. (j / i)	Результаты измерений					Результаты вычислений					
	ρ_{ij} , кг/м ³	$t_{ij}^{ПП}$, °С	$p_{ij}^{ПП}$, МПа	v_{ij} , сСт	W_{ij} , % об. дол	$V_{ij}^{ПУ}$, м ³	K_{ij} , имп/м ³	$CTL_{ij}^{ПУ}$	$CPL_{ij}^{ПУ}$	$CTL_{ij}^{ПР}$	$CTL_{ij}^{ПР}$
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1/1											
1/2											
1/n											
m/1											
m/n											

Таблица 3 – Значения коэффициентов использованных при вычислениях

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

Таблица 4 – Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точки (j)	\bar{Q}_j , т/ч	f_j , Гц	K_j , имп/м ³	S_j , %	ε_j , %	$\theta_{\Sigma j}$, %	δ_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8
1					0		

4.2.2 Метрологические характеристики ИК массы и массового расхода КГД установленным в соответствии с п. 9.2.1 пределам _____ (соответствует/не соответствует).

4.3 Определение относительной погрешности измерений массы КГД СИКГК

Относительная погрешность измерений массы КГД СИКГК установленным в соответствии с п. 9.2.1 пределам _____ (соответствует/не соответствует).

Подпись лица, проводившего работы _____ / _____
подпись И.О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Приложение В
(справочное)

**Значения коэффициента линейного расширения и модуля упругости
материала стенок ПУ**

В.1 Коэффициент линейного расширения и модуль упругости материала стенок ПУ определяют по таблице В. 1.

Таблица В.1 – Значения коэффициентов линейного и квадратичного расширения и модуля упругости материала стенок ПУ.

Материал	$\alpha_t^{цил}, \alpha_t^{ст}, 1/^\circ\text{C}$	Е, МПа
Сталь углеродистая	$1,12 \cdot 10^{-5}$	$2,068 \cdot 10^5$
Сталь легированная	$1,10 \cdot 10^{-5}$	$2,0 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 17-4	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$1,965 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 304	$1,73 \cdot 10^{-5}$	$1,931 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая 316	$1,58 \cdot 10^{-5}$	$1,931 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая PH 17-4 SS	$1,08 \cdot 10^{-5}$	$1,965 \cdot 10^5$
Инвар	$1,44 \cdot 10^{-5}$	-

Примечание – Если в эксплуатационной документации на ПУ приведены значения α и Е, то для расчетов используют приведенные значения

Приложение Г

Определение значений квантиля распределения Стьюдента и коэффициента

Г.1 Значения коэффициентов Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$ и количестве измерений определяют по таблице Г.1

Таблица Г.1– Значения коэффициентов Стьюдента при доверительной вероятности $P = 0,95$

n (m)	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$t_{0,95}$	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,201	2,179	2,160	2,145

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

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

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