



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 нефти № 449.
Резервная схема учета**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2810/1-311229-2021

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на средства измерений «Система измерений количества и показателей качества нефти № 449. Резервная схема учета» (далее – РСИКН), заводской № 449, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 РСИКН соответствует требованиям к средству измерений 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 (далее – ГПС), 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 63–2019.

1.3 Метрологические характеристики измерительного канала объемного расхода (далее – ИК объемного расхода) определяются комплектным методом. Метрологические характеристики средств измерений, входящих в состав РСИКН (исключая средства измерений из состава ИК объемного расхода), подтверждаются сведениями о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Метрологические характеристики РСИКН подтверждаются расчетным методом.

1.4 Допускается проведение поверки РСИКН в части отдельного ИК объемного расхода в соответствии с заявлением владельца РСИКН.

1.5 Если очередной срок поверки средства измерений или ИК объемного расхода (в случае поверки РСИКН в части отдельного ИК объемного расхода), входящего в состав РСИКН, наступает до очередного срока поверки РСИКН, или появилась необходимость проведения периодической или внеочередной поверки средства измерений или РСИКН в части отдельного ИК объемного расхода, входящего в состав РСИКН, то поверяют только это средство измерений или РСИКН в части отдельного ИК объемного расхода, при этом внеочередную поверку РСИКН не проводят.

1.6 Фактический диапазон измерений РСИКН не может превышать диапазона измерений, указанного в описании типа РСИКН.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 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 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
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки средства измерений	12	Да	Да

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

3 Требования к условиям проведения поверки средства измерений

3.1 Поверку проводят при условиях, сложившихся на момент проведения поверки и удовлетворяющих условиям эксплуатации РСИКН, или в фактически обеспечивающимся при поверке диапазоне измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

3.2 Определение метрологических характеристик проводят на месте эксплуатации в комплекте с элементами измерительной линии.

3.3 Отклонение объемного расхода измеряемой среды от установленного значения в процессе измерений не должно превышать $\pm 2,5\%$.

3.4 Изменение температуры измеряемой среды на входе и выходе поверочной установки, в преобразователе объемного расхода, используемого в качестве компаратора, и в расходомере UFM 3030 (далее – УПР), входящего в состав ИК объемного расхода, за время измерения не должно превышать $0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.5 Температура, влажность окружающей среды и физико-химические показатели измеряемой среды соответствуют условиям эксплуатации РСИКН.

3.6 Отклонение вязкости измеряемой среды за время поверки находится в допустимых пределах для применяемого преобразователя объемного расхода, используемого в качестве компаратора.

3.7 Диапазоны рабочего давления и объемного расхода определяются типоразмером УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, и технологическими требованиями.

3.8 Содержание свободного газа не допускается.

3.9 Для обеспечения бескавитационной работы избыточное давление в трубопроводе после УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, и преобразователя объемного расхода, используемого в качестве компаратора, $P_{\min}$, МПа, должно быть не менее вычисленного по формуле:

$$P_{\min} = 2,06 \cdot P_{\text{нп}} + 2 \cdot \Delta P, \quad (1)$$

где $P_{\text{нп}}$ – давление насыщенных паров по ГОСТ 1756–2000, при максимальной температуре измеряемой среды, МПа;

ΔP – перепад давления на УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, или на преобразователе объемного расхода, используемого в качестве компаратора, МПа. Используется значение из технической документации соответствующего средства измерений.

3.10 Регулирование объемного расхода проводят при помощи регуляторов расхода, входящих в состав поверочной установки и системы измерений количества и показателей качества нефти СИКН № 449 (далее – СИКН № 449).

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 РСИКН, средства измерений (далее – СИ), входящие в состав РСИКН, 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 РСИКН 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, 8, 9, 10	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 10 до 40 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С Средство измерений относительной влажности окружающей среды: диапазон измерений от 30 до 80 %, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений ± 5 % Средство измерений атмосферного давления: диапазон измерений от 84 до 107 кПа, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений атмосферного давления $\pm 0,5$ кПа	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
10	Средство воспроизведения объемного расхода при объемном расходе от 380 до 2520 м ³ /ч, пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) определения вместимости калиброванного участка $\pm 0,1$ %	Рабочий эталон 2-го разряда, соответствующий части 2 ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта № 256 от 7 февраля 2018 года (далее – ПУ) Преобразователь объемного расхода, используемый в качестве компаратора, среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) при определении коэффициента преобразования не более $\pm 0,02$ % (далее – ПР).

5.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик РСИКН 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 РСИКН, приведенных в их эксплуатационных документах, и инструкций по охране труда, действующих на объекте.

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

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ и комплектность РСИКН;
- пломбировку СИ, входящих в состав РСИКН (при наличии информации в описании типа данных СИ об указании мест и способов ограничения доступа к местам настройки (регулировки));
- отсутствие механических повреждений РСИКН, препятствующие его применению;

– четкость надписей и обозначений на маркировочных табличках РСИКН и его компонентов.

7.2 Поверку продолжают, если:

- состав СИ и комплектность РСИКН соответствуют описанию типа РСИКН;
- пломбировка СИ, входящих в состав РСИКН, выполнена в соответствии со сведениями в описаниях типа данных СИ;
- отсутствуют механические повреждения РСИКН, препятствующие ее применению;
- надписи и обозначения на маркировочных табличках 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 РСИКН устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- осуществляют соединение и подготовку к проведению измерений средств поверки и РСИКН в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

8.2 Проверяют наличие информации о положительных результатах поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – 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 нефтью технологическую схему. Оперативным персоналом путем визуального осмотра проверяется отсутствие утечек через фланцевые, резьбовые и уплотнительные соединения элементов технологической схемы РСИКН. На элементах технологической схемы РСИКН не должно наблюдаться следов нефти. При обнаружении следов нефти поверку прекращают и принимают меры по устранению утечки.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

9.1.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) РСИКН, реализованном в комплексе измерительно-вычислительном ТН-01 (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 РСИКН считают положительными, если идентификационные данные ПО РСИКН соответствуют указанным в описании типа РСИКН.

9.2 Проверка работоспособности

9.2.1 Проверяют:

– отсутствие на мониторе автоматизированного рабочего места (далее – АРМ) оператора сообщений об ошибках;

– соответствие текущих измеренных РСИКН значений температуры, давления, расхода, плотности, кинематической вязкости и влагосодержания данным, отраженным в описании типа РСИКН.

9.2.2 Результаты проверки работоспособности считают положительными, если:

- на АРМ оператора отсутствуют сообщения об ошибках;
- текущие измеренные РСИКН значения температуры, давления, расхода и плотности соответствуют данным, отраженным в описании типа РСИКН.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав РСИКН

10.1.1 Метрологические характеристики ИК объемного расхода в составе РСИКН определяются комплектным методом согласно 10.2 настоящего документа.

10.1.2 СИ, входящие в состав РСИКН (исключая СИ из состава ИК объемного расхода), на момент проведения поверки РСИКН должны быть поверены в соответствии с документами на поверку, установленными при утверждении типа этих СИ. При поверке СИ, входящих в состав РСИКН, применяются методики поверки, установленные при утверждении типа этих СИ.

10.1.3 При наличии действующих сведений о поверке РСИКН в части отдельного ИК объемного расхода, метрологические характеристики ИК объемного расхода при текущей поверке РСИКН не определяются. Комплекс измерительно-вычислительный ТН-01, модификация 02, входящий в состав ИК объемного расхода, поверяется по методике поверки, установленной при утверждении типа этого СИ.

10.2 Определение метрологических характеристик ИК объемного расхода

10.2.1 Определение метрологических характеристик ИК объемного расхода выполняют комплектным способом.

10.2.2 Подготовка к выполнению определения метрологических характеристик ИК объемного расхода

10.2.2.1 Проверяют правильность монтажа СИ.

10.2.2.2 Подготавливают СИ согласно указаниям технической документации.

10.2.2.3 Проводят чистку фильтров на измерительной линии (далее – ИЛ).

10.2.2.4 Вводят в память ИВК или проверяют введенные ранее данные, необходимые для обработки результатов определения метрологических характеристик.

10.2.2.5 Проверяют отсутствие газа в ИЛ и ПУ, а также в верхних точках трубопроводов. Для этого устанавливают расход измеряемой среды в пределах рабочего диапазона измерений и открывают краны, расположенные в высших точках ИЛ и ПУ. Проводят 1 - 3 раза запуск поршня, удаляя после каждого запуска газ. Считают, что газ (воздух) отсутствует полностью, если из кранов вытекает струя измеряемой среды без газовых пузырьков.

10.2.2.6 При рабочем давлении проверяют герметичность схемы, состоящей из УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, ПР и ПУ. При этом не допускается появление капель или утечек измеряемой среды через сальники, фланцевые, резьбовые или сварные соединения при наблюдении в течение 5 мин.

10.2.2.7 Проверяют герметичность задвижек, через которые возможны утечки измеряемой среды, влияющие на результаты измерений при поверке.

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

10.2.2.9 Проводят установку нуля УПР, входящего в состав ИК объемного расхода согласно технической документации.

10.2.2.10 Проверяют стабильность температуры измеряемой среды. Температуру измеряемой среды считают стабильной, если ее изменение в ПУ, ПР и УПР, входящем в состав ИК объемного расхода, не превышает $\pm 0,2$ °С за время измерения.

10.2.2.11 Определяют плотность измеряемой среды за время поверки с помощью поточного плотномера или в испытательной лаборатории по ГОСТ 3900-85 с учетом Р 50.2.075-2010 «Государственная система обеспечения единства измерений. Нефть и нефтепродукты. Лабораторные методы измерения плотности, относительной плотности и плотности в градусах API».

10.2.2.12 Определяют вязкость измеряемой среды за время поверки с помощью поточного

вискозиметра или в испытательной лаборатории по ГОСТ 33-2016 «Нефть и нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической и динамической вязкости».

10.2.3 Опробование УПР, входящего в состав ИК объемного расхода

10.2.3.1 Устанавливают объемный расход измеряемой среды в пределах рабочего диапазона измерений расхода УПР, входящего в состав ИК объемного расхода.

10.2.3.2 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении (уменьшении) расхода измеряемой среды соответственно изменяются показания РСИКН.

10.2.4 Определение метрологических характеристик УПР, входящего в состав ИК объемного расхода

10.2.4.1 При определении метрологических характеристик УПР, входящего в состав ИК объемного расхода определяют следующие метрологические характеристики:

– коэффициент преобразования УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в рабочем диапазоне измерений объемного расхода или коэффициенты преобразования УПР в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода;

– границу относительной погрешности УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в рабочем диапазоне измерений объемного расхода.

10.2.4.2 Определение метрологических характеристик УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, проводят не менее чем в трех точках рабочего диапазона измерений объемного расхода. Значения объемного расхода (точки рабочего диапазона) выбирают с интервалом не более 20 % от максимального значения объемного расхода УПР, входящего в состав ИК объемного расхода. В каждой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода проводят не менее пяти измерений.

10.2.4.3 Последовательность выбора точек расхода может быть произвольной.

10.2.4.4 Определение коэффициента преобразования ПР

Для каждой выбранной точки объемного расхода из рабочего диапазона измерений объемного расхода, определяют необходимое значение объемного расхода через ПР для обеспечения заданного объемного расхода через УПР, входящего в состав ИК объемного расхода.

Определяют коэффициент преобразования ПР при выбранных значениях объемного расхода. При каждом выбранном значении объемного расхода проводят не менее пяти измерений.

Устанавливают выбранное значение объемного расхода через ПР по показаниям ПР и проводят предварительное измерение для уточнения значения установленного объемного расхода.

После стабилизации объемного расхода в соответствии с 3.3 и стабилизации температуры измеряемой среды в соответствии с 3.4 проводят необходимое количество измерений.

Запускают поршень ПУ. При прохождении поршнем первого детектора ИВК начинает отсчет импульсов выходного сигнала ПР и времени прохождения поршня между детекторами, при прохождении второго детектора – заканчивает.

Если количество импульсов выходного сигнала ПР за время прохождения поршня ПУ между детекторами меньше 10000, то ИВК должен определять количество импульсов с долями импульсов.

Для определения средних значений за время измерения 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 ПР;
- давления измеряемой среды в ПР;
- плотности измеряемой среды, измеренной преобразователем плотности (далее – ПП), входящим в состав СИКН № 449;
- температуры измеряемой среды в ПП, входящего в состав СИКН № 449;
- давления измеряемой среды в ПП, входящего в состав СИКН № 449;
- кинематической вязкости измеряемой среды, измеренной преобразователем вязкости (далее – ПВ), входящим в состав СИКН № 449.

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.

Обработку результатов измерений выполняют по Приложению А настоящей методики поверки.

Результаты измерений заносят в отдельный протокол для ПР. Рекомендуемая форма протокола определения коэффициента преобразования ПР приведена в приложении Б. Допускается в таблицах протокола удалять ненужные и добавлять необходимые столбцы и строки. Допускается использовать форму протокола, приведенного в приложении Б МИ 3265–2010

При заполнении протокола полученные результаты измерений и вычислений округляют в соответствии с таблицей 3.

Таблица 3 – Округление результатов измерений

Параметр	Единица измерения	Количество цифр после запятой	Количество значащих цифр, не менее
Объем	м ³	–	6
Температура	°С	2	–
Давление	МПа	2	–
Плотность	кг/м ³	1	–
Вязкость	мм ² /с	1	–
Количество импульсов	импульс	–	5
Интервал времени	с	2	–
Погрешность, СКО	%	3	–
Коэффициент преобразования	импульс/м ³	–	5
Коэффициент объемного расширения	1/°С	6	–

Примечание – Если количество цифр в целой части числа больше рекомендованного количества значащих цифр, то число округляют до целого.

Полученный коэффициент преобразования ПР устанавливают в ИВК.

10.2.4.5 Определение коэффициента преобразования УПР, входящего в состав ИК объемного расхода

Для определения коэффициента преобразования УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, устанавливают выбранное значение объемного расхода по показаниям ПР. Значение объемного расхода измеряемой среды через выбранные ПР должно отклоняться не более 2,5 % от расхода, при котором были определены коэффициенты преобразования ПР.

После стабилизации объемного расхода в соответствии с 3.3 и стабилизации температуры измеряемой среды в соответствии с 3.4 проводят необходимое количество измерений.

Начинают измерение. ИВК одновременно начинает отсчет импульсов выходных сигналов ПР и УПР, входящего в состав ИК объемного расхода. При достижении заданного количества импульсов выходного сигнала УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, или истечения заданного времени измерения ИВК одновременно заканчивает отсчет импульсов выходных сигналов выбранных ПР и УПР, входящего в состав ИК объемного расхода.

Если количество импульсов выходного сигнала ПР или УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, за время измерения меньше 10000, то ИВК должен определять количество импульсов с долями.

Для определения средних значений за время измерения ИВК периодически фиксирует значения следующих параметров:

– температуры измеряемой среды в УПР, входящим в состав ИК объемного расхода;

- давления измеряемой среды в УПР, входящим в состав ИК объемного расхода;
- температуры измеряемой среды в выбранных ПР;
- давления измеряемой среды в выбранных ПР;
- плотности измеряемой среды, измеренной ПП, входящим в состав СИКН № 449;
- температуры измеряемой среды в ПП, входящего в состав СИКН № 449;
- давления измеряемой среды в ПП, входящего в состав СИКН № 449;
- кинематической вязкости измеряемой среды, измеренной ПВ, входящим в состав СИКН № 449.

10.2.4.6 Обработка результатов измерений

Объем рабочей жидкости, прошедший через УПР, входящий в состав ИК объемного расхода, за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, V_{ji} , м^3 , вычисляют по формуле

$$V_{ji} = \sum_{k=1}^{n_k} \left(V_{jik} \cdot \frac{CTL_{ПР_{jik}} \cdot CPL_{ПР_{jik}}}{CTL_{УПР_{ji}} \cdot CPL_{УПР_{ji}}} \right), \quad (2)$$

где V_{jik} – объем рабочей жидкости, прошедшей через ПР за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, м^3 ;

$CTL_{ПР_{jik}}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем рабочей жидкости, определенный для температуры рабочей жидкости в ПР для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению В);

$CPL_{ПР_{jik}}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем рабочей жидкости, определенный для давления рабочей жидкости в ПР для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению В);

$CTL_{УПР_{ji}}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем измеряемой среды, определенный для температуры измеряемой среды в УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению В);

$CPL_{УПР_{ji}}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем измеряемой среды, определенный для давления измеряемой среды в УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению В).

Объем рабочей жидкости, прошедшей через ПР за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода V_{jik} , $\text{м}^3/\text{ч}$, вычисляют по формуле

$$V_{jik} = \frac{N_{jik}}{K_{jk}}, \quad (3)$$

где N_{jik} – количество импульсов от ПР за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс;

K_{jk} – коэффициент преобразования ПР, определенный для j -ой точки рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению А), импульс/ м^3 .

Коэффициент, учитывающий влияние температуры на вместимость ПУ, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода CTS_{ji} , вычисляют по формуле

$$CTS_{ji} = 1 + 3 \cdot \alpha_t \cdot (t_{ПУ_{ji}} - 20), \quad (4)$$

где α_t – коэффициент линейного расширения материала стенок калиброванного участка ПУ (согласно технической документации ПУ или определяют по

таблице Г.2 приложения Г), $1/^\circ\text{C}$;

$t_{\text{ПУ}ji}$ – температура измеряемой среды в ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $^\circ\text{C}$

Температуру измеряемой среды в ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода $t_{\text{ПУ}ji}$, $^\circ\text{C}$, вычисляют по формуле

$$t_{\text{ПУ}ji} = \frac{t_{\text{ВхПУ}ji} + t_{\text{ВыхПУ}ji}}{2}, \quad (5)$$

где $t_{\text{ВхПУ}ji}$, $t_{\text{ВыхПУ}ji}$ – температура измеряемой среды на входе и выходе ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $^\circ\text{C}$.

Коэффициент, учитывающий влияние давления на вместимость ПУ, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода CPS_{ji} , вычисляют по формуле

$$\text{CPS}_{ji} = 1 + 0,95 \cdot \frac{P_{\text{ПУ}ji} \cdot D}{E \cdot S}, \quad (6)$$

где $P_{\text{ПУ}ji}$ – давление измеряемой среды в ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, МПа;
 D – внутренний диаметр калиброванного участка ПУ (согласно технической документации ПУ), мм;
 E – модуль упругости материала стенок калиброванного участка ПУ (согласно технической документации ПУ или определяют по приложению Г), МПа;
 S – толщина стенок калиброванного участка ПУ (согласно технической документации ПУ), мм.

Давление измеряемой среды в ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода $P_{\text{ПУ}ji}$, МПа, вычисляют по формуле

$$P_{\text{ПУ}ji} = \frac{P_{\text{ВхПУ}ji} + P_{\text{ВыхПУ}ji}}{2}, \quad (7)$$

где $P_{\text{ВхПУ}ji}$, $P_{\text{ВыхПУ}ji}$ – давление измеряемой среды на входе и выходе ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, МПа.

Объемный расход измеряемой среды через УПР, входящий в состав ИК объемного расхода, за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $Q_{\text{УПР}ji}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{УПР}ji} = \frac{V_{\text{УПР}ji}}{T_{ji}}, \quad (8)$$

где $V_{\text{УПР}ji}$ – объем измеряемой среды, прошедшей через УПР, входящий в состав ИК объемного расхода, за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, м^3 .

Объемный расход измеряемой среды через УПР, входящий в состав ИК объемного расхода, в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода $Q_{\text{УПР}j}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{УПР}j} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} Q_{\text{УПР}ji}}{n_j}, \quad (9)$$

где n_j – количество измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

Частоту выходного сигнала УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, f_{ji} , Гц, вычисляют по формуле

$$f_{ji} = \frac{N_{ji}}{T_{ji}}, \quad (10)$$

где N_{ji} – количество импульсов от УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс.

Частоту выходного сигнала УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, f_j , Гц, вычисляют по формуле

$$f_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} f_{ji}}{n_j}. \quad (11)$$

Коэффициент преобразования УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, K_{ji} , импульс/м³, вычисляют по формуле

$$K_{ji} = \frac{N_{ji}}{V_{УПР_{ji}}}. \quad (12)$$

Коэффициент преобразования УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, K_j , импульс/м³, вычисляют по формуле

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} K_{ji}}{n_j}. \quad (13)$$

Коэффициент преобразования УПР, входящего в состав ИК объемного расхода в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, K , импульс/м³, вычисляют по формуле

$$K = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m K_j, \quad (14)$$

где m – количество точек объемного расхода в рабочем диапазоне измерений объемного расхода.

10.2.4.7 Оценка СКО результатов измерений

СКО результатов измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, S_j , %, вычисляют по формуле

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (K_{ji} - K_j)^2}{n_j - 1}} \cdot \frac{1}{K_j} \cdot 100. \quad (15)$$

Проверяют выполнение следующего условия

$$S_j \leq 0,05 \%. \quad (16)$$

При выполнении данного условия продолжают обработку результатов измерений.

При невыполнении условия выявляют наличие промахов в полученных результатах вычислений, согласно приложению Д. Выявленный промах исключают и проводят дополнительное измерение. При отсутствии промахов выясняют и устраняют причины, обуславливающие невыполнение условия и повторно проводят измерения.

10.2.4.8 Границу неисключенной систематической погрешности УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, Θ_Σ , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_V^2 + \Theta_A^2 + \Theta_t^2 + \Theta_{\text{ИВК}}^2}, \quad (17)$$

- где Θ_V – граница неисключенной систематической погрешности определения объема измеряемой среды с помощью ПР, %;
- Θ_A – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью аппроксимации градуировочной характеристики, %;
- Θ_t – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры измеряемой среды в ПУ и ПР, %;
- $\Theta_{\text{ИВК}}$ – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью ИВК, %.

10.2.4.9 Граница неисключенной систематической погрешности определения объема измеряемой среды с помощью ПР Θ_V , %, соответствует наибольшему значению границы относительной погрешности k -ого ПР δ_k , %, которая определяется по приложению А

$$\Theta_V = \max(\delta_k). \quad (18)$$

10.2.4.10 Границу неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью аппроксимации градуировочной характеристики Θ_A , %, вычисляют по формулам

$$\Theta_A = \begin{cases} \max \left(0,5 \cdot \left| \frac{K_j - K_{j+1}}{K_j + K_{j+1}} \right| \cdot 100 \right) & \text{при кусочно-линейной аппроксимации,} \\ \max \left(\left| \frac{K_j - K}{K} \right| \cdot 100 \right) & \text{при постоянном коэффициенте преобразования,} \end{cases} \quad (19)$$

- где K_{j+1} – коэффициенты преобразования УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в $(j+1)$ -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс/м³.

10.2.4.11 Границу неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры измеряемой среды в ПР и УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, Θ_t , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_t = \beta_{\max} \cdot 100 \cdot \sqrt{\Delta t_{\text{ПР}}^2 + \Delta t_{\text{УПР}}^2}, \quad (20)$$

- где $\beta_{\max}$ – максимальное значение коэффициента объемного расширения измеряемой среды, 1/°C;
- $\Delta t_{\text{ПР}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности датчиков температуры, установленных около ПР (берут из сведений о поверке), °C;
- $\Delta t_{\text{УПР}}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности преобразователей температуры, установленных около УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, (берут из сведений о поверке), °C.

10.2.4.12 Максимальное значение коэффициента объемного расширения измеряемой среды $\beta_{\max}$, 1/°C, вычисляют по формуле

$$\beta_{\max} = \max(\beta_{jik}), \quad (21)$$

- где β_{jik} – коэффициент объемного расширения измеряемой среды при температуре $t_{\text{ПР}jik}$ для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению Г), 1/°C.

10.2.4.13 Граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью ИВК $\Theta_{\text{ИВК}}$, %, соответствует пределу допускаемой относительной погрешности преобразования входных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования ИВК $\delta_{\text{ИВК}}$, %

$$\Theta_{\text{ИВК}} = \delta_{\text{ИВК}}. \quad (22)$$

10.2.4.14 СКО среднего значения результатов измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода S_{0j} , %, вычисляют по формуле

$$S_{0j} = \frac{S_j}{\sqrt{n_j}}. \quad (23)$$

10.2.4.15 Границу случайной погрешности УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в рабочем диапазоне измерений объемного расхода при доверительной вероятности $P = 0,95$, ε , %, вычисляют по формулам

$$\varepsilon = \max(\varepsilon_j), \quad (24)$$

$$\varepsilon_j = t_{0,95j} \cdot S_{0j}, \quad (25)$$

где $t_{0,95j}$ – квантиль распределения Стьюдента для количества измерений n_j в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (определяют по таблице Г.1 приложения Г).

10.2.4.16 СКО среднего значения результатов измерений в рабочем диапазоне измерений объемного расхода S_0 , %, принимают равным значению СКО среднего значения результатов измерений S_{0j} , %, в точке рабочего диапазона измерений объемного расхода с максимальным значением границы случайной погрешности ε_j .

10.2.4.17 Границу относительной погрешности УПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в рабочем диапазоне измерений объемного расхода δ , %, определяют по формулам

$$\delta = \begin{cases} \varepsilon & \text{если } \frac{\Theta_{\Sigma}}{S_0} < 0,8, \\ t_{\Sigma} \cdot S_{\Sigma} & \text{если } 0,8 \leq \frac{\Theta_{\Sigma}}{S_0} \leq 8, \\ \Theta_{\Sigma} & \text{если } \frac{\Theta_{\Sigma}}{S_0} > 8, \end{cases} \quad (26)$$

где t_{Σ} – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей;

S_{Σ} – суммарное СКО результатов измерений в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, %.

10.2.4.18 Коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей t_{Σ} , вычисляют по формуле

$$t_{\Sigma} = \frac{\varepsilon + \Theta_{\Sigma}}{S_0 + S_{\Theta}}. \quad (27)$$

где S_{Θ} – СКО суммы неисключенных систематических погрешностей, %;

10.2.4.19 СКО суммы неисключенных систематических погрешностей S_{Θ} , %, вычисляют по формуле

$$S_{\Theta} = \sqrt{\frac{\Theta_V^2 + \Theta_t^2 + \Theta_A^2 + \Theta_{\text{ИВК}}^2}{3}}. \quad (28)$$

10.2.4.20 Суммарное СКО результатов измерений в рабочем диапазоне измерений объемного расхода S_{Σ} , %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_0^2}. \quad (29)$$

Проверяют выполнение условия

$$\delta \leq 0,4 \%. \quad (30)$$

Если условие (30) не выполняется, то рекомендуется:

- увеличить количество точек в рабочем диапазоне измерений объемного расхода;
- увеличить количество измерений в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода;

Проводят повторную проверку выполнения условия (30). При повторном невыполнении условия (30) проверку прекращают.

Результаты измерений заносят в протокол. Рекомендуемая форма протокола поверки приведена в приложении Е. Допускается в таблицах протокола удалять ненужные и добавлять необходимые столбцы и строки. Допускается использовать форму протокола из приложения В МИ 3265–2010.

10.2.4.21 При заполнении протокола полученные результаты измерений и вычислений округляют в соответствии с таблицей 3.

10.2.4.22 Относительная погрешность измерений объемного расхода с применением ИК объемного расхода принимается равной границе относительной погрешности УПР, входящего в состав данного ИК объемного расхода.

10.3 Определение относительной погрешности измерений массы брутто нефти

10.3.1 Относительную погрешность измерений массы брутто нефти при косвенном методе динамических измерений $\delta_{мб}$, %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{мб} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_v^2 + G^2 \cdot (\delta_p^2 + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta_{T_p}^2) + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta_{T_v}^2 + \delta_N^2}, \quad (31)$$

где δ_v – относительная погрешность измерений объема нефти, %;

G – коэффициент, вычисляемый по формуле

$$G = \frac{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_v}{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_p}, \quad (32)$$

β – коэффициент объемного расширения нефти, $1/^\circ\text{C}$;

T_v – температура нефти при измерениях ее объема, $^\circ\text{C}$, принимают равной температуре нефти в измерительной линии в момент проведения поверки;

T_p – температура нефти при измерениях ее плотности, $^\circ\text{C}$, принимают равной температуре нефти в блоке измерений показателей качества СИКН № 449 в момент проведения поверки;

δ_p – пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности нефти, %;

Δ_{T_p} – абсолютная погрешность измерений температуры нефти при измерениях ее плотности, $^\circ\text{C}$, принимают равной значению абсолютной погрешности измерений температуры преобразователями температуры, установленными в блоке измерений показателей качества нефти СИКН № 449 (по свидетельствам о поверке преобразователей температуры);

Δ_{T_v} – абсолютная погрешность измерений температуры нефти при измерениях ее объема, $^\circ\text{C}$, принимают равной значению абсолютной погрешности измерений температуры преобразователем температуры, установленным на ИЛ РСИКН (по свидетельству о поверке преобразователя температуры);

δ_N – пределы допускаемой относительной погрешности ИВК при преобразовании сигналов от первичных преобразователей в значение массы нефти (по свидетельству о поверке ИВК), %.

10.3.2 Относительную погрешность измерений плотности нефти δ_p , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_p = \frac{\Delta_p \cdot 100}{\rho}, \quad (33)$$

где Δ_p – абсолютная погрешность измерений плотности нефти, кг/м³. Используют данные из свидетельства о поверке на преобразователь плотности, входящего в состав СИКН № 449

ρ – плотность нефти в момент проведения, кг/м³.

10.4 Определение относительной погрешности измерений массы нетто нефти

10.4.1 Относительную погрешность измерений массы нетто нефти определяют ручным способом или при помощи программного комплекса.

10.4.2 При ручном способе определения относительную погрешность измерений массы нетто нефти $\delta_{Мн}$, %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{Мн} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_{Мб}}{1,1}\right)^2 + \frac{(\Delta_{W_b})^2 + (\Delta_{W_{мп}})^2 + (\Delta_{W_{xc}})^2}{\left[1 - \frac{W_b + W_{мп} + W_{xc}}{100}\right]^2}}, \quad (34)$$

где Δ_{W_b} – абсолютная погрешность определений массовой доли воды в нефти, %;

$\Delta_{W_{мп}}$ – абсолютная погрешность определений массовой доли механических примесей в нефти, %;

$\Delta_{W_{xc}}$ – абсолютная погрешность определений массовой доли хлористых солей в нефти, %;

W_b – массовая доля воды в нефти, %;

$W_{мп}$ – массовая доля механических примесей в нефти, %;

W_{xc} – массовая доля хлористых солей в нефти, %.

10.4.2.1 Абсолютные погрешности измерений массовой доли механических примесей, массовой доли хлористых солей и массовой доли воды в испытательной лаборатории определяют в соответствии с ГОСТ 33701–2015. Для доверительной вероятности $P = 0,95$ и при двух измерениях соответствующего показателя качества нефти абсолютную погрешность измерений Δ , % массы, вычисляют по формуле

$$\Delta = \pm \frac{\sqrt{R^2 - 0,5 \cdot r^2}}{\sqrt{2}}, \quad (35)$$

где R – воспроизводимость метода определения соответствующего показателя качества нефти, выраженная в массовых долях, %;

r – сходимость метода определения соответствующего показателя качества нефти, выраженная в массовых долях, %.

10.4.2.2 Абсолютную погрешность определений массовой доли воды в нефти Δ_{W_b} , %, вычисляют по формуле

$$\Delta_{W_b} = \sqrt{\frac{R_b^2 - 0,5 \cdot r_b^2}{2}}, \quad (36)$$

где R_b – воспроизводимость метода определения массовой доли воды в нефти по ГОСТ 2477–2014, выраженная в массовых долях, %;

r_b – сходимость метода определения массовой доли воды в нефти по ГОСТ 2477–2014, выраженная в массовых долях, %.

10.4.2.3 Абсолютную погрешность определений массовой доли механических примесей в нефти $\Delta_{W_{мп}}$, %, вычисляют по формуле

$$\Delta_{W_{мп}} = \sqrt{\frac{R_{мп}^2 - 0,5 \cdot r_{мп}^2}{2}}, \quad (37)$$

где $R_{мп}$ – воспроизводимость метода определения массовой доли механических примесей в нефти по ГОСТ 6370–83, выраженная в массовых долях, %;

$r_{мп}$ – сходимость метода определения массовой доли механических примесей в нефти по ГОСТ 6370–83, выраженная в массовых долях, %.

10.4.2.4 Воспроизводимость метода определения концентрации хлористых солей R_{xc} по ГОСТ 21534–76 принимают равной удвоенному значению сходимости определения концентрации хлористых солей r_{xc} . Значение сходимости $r_{xcм}$, выраженное по ГОСТ 21534–76 в мг/дм³, переводят в массовые доли, %, по формуле

$$r_{xc} = \frac{0,1 \cdot r_{xcм}}{\rho_{изм}^д}, \quad (38)$$

где $\rho_{изм}^д$ – плотность нефти, приведенная к условиям измерений, кг/м³.

10.4.2.5 Абсолютную погрешность определений массовой доли хлористых солей в нефти $\Delta_{W_{xc}}$, %, вычисляют по формуле

$$\Delta_{W_{xc}} = \pm 0,1 \cdot \frac{\sqrt{R_{xc}^2 - 0,5 \cdot r_{xc}^2}}{\rho_{изм} \cdot \sqrt{2}}. \quad (39)$$

10.4.2.6 Массовую долю хлористых солей в нефти W_{xc} , %, вычисляют по формуле

$$W_{xc} = \frac{0,1 \cdot \varphi_{xc}}{\rho_{изм}^д}, \quad (40)$$

где φ_{xc} – концентрация хлористых солей в нефти, мг/дм³.

10.4.3 Результаты расчета по формулам (35) – (40) округляют до третьего знака после запятой, по формуле (34) – до второго знака после запятой.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

- значение относительной погрешности измерений объемного расхода с применением ИК объемного расхода не выходит за пределы $\pm 0,4$ %;
- СИ, входящие в состав РСИKN (исключая СИ из состава ИК объемного расхода), поверены в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории Российской Федерации по документам на поверку, установленным при утверждении типа данных СИ;
- диапазон измерений объемного расхода с применением ИК объемного расхода не выходит за пределы диапазона измерений ИК объемного расхода, установленного при утверждении типа РСИKN;
- относительная погрешность измерений массы брутто нефти, не выходит за пределы $\pm 0,5$ %;
- относительная погрешность измерений массы нетто нефти, не выходит за пределы $\pm 0,6$ %.

12 Оформление результатов поверки средства измерений

12.1 Оформление результатов поверки РСИKN

12.1.1 Результаты поверки РСИKN 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 РСИKN, в ФИФОЕИ передаются сведения о результатах поверки.

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

12.1.3.1 К свидетельству о поверке прикладывают перечень ИК объемного расхода с указанием заводских номеров СИ, входящих в состав ИК объемного расхода, перечень СИ, входящих в состав РСИKN и протокол поверки РСИKN.

12.1.3.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке РСИKN.

Примечание – При определении метрологических характеристик ИК объемного расхода нефти, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, наносит знак поверки на ПР, входящий в состав ИК объемного расхода, в соответствии с описанием типа РСИKN.

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

12.2 Оформление результатов поверки РСИKN в части отдельного ИК объемного расхода

12.2.1 Результаты поверки РСИKN в части отдельного ИК объемного расхода оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки. Протокол должен содержать результаты по 9.2 настоящей методики поверки.

12.2.2 Аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку РСИKN в части отдельного ИК объемного расхода, в ФИФОЕИ передаются сведения о результатах поверки.

12.2.3 При положительных результатах поверки, по письменному заявлению владельца или лица, представившего РСИKN в части отдельного ИК объемного расхода на поверку, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, оформляет свидетельство о поверке РСИKN в части отдельного ИК объемного расхода в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории РФ. Срок действия свидетельства о поверке РСИKN в части отдельного ИК объемного расхода определяется интервалом между поверками РСИKN.

12.2.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке РСИKN в части отдельного ИК объемного расхода и на ПР, входящего в состав отдельного ИК объемного расхода, в соответствии с описанием типа РСИKN.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПР

А.1 Объем измеряемой среды, прошедшей через k-й ПР за время i-го измерения в j-ой точке объемного расхода, V_{jik} , м³, вычисляют по формуле

$$V_{ji} = V_0 \cdot CTS_{jik} \cdot CPS_{jik} \cdot \frac{CTL_{пуjik} \cdot CPL_{пуjik}}{CTL_{прjik} \cdot CPL_{прjik}}, \quad (A.1)$$

- где V_0 – вместимость калиброванного участка КП при стандартных условиях $t = 20$ °C и $P = 0$ МПа, м³
- CTS_{jik} – коэффициент, учитывающий влияние температуры на вместимость ПУ, для i-го измерения в j-ой точке объемного расхода (вычисляют по (3));
- CPS_{jik} – коэффициент, учитывающий влияние давления на вместимость ПУ, для i-го измерения в j-ой точке объемного расхода (вычисляют по (5));
- $CTL_{пуjik}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем измеряемой среды, определенный для температуры измеряемой среды в ПУ для i-го измерения в j-ой точке объемного расхода (вычисляют по приложению В);
- $CPL_{пуjik}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем измеряемой среды, определенный для давления измеряемой среды в ПУ для i-го измерения в j-ой точке объемного расхода (вычисляют по приложению В);
- $CTL_{прjik}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем измеряемой среды, определенный для температуры измеряемой среды в ПР для i-го измерения в j-ой точке объемного расхода (вычисляют по приложению В);
- $CPL_{прjik}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем измеряемой среды, определенный для давления измеряемой среды в k-ом ПР для i-го измерения в j-ой точке объемного расхода (вычисляют по приложению В).

А.2 Объемный расход измеряемой среды через ПР за время i-го измерения в j-ой точке объемного расхода, Q_{jik} , м³/ч, вычисляют по формуле

$$Q_{jik} = \frac{V_{jik}}{T_{jik}} \cdot 3600, \quad (A.2)$$

- где V_{jik} – объем измеряемой среды, прошедшей через k-й ПР за время i-го измерения в j-ой точке объемного расхода, м³;
- T_{jik} – время i-го измерения в j-ой точке объемного расхода, с.

А.3 Объемный расход измеряемой среды через ПР в j-ой точке объемного расхода Q_{jk} , м³/ч, вычисляют по формуле

$$Q_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jk}} Q_{jik}}{n_{jk}}, \quad (A.3)$$

- где n_{jk} – количество измерений в j-ой точке объемного расхода.

А.4 Коэффициент преобразования k-ого ПР за время i-го измерения в j-ой точке объемного расхода, K_{jik} , импульс/м³, вычисляют по формуле

$$K_{jik} = \frac{N_{jik}}{V_{jik}}, \quad (A.4)$$

- где N_{jik} – количество импульсов от k-го ПР за время i-го измерения в j-ой точке объемного расхода, импульс;

Примечание – Допускается определять коэффициенты преобразования ПР согласно МИ 1974.

А.5 Коэффициент преобразования k-ого ПР в j-ой точке объемного расхода, K_{jk} , импульс/м³, вычисляют по формуле

$$K_{jk} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{jk}} K_{jik}}{n_{jk}}. \quad (\text{A.5})$$

А.6 Оценка СКО результатов измерений

А.6.1 СКО результатов измерений в j-ой точке объемного расхода, S_{jk} %, вычисляют по формуле

$$S_{jk} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_{jk}} (K_{jik} - K_{jk})^2}{n_{jk} - 1}} \cdot \frac{1}{K_{jk}} \cdot 100. \quad (\text{A.6})$$

А.6.2 Проверяют выполнение условия

$$S_{jk} \leq 0,02 \%. \quad (\text{A.7})$$

– при выполнении условия (А.7) продолжают обработку результатов измерений;
– при невыполнении условия (А.7) выявляют наличие промахов в полученных результатах вычислений, согласно приложению Д. Выявленный промах исключают и проводят дополнительное измерение. При отсутствии промахов выясняют и устраняют причины, обуславливающие невыполнение данного условия и повторно проводят измерения.

А.7 Границу неисключенной систематической погрешности k-ого ПР, $\Theta_{\Sigma k}$ %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{\Sigma k} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma_0}^2 + \Theta_{V_0}^2 + \Theta_A^2 + \Theta_{tk}^2 + \Theta_{ИВК}^{'2}}, \quad (\text{A.8})$$

где Θ_{Σ_0} – граница суммарной неисключенной систематической погрешности КП (берут из свидетельства о поверке или протокола поверки КП), %;
 Θ_{V_0} – граница неисключенной систематической погрешности определения среднего значения вместимости КП (берут из свидетельства о поверке или протокола поверки КП), %;
 Θ_{tk} – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры измеряемой среды в ПУ и ПР, %;
 $\Theta_{ИВК}'$ – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью ИВК при определении коэффициента преобразования ПР по КП, %. Соответствует относительной погрешности ИВК при определении коэффициента преобразования ПР по КП из свидетельства о поверке или протокола поверки ИВК.

А.7.1 Границу неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры измеряемой среды в ПУ и k-ом ПР Θ_{tk} %, вычисляют по формуле

$$\Theta_{tk} = \beta_{k\max} \cdot 100 \cdot \sqrt{\Delta t_{ПУ}^2 + \Delta t_{ПР}^2}, \quad (\text{A.9})$$

где $\beta_{k\max}$ – максимальное значение коэффициента объемного расширения измеряемой среды, 1/°C;
 $\Delta t_{ПУ}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя температуры, установленного в ПУ (берут из свидетельства о поверке преобразователя температуры), °C;
 $\Delta t_{ПР}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности преобразователя температуры, установленного около ПР (берут из свидетельства о поверке

преобразователя температуры), °С.

А.8 максимальное значение коэффициента объемного расширения измеряемой среды, $\beta_{k \max}$, 1/°С, вычисляют по формуле

$$\beta_{k \max} = \max(\beta_{jik}), \quad (A.10)$$

где β_{ji} – коэффициент объемного расширения измеряемой среды при температуре $t_{\text{пу } jik}$ для i -го измерения в j -ой точке объемного расхода, 1/°С.

А.9 СКО среднего значения результатов измерений в j -ой точке объемного расхода S_{0jk} , %, вычисляют по формуле

$$S_{0jk} = \frac{S_{jk}}{\sqrt{n_{jk}}}, \quad (A.11)$$

где S_{jk} – СКО результатов измерений в j -ой точке объемного расхода, %.

А.9 Границу случайной погрешности k -ого ПР в j -ой точке объемного расхода при доверительной вероятности $P=0,95$, ε_{jk} , %, вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{jk} = t_{0,95jk} \cdot S_{0jk}, \quad (A.12)$$

где $t_{0,95jk}$ – квантиль распределения Стьюдента для количества измерений n_{jk} в j -ой точке объемного расхода (определяют по таблице Г.1 приложения Г).

А.10 Границу относительной погрешности k -ого ПР в j -ой точке объемного расхода, δ_{jk} , %, определяют по формулам

$$\delta_{jk} = \begin{cases} \varepsilon_{jk} & \text{если } \frac{\Theta_{\Sigma j}}{S_{0jk}} < 0,8 \\ t_{\Sigma jk} \cdot S_{\text{ПР}\Sigma j} & \text{если } 0,8 \leq \frac{\Theta_{\Sigma j}}{S_{0jk}} \leq 8, \\ \Theta_{\Sigma k} & \text{если } \frac{\Theta_{\Sigma k}}{S_{0jk}} > 8 \end{cases} \quad (A.13)$$

где $t_{\Sigma jk}$ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей в j -ой точке объемного расхода;

$\Theta_{\Sigma k}$ – граница неисключенной систематической погрешности ПР, %;

$S_{\Sigma jk}$ – суммарное СКО результатов измерений в j -ой точке объемного расхода, %.

А.10.1 Коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей в j -ой точке объемного расхода $t_{\Sigma jk}$ вычисляют по формуле

$$t_{\Sigma jk} = \frac{\varepsilon_{jk} + \Theta_{\Sigma k}}{S_{0jk} + S_{\Theta k}}, \quad (A.14)$$

где $S_{\Theta k}$ – СКО суммы неисключенных систематических погрешностей, %.

А.10.2 СКО суммы неисключенных систематических погрешностей $S_{\Theta k}$, % вычисляют по формуле

$$S_{\Theta k} = \sqrt{\frac{\Theta_{\Sigma 0}^2 + \Theta_{V_0}^2 + \Theta_A^2 + \Theta_{tk}^2 + \Theta_{\text{ИВК}}^2}{3}}. \quad (A.15)$$

А.10.3 Суммарное СКО результатов измерений в j -ой точке объемного расхода $S_{\Sigma jk}$, %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma jk} = \sqrt{S_{\Theta k}^2 + S_{0jk}^2}. \quad (A.16)$$

А.11 Границу относительной погрешности k -ого ПР δ_k , %, определяют по формуле

$$\delta_k = \max(\delta_{jk}). \quad (\text{A.17})$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Б **(справочное)**

ФОРМА ПРОТОКОЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПР

ПРОТОКОЛ № _____

определения коэффициента преобразования ПР с помощью ПУ по _____

Место проведения калибровки: _____

ПР: Тип _____ Зав. № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____

Таблица Б.1 – Исходные данные

Детекторы	$V_0, \text{м}^3$	$D, \text{мм}$	$S, \text{мм}$	$E, \text{МПа}$	$\alpha_t, 1/^\circ\text{C}$	$\alpha_d, 1/^\circ\text{C}$	$\Theta_{\Sigma 0}, \%$	$\Theta_{V0}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Продолжение таблицы Б.1

$\Delta t_{\text{ПУ}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{ПР}}, ^\circ\text{C}$	$\delta_{\text{ИВК}}, \%$
10	11	12

Таблица Б.2 – Результаты измерений и вычислений

№ точ/ № изм	$Q_{\text{жк}}, \text{м}^3/\text{ч}$	Детекторы	$T_{\text{жк}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{ПУ жк}}, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{ПУ жк}}, \text{МПа}$	$t_{\text{Д жк}}, ^\circ\text{C}$	$\rho_{\text{ПП жк}}, \text{кг}/\text{м}^3$	$t_{\text{ПП жк}}, ^\circ\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...	...		...	...	...	...	...	...
1/ n_1								
...	...		...	...	...	...	...	...
m/1								
...	...		...	...	...	...	...	...
m/ n_m								

Продолжение таблицы Б.2

№ точ./ № изм	$P_{\text{ПП жк}}, \text{МПа}$	$\beta_{\text{жк}}, 1/^\circ\text{C}$	$V_{\text{жк}}, \text{мм}^2/\text{с}$	$t_{\text{ПР жк}}, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{ПР жк}}, \text{МПа}$	$N_{\text{жк}}, \text{импульс}$	$K_{\text{жк}}, \text{импульс}/\text{м}^3$
1	10	11		12	13	14	15
1/1							
...	...	...		...	...	...	...
1/ n_1							
...	...	...		...	...	...	...
m/1							
...	...	...		...	...	...	...
m/ n_m							

Таблица Б.3 – Результаты измерений и вычислений в точках рабочего диапазона

№ точ.	$Q_{\text{жк}}, \text{м}^3/\text{ч}$	$K_{\text{жк}}, \text{импульс}/\text{м}^3$	$S_{\text{жк}}, \%$	$n_{\text{жк}}$	$S_{0_{\text{жк}}}, \%$	$t_{0.95_{\text{жк}}}$	$\epsilon_{\text{жк}}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
...	...	...	...	...	...	...	...
m							

Продолжение таблицы Б.3

№ точ.	$\Theta_{tk}, \%$	$\Theta_{\Sigma k}, \%$	$\delta_{jk}, \%$	δ_k
1	9	10	11	12
1				
...			...	
m				

Подпись лица, проводившего измерения _____ / _____
подписьИ.О. Фамилия

Дата «___» _____ 20 ___ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(справочное)

Определение коэффициентов CTL, CPL и β

В.1 Определение коэффициента CTL

Значение коэффициента CTL, учитывающего влияние температуры на объем измеряемой среды для диапазона плотности измеряемой среды (при $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 0\text{ МПа}$) от 611 до 1164 кг/м³ определяют по формулам

$$CTL = \exp[-\alpha_{15} \cdot \Delta t \cdot (1 + 0,8 \cdot \alpha_{15} \cdot \Delta t)], \quad (B.1)$$

$$\alpha_{15} = \frac{K_0 + K_1 \cdot \rho_{15}}{\rho_{15}^2}, \quad (B.2)$$

$$\Delta t = t - 15, \quad (B.3)$$

- где α_{15} — значение коэффициента объемного расширения измеряемой среды при $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 0\text{ МПа}$, 1/ $^{\circ}\text{C}$;
 ρ_{15} — значение плотности измеряемой среды при $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 0\text{ МПа}$, кг/м³;
 t — значение температуры измеряемой среды, $^{\circ}\text{C}$;
 K_0, K_1 — Коэффициенты выбираются из таблицы А.1

Таблица В.1 – Значения коэффициентов K_0 и K_1 в зависимости от типа измеряемой среды

Тип измеряемой среды	ρ_{15} , кг/м ³	K_0	K_1
Нефть	611 – 1164	613,97226	0,00000
Нефтепродукты:			
Бензины	611 – 779	346,42278	0,43884
Реактивные топлива	779 – 839	594,54180	0,00000
Нефтяные топлива	839 – 1164	186,96960	0,48618

Примечание – Для нефтепродуктов коэффициенты K_0, K_1 выбираются не по названию типа измеряемой среды, а в зависимости от значения ρ_{15} .

В.2 Определение коэффициента CPL

Значение коэффициента CPL, учитывающего влияние давления на объем измеряемой среды для диапазона плотности измеряемой среды (при $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 0\text{ МПа}$) от 611 до 1164 кг/м³ определяют по формулам

$$CPL = \frac{1}{1 - b \cdot P \cdot 10}, \quad (B.4)$$

$$b = 10^{-4} \cdot \exp\left(-1.62080 + 0.00021592 \cdot t + \frac{0.87096 \cdot 10^6}{\rho_{15}^2} + \frac{4.2092 \cdot 10^3 \cdot t}{\rho_{15}^2}\right), \quad (B.5)$$

- где P — значение избыточного давления измеряемой среды, МПа;
 10 — коэффициент перевода единиц измерения давления МПа в бар.

В.3 Определение коэффициента β

Значение коэффициента объемного расширения измеряемой среды, β , 1/ $^{\circ}\text{C}$:

$$\beta = \alpha_{15} + 1.6 \cdot \alpha_{15}^2 \cdot (t - 15). \quad (B.6)$$

В.4 Определение плотности ρ_{15}

Значение плотности измеряемой среды при $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 0\text{ МПа}$, ρ_{15} , кг/м³ определяют по формуле

$$\rho_{15} = \frac{\rho_{\text{III}}}{CTL_{\text{III}} \cdot CPL_{\text{III}}}, \quad (B.7)$$

- где $\rho_{ПП}$ – значение плотности измеряемой среды в ПП, кг/м³;
 $CTL_{ПП}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем измеряемой среды, определенный для $t_{ПП}$ и ρ_{15} ;
 $CPL_{ПП}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем измеряемой среды, определенный для $t_{ПП}$, $P_{ПП}$ и ρ_{15} .

Для определения ρ_{15} необходимо определить значения $CTL_{ПП}$ и $CPL_{ПП}$, а для определения $CTL_{ПП}$ и $CPL_{ПП}$, в свою очередь, необходимо определить значение плотности при стандартных условиях ρ_{15} . Поэтому значение ρ_{15} определяют методом последовательного приближения:

1) Определяют значения $CTL_{ПП(1)}$ и $CPL_{ПП(1)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_{ПП}$.

2) Определяют значения $\rho_{15(1)}$, кг/м³:

$$\rho_{15(1)} = \frac{\rho_{ПП}}{CTL_{ПП(1)} \cdot CPL_{ПП(1)}}; \quad (B.8)$$

3) Определяют значения $CTL_{ПП(2)}$ и $CPL_{ПП(2)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_{15(1)}$.

4) Определяют значение $\rho_{15(2)}$, кг/м³:

$$\rho_{15(2)} = \frac{\rho_{ПП}}{CTL_{ПП(2)} \cdot CPL_{ПП(2)}}; \quad (B.9)$$

5) Аналогично пунктам (3) и (4), определяют значения $CTL_{ПП(i)}$, $CPL_{ПП(i)}$ и $\rho_{15(i)}$ для i -го цикла вычислений и проверяют выполнение условия:

$$|\rho_{15(i)} - \rho_{15(i-1)}| \leq 0,001, \quad (B.10)$$

где $\rho_{15(i)}$, $\rho_{15(i-1)}$ – значения ρ_{15} , определенные, соответственно, за последний и предпоследний цикл вычислений, кг/м³.

Процесс вычислений продолжают до выполнения данного условия. За значение ρ_{15} принимают последнее значение $\rho_{15(i)}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(справочное)

Справочные материалы

Г.1 Квантиль распределения Стьюдента

Значения квантиля распределения Стьюдента $t_{0,95}$ при доверительной вероятности $P = 0,95$ в зависимости от количества измерений приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1

n-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$t_{0,95}$	12,706	4,303	3,182	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,201

Г.2 Коэффициенты расширения и модули упругости

Значения коэффициентов линейного расширения, квадратичных коэффициентов расширения и модули упругости материалов стенок калиброванного участка ПУ, в зависимости от материала приведены в таблице Г.2.

Таблица Г.2

Материал	$\alpha_t, 1/^\circ\text{C}$	$\alpha_{kl}, 1/^\circ\text{C}$	$\alpha_d, 1/^\circ\text{C}$	E, МПа
Сталь углеродистая	$1,12 \times 10^{-5}$	$2,23 \times 10^{-5}$	$1,12 \times 10^{-5}$	$2,07 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 304	$1,73 \times 10^{-5}$	$3,46 \times 10^{-5}$	$1,73 \times 10^{-5}$	$1,93 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 316	$1,59 \times 10^{-5}$	$3,18 \times 10^{-5}$	$1,59 \times 10^{-5}$	$1,93 \times 10^5$
Сталь нержавеющая 17-4	$1,08 \times 10^{-5}$	$2,16 \times 10^{-5}$	$1,08 \times 10^{-5}$	$1,97 \times 10^5$

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

Методика анализа результатов измерений на наличие промахов

Проверка результатов измерений на один промах по критерию Граббса при определении метрологических характеристик.

СКО результатов измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений расхода, S_{Kj} определяют по формуле

$$S_{Kj} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (K_{ji} - K_j)^2}{n_j - 1}}, \quad (\text{Д.1})$$

- где K_j – значение коэффициента преобразования в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс/м³;
 K_{ji} – значение коэффициента преобразования для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс/м³;
 n_j – количество измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода.

Примечание – При $S_{Kj} < 0,001$ принимают $S_{Kj} = 0,001$.

Наиболее выделяющееся соотношение U :

$$U = \max \left(\left| \frac{K_{ji} - K_j}{S_{Kj}} \right| \right). \quad (\text{Д.2})$$

Если значение U больше или равно значению h , взятому из таблицы Б.1, то результат измерения должен быть исключен как промах.

Таблица Д.1 - Критические значения для критерия Граббса

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
h	1,155	1,481	1,715	1,887	2,020	2,126	2,215	2,290	2,355	2,412

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(справочное)

ФОРМА ПРОТОКОЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПР, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА ОБЪЕМНОГО РАСХОДА

ПРОТОКОЛ № ____

определения метрологических характеристик УПР, входящего в состав измерительного
канала объемного расхода с помощью ПУ и ПР

Место проведения калибровки: _____

УПР: Тип _____ Зав. № _____

ПУ: Тип _____ Зав. № _____

ПР: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Температура, °C _____ Вязкость, мм²/с _____

Таблица Е.1 - Исходные данные

$\Theta_{V0}, \%$	$\Delta t_{ПР}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{УПР}, ^\circ\text{C}$	$\delta_{ИВК}, \%$
1	2	3	4

Таблица Е.2 - Результаты измерений и вычислений, ПР

№ точ / № изм	№ ПР	$Q_{jik}, \text{м}^3/\text{ч}$	$N_{jik},$ импульс	$K_{jik},$ импульс/м ³	$t_{ПР\ jik}, ^\circ\text{C}$	$P_{ПР\ jik}, \text{МПа}$	$\beta_{jik}, 1/^\circ\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1	1						
	...	...	...	...	...	...	...
	q						
...	...	...	...	...	...	...	...
1/n ₁	1						
	...	...	...	...	...	...	...
	q						
...	...	...	...	...	...	...	...
m/1	1						
	...	...	...	...	...	...	
	q						
...	...	...	...	...	...	...	
m/n _m	1						
	...	...	...	...	...	...	
	q						

Таблица Е.3 - Результаты измерений и вычислений, УПР

№ точ / № изм	$Q_{ji},$ м ³ /ч	$T_{ji},$ с	$\rho_{ппji},$ кг/м ³	$t_{ппji},$ °C	$P_{ппji},$ МПа	$V_{ji},$ мм ² /с	$t_{УПРji},$ °C	$P_{УПРji},$ МПа	$f_{ji},$ Гц	$N_{ji},$ импульс	$K_{ji},$ импульс/м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1/1											
...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...
1/n ₁											
...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...
m/1											
...	...	...	...	...		...	...	...	...	...	...
m/n _m											

Таблица Е.4 - Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , м³/ч	f_j , Гц	K_j , импульс/м³	S_j , %	η_j	S_{0j} , %	$t_{0,95j}$	ε_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...	...	...	...	...	...	...	...	...
m								

Таблица Е.5 - Результаты поверки в рабочем диапазоне

Q_{min} , м³/ч	Q_{max} , м³/ч	K , импульс/м³	S_0 , %	ε , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	Q_v , %	δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Заключение: УПР, входящий в состав ИК объемного расхода, к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Подпись лица, проводившего подтверждения метрологических характеристик УПР, входящего в состав ИК объемного расхода _____ / _____
подпись И. О. Фамилия

Дата проведения поверки « ____ » _____ 20 ____ г.

Примечание - столбец 3 таблицы 5 заполняют только при определении коэффициента преобразования УПР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода; при отсутствии ПВ столбец 7 таблицы 3 не заполняют.