

ПУБЛИЧНОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ТРАНСНЕФТЬ»
(ПАО «ТРАНСНЕФТЬ»)
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ТРАНСНЕФТЬ – АВТОМАТИЗАЦИЯ И
МЕТРОЛОГИЯ»
(АО «ТРАНСНЕФТЬ – АВТОМАТИЗАЦИЯ И МЕТРОЛОГИЯ»)

«СОГЛАСОВАНО»



Главный инженер
АО «Транснефть – Автоматизация и
Метрология»

И.Ф. Гибаев

«20» декабря 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Система измерений количества и показателей качества нефтепродуктов № 1252.
Резервная схема учета

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП-0047-ТАМ-2024

г. Москва
2024

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и показателей качества нефтепродуктов № 1252. Резервная схема учета (далее – СИКН РСУ), заводской № 38/21, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации, в том числе после ремонта.

СИКН РСУ соответствует требованиям к средству измерений (далее – СИ), установленным Государственной поверочной схемой для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, объема жидкости и вместимости при статических измерениях, массового и объемного расходов жидкости, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, и прослеживается к Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке, массового и объемного расходов жидкости ГЭТ 63-2019.

Метрологические характеристики СИ, входящих в состав СИКН РСУ, подтверждаются сведениями о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ). Метрологические характеристики СИКН РСУ определяются на месте эксплуатации расчетным методом. Допускается определение метрологических характеристик измерительных каналов объема и объемного расхода нефтепродуктов (далее – ИК объема и объемного расхода) комплектным методом.

Если очередной срок поверки СИ или ИК объема и объемного расхода (в случае поверки СИКН РСУ в части отдельного ИК объема и объемного расхода), входящего в состав СИКН РСУ, наступает до очередного срока поверки СИКН РСУ, или появилась необходимость проведения периодической или внеочередной поверки СИ или СИКН РСУ в части отдельного ИК объема и объемного расхода, входящего в состав СИКН РСУ, то проверяют только это СИ или СИКН РСУ в части отдельного ИК объема и объемного расхода, при этом внеочередную поверку СИКН РСУ не проводят.

Допускается проведение поверки СИКН РСУ в части отдельного ИК объема и объемного расхода в соответствии с заявлением владельца СИКН РСУ.

В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1,2.

Таблица 1

Диапазон измерений расхода нефтепродукта, м ³ /ч	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы нефтепродуктов, %
от 370 до 1900*	±0,25
*Указаны минимальное и максимальное значения диапазона измерений. Фактический диапазон измерений определяется при проведении поверки СИКН и не может выходить за пределы приведенного диапазона измерений.	

Таблица 2

Номер ИК	Наименование ИК	Количество ИК (место установки)	Состав ИК		Диапазон измерений*	Пределы допускаемой погрешности ИК
			Первичный измерительный преобразователь	Вторичная часть		
1	Объема и объемного расхода нефтепродукта	1 (БИЛ: рабочая измерительная линия № 1)	УПР	ИВК	от 370,5 до 948,2 м ³ /ч	±0,15 (относительная), %
2	Объема и объемного расхода нефтепродукта	1 (БИЛ: рабочая измерительная линия № 2)	УПР	ИВК	от 370,4 до 946,8 м ³ /ч	±0,15 (относительная), %

* Указаны минимальное и максимальное значения диапазона измерений. Фактический диапазон измерений определяется при определении метрологических характеристик соответствующего ИК объема и объемного расхода нефтепродукта и не может выходить за пределы приведенного диапазона измерений.

2 Перечень операций поверки средства измерений

При проведении поверки выполняют операции, приведенные в таблице 3.

Таблица 3

Наименование операции	Обязательность выполнения операций при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	Да	Да	6
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании СИ)	Да	Да	7.1 7.2
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании СИ)	Да	Да	7.3
Определение метрологических характеристик	Да	Да	9
Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям	Да	Да	10

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

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 Поверку СИКН РСУ проводят на месте эксплуатации в диапазоне измерений, указанном в описании типа, или фактически обеспечиваемом при поверке диапазоне измерений с обязательной передачей сведений об объеме проведенной поверки в ФИФОЕИ.

Фактический диапазон измерений не может превышать диапазона измерений, указанного в описании типа СИКН РСУ.

3.2 Условия эксплуатации СИКН РСУ и параметры измеряемой среды при проведении поверки должны соответствовать требованиям, приведенным в описании типа СИКН РСУ.

3.3 При комплектном методе определения метрологических характеристик ИК объема и объемного расхода необходимо выполнить следующие условия:

- определение метрологических характеристик проводят на месте эксплуатации в комплекте с элементами измерительных линий;
- отклонение объемного расхода измеряемой среды от установленного значения в процессе измерений не должно превышать $\pm 2,5 \%$;
- изменение температуры измеряемой среды на входе и выходе поверочной установки и в ультразвуковом преобразователе расхода (далее – УПР), входящем в состав ИК объема и объемного расхода, за время измерения не должно превышать $\pm 0,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- температура, влажность окружающей среды и физико-химические показатели измеряемой среды соответствуют условиям эксплуатации СИКН РСУ;
- диапазоны рабочего давления и объемного расхода определяются типоразмером УПР и технологическими требованиями;
- содержание свободного газа не допускается.

Для обеспечения бескавитационной работы избыточное давление в трубопроводе после УПР $P_{\min}$, МПа, должно быть не менее значения, вычисленного по формуле

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

где $P_{\text{нп}}$ – давление насыщенных паров, определенное в соответствии с ГОСТ 1756-2000 (ИСО 3007-99) «Нефтепродукты. Определение давления насыщенных паров» при максимально возможной температуре измеряемой среды, МПа;

ΔP – перепад давления на УПР, указанный в технической документации, МПа.

3.4 Регулирование объемного расхода проводят при помощи регулятора расхода, расположенного на выходе измерительной линии. Допускается вместо регуляторов использовать запорную арматуру.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 4.

Таблица 4

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения работ	Перечень рекомендуемых средств поверки
п.7.1, 7.2 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании СИ)	Средство измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от -45 до $+40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ с абсолютной погрешностью $\pm 0,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$.	Прибор комбинированный, Testo-622, (регистрационный № 53505-13). Термометры лабораторные электронные ЛТ-300, (регистрационный № 61806-15).
п. 9	Рабочий эталон 1-го или 2-го разряда в соответствии с ГПС часть 2, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 №	Установка поверочная трубопоршневая

Определение метрологических характеристик	2356 (ПУ) с диапазоном расхода, соответствующим диапазону измерений УПР, и с пределами допускаемой относительной погрешности $\pm 0,1 \%$. Поточный преобразователь плотности (далее – ПП) с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3 \text{ кг/м}^3$. Комплекс измерительно-вычислительный с пределами допускаемой относительной погрешности при преобразовании сигналов от первичных преобразователей и вычислении коэффициентов преобразования преобразователей расхода при определении метрологических характеристик $\pm 0,025 \%$, пределы допускаемой относительной погрешности при преобразовании сигналов от первичных преобразователей в значение массы нефтепродуктов $\pm 0,05 \%$ (далее – ИВК). Преобразователи избыточного давления с пределами допускаемой приведенной погрешности $\pm 0,5 \%$. Датчики температуры с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,2 \text{ }^\circ\text{C}$.	двунаправленная OGSB, (регистрационный № 62207-15). Преобразователь плотности жидкости измерительный модели 7835 (регистрационный № 52638-13). Комплекс измерительно-вычислительный ТН-01 (регистрационный № 67527-17). Преобразователь избыточного давления (регистрационный № 63044-16) Датчик температуры (регистрационный № 63821-16)
Примечание - допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

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

6 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие СИКН РСУ следующим требованиям:

- состав СИКН РСУ должен соответствовать эксплуатационной документации;
- на компонентах СИКН РСУ не должно быть механических повреждений и дефектов, препятствующих применению СИКН РСУ;
- надписи и обозначения на компонентах СИКН РСУ должны быть четкими и соответствовать их эксплуатационной документации.

Результат считают положительным, если СИКН РСУ соответствует вышеперечисленным требованиям.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании СИ) проводят с применением средств поверки в соответствии с таблицей 4. Параметры измеряемой среды контролируем по автоматизированным рабочим местам (АРМ) оператора СИКН РСУ с применением соответствующих СИ из состава СИКН РСУ.

7.2 Подготовка к поверке

Подготовку и установку средств поверки (таблица 4) и СИКН РСУ осуществляют в соответствии с их эксплуатационной документацией.

Проверяют наличие в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (ФИФ ОЕИ) наличие информации о положительных результатах поверки средств поверки, а также наличие на средствах поверки действующих знаков поверки, если это предусмотрено их описанием типа.

Для средств поверки, аттестованных в качестве эталонов, в ФИФ ОЕИ проверяют информацию о периодической аттестации.

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

7.3 Опробование

7.3.1 Проверяют действие и взаимодействие СИ в составе СИКН РСУ в соответствии с эксплуатационной документацией СИКН РСУ, следующим образом:

- проверяют наличие электропитания на СИ СИКН РСУ и средствах поверки;
- проверяют наличие связи между первичными преобразователями, вторичной аппаратурой и ИВК и компьютером автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора СИКН РСУ путем визуального контроля меняющихся значений измеряемых величин на дисплее компьютера АРМ оператора.

7.3.2 Результат опробования считают положительным, если получены положительные результаты по п. 7.3.1 методики поверки.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) СИКН РСУ проводят в соответствии с руководством оператора.

Результат считают положительным, если идентификационные данные ПО СИКН РСУ соответствуют указанным в описании типа СИКН РСУ.

9 Определение метрологических характеристик

9.1 Проверяют у СИ, входящих в состав СИКН РСУ, наличие информации о положительных результатах поверки в ФИФ ОЕИ и действующих знаков поверки, если нанесение знаков поверки на СИ предусмотрено их описаниями типа, за исключением УПР, входящих в состав ИК объема и объемного расхода.

Перечень СИ, входящих в состав СИКН РСУ, приведен в описании типа СИКН РСУ.

СИ, входящие в состав СИКН РСУ, на момент проведения поверки СИКН РСУ должны быть поверены в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории РФ, за исключением УПР, входящих в состав ИК объема и объемного расхода.

При наличии сведений о поверке СИКН РСУ в части отдельных ИК объема и объемного расхода сведения о поверке УПР из их состава не требуются.

При наличии действующих сведений о поверке СИКН РСУ в части отдельного и/или отдельных ИК объема и объемного расхода метрологические характеристики этого и/или этих ИК объема и объемного расхода при текущей поверке СИКН РСУ не определяются.

Метрологические характеристики СИКН РСУ определяют согласно 9.2 настоящего документа. Первичная поверка и первичная поверка после ремонта УПР, входящего в состав СИКН РСУ, выполняется в соответствии с методиками поверки, установленными при утверждении типа УПР, входящего в СИКН РСУ.

Показывающие СИ температуры и давления должны быть поверены в соответствии с методиками поверки, указанными в сертификатах (свидетельствах) об утверждении типа (описаниях типа) данных СИ. Проверку согласно 9.1 проводят для СИ, фактически установленных показывающих СИ температуры и давления на момент проведения поверки СИКН РСУ.

9.2 Определение метрологических характеристик СИКН РСУ комплектным методом

Алгоритм определения метрологических характеристик УПР соответствует алгоритму поверки преобразователей объемного расхода, приведенному в МИ 3265-2010.

9.2.1 Подготовка к выполнению определения метрологических характеристик ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов комплектным методом

9.2.1.1 Проверяют правильность монтажа СИ.

9.2.1.2 Подготавливают СИ согласно указаниям технической документации.

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

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

9.2.1.5 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.

9.2.1.6 При рабочем давлении проверяют герметичность схемы, состоящей из УПР и ПУ. При этом не допускается появление капель или утечек измеряемой среды через сальники, фланцевые, резьбовые или сварные соединения при наблюдении в течение пяти минут.

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

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

9.2.1.9 Проводят установку нуля УПР согласно технической документации.

9.2.1.10 Проверяют стабильность температуры измеряемой среды. Температуру измеряемой среды считают стабильной, если ее изменение в ПУ и УПР не превышает $\pm 0,2$ °C за время измерения.

9.2.1.11 Определяют плотность измеряемой среды за время поверки с помощью поточного плотномера или в испытательной лаборатории по ГОСТ 3900 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».

9.2.2 Опробование УПР, входящего в состав ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов

9.2.2.1 Устанавливают объемный расход измеряемой среды в пределах рабочего диапазона измерений расхода УПР.

9.2.2.2 Результаты опробования считают положительными, если при увеличении (уменьшении) расхода измеряемой среды соответственно изменяются показания СИКН РСУ.

9.2.3 Определение метрологических характеристик ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов

9.2.3.1 При определении метрологических характеристик ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов определяют следующие метрологические характеристики:

- коэффициент преобразования УПР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода или коэффициенты преобразования УПР в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода;

- границу относительной погрешности ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов в рабочем диапазоне измерений объемного расхода.

9.2.3.2 Определение метрологических характеристик УПР 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. В каждой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода проводят не менее пяти измерений.

9.2.3.3 Последовательность выбора точек расхода может быть произвольной.

9.2.3.4 Определение метрологических характеристик УПР по ПУ

9.2.3.5 Для определения коэффициента преобразования устанавливают выбранное значение объемного расхода по показаниям УПР и проводят предварительное измерение для уточнения значения установленного объемного расхода.

9.2.3.6 Запускают поршень ПУ. После прохождения поршнем второго детектора регистрируют время прохождения поршнем от одного детектора до другого, количество импульсов выходного сигнала УПР.

9.2.3.7 Объемный расход рабочей жидкости через УПР вычисляют по формуле (7).

9.2.3.8 При необходимости проводят корректировку значения объемного расхода регулятором расхода или запорной арматурой.

9.2.3.9 После стабилизации объемного расхода и температуры рабочей жидкости в соответствии с 3.3 проводят необходимое количество измерений.

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

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

9.2.3.12 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 УПР;
- давления измеряемой среды в УПР;
- плотности измеряемой среды, измеренную поточным преобразователем плотности (далее – ПП);
- температуры измеряемой среды в ПП;
- давления измеряемой среды в ПП.

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

9.2.3.14 Для однонаправленной ПУ прохождение поршня от одного детектора до другого принимают за одно измерение.

9.2.3.15 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.

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

9.2.3.17 При наличии у ПУ второй пары детекторов допускается использовать обе пары детекторов.

9.2.3.18 Результаты измерений заносят в протокол. Рекомендуемая форма протокола определения коэффициента преобразования УПР приведена в приложении Б МИ 3265-2010.

9.2.3.19 При заполнении протокола полученные результаты измерений и вычислений округляют в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Округление полученных результатов измерений и вычислений

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

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

9.2.4 Обработка результатов измерений

9.2.4.1 Объем измеряемой среды, прошедшей через УПР за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода V_{ji} , м³, вычисляют по формулам

$$V_{ji} = V_0 \cdot CTS_{ji} \cdot CPS_{ji} \cdot \frac{CTL_{ПУ\,ji} \cdot CPL_{ПУ\,ji}}{CTL_{УПР\,ji} \cdot CPL_{УПР\,ji}}, \quad (2)$$

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

$$CPS_{ji} = 1 + 0,95 \cdot \frac{P_{ПУ\,ji} \cdot D}{E \cdot S}, \quad (4)$$

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

$$P_{ПУ\,ji} = \frac{P_{ВхПУ\,ji} + P_{ВыхПУ\,ji}}{2}, \quad (6)$$

- где V_0 – вместимость калиброванного участка ПУ при стандартных условиях ($t_0 = 20^\circ\text{C}$ и $P = 0$ МПа), м³;
- CTS_{ji} – коэффициент, учитывающий влияние температуры на вместимость ПУ, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;
- CPS_{ji} – коэффициент, учитывающий влияние давления на вместимость ПУ, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода;
- $CTL_{ПУ\,ji}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем рабочей жидкости, определенный для температуры рабочей жидкости в ПУ для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению А);
- $CPL_{ПУ\,ji}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем рабочей жидкости, определенный для давления рабочей жидкости в ПУ

$СП_{УПРji}$	– для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению А);
$CPL_{УПРji}$	– коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем рабочей жидкости, определенный для температуры рабочей жидкости в УПР для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению А);
α_t	– коэффициент линейного расширения материала стенок калиброванного участка ПУ (согласно технической документации ПУ или определяют по таблице Б.2 приложения Б), $1/^\circ\text{C}$;
$t_{ПУji}$	– температура рабочей жидкости в ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $^\circ\text{C}$;
$P_{ПУji}$	– давление рабочей жидкости 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 Б), МПа;
S	– толщина стенок калиброванного участка ПУ (согласно технической документации ПУ), мм;
$t_{ВхПУji}, t_{ВыхПУji}$	– температура рабочей жидкости на входе и выходе ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, $^\circ\text{C}$;
$P_{ВхПУji}, P_{ВыхПУji}$	– давление рабочей жидкости на входе и выходе ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, МПа.

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

$$Q_{ji} = \frac{V_{ji}}{T_{ji}} \cdot 3600, \quad (7)$$

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

9.2.4.3 Объемный расход рабочей жидкости через УПР в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода Q_j , $\text{м}^3/\text{ч}$, вычисляют по формуле

$$Q_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} Q_{ji}}{n_j}, \quad (8)$$

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

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

$$f_{ji} = \frac{N_{ji}}{T_{ji}}, \quad (9)$$

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

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

$$f_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} f_{ji}}{n_j}. \quad (10)$$

9.2.4.6 Коэффициент преобразования УПР в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода K_j , импульс/м³, вычисляют по формулам

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} K_{ji}}{n_j}, \quad (11)$$

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

где K_{ji} – коэффициент преобразования УПР для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс/м³.

9.2.4.7 Коэффициент преобразования поверяемого УПР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода K , импульс/м³, вычисляют по формуле

$$K = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^m K_j, \quad (13)$$

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

9.2.4.8 Оценка СКО результатов измерений

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

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (K_{ji} - K_j)^2}{n_j - 1}} \cdot \frac{1}{K_j} \cdot 100. \quad (14)$$

Проверяют выполнение следующего условия

$$S_j \leq 0,05\% \quad (15)$$

При выполнении данного условия продолжают обработку результатов измерений.

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

9.2.4.9 Границу неисключенной систематической погрешности ИК Θ_Σ , %, вычисляют по формулам

$$\Theta_\Sigma = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma 0}^2 + \Theta_{V 0}^2 + \Theta_A^2 + \Theta_t^2 + \Theta_{\text{ИБК}}^2}, \quad (16)$$

$$\theta_A = \begin{cases} \max \left(0,5 \cdot \left| \frac{K_j - K_{j+1}}{K_j + K_{j+1}} \right| \cdot 100 \right) & \text{при кусочно-линейной аппроксимации} \\ \max \left(\left| \frac{K_j - K}{K} \right| \cdot 100 \right) & \text{при постоянном коэффициенте преобразования} \end{cases}, \quad (17)$$

$$\Theta_t = \beta \sqrt{\Delta t_{\text{ПУ}}^2 + \Delta t_{\text{УПР}}^2}_{\text{max}}, \quad (18)$$

$$\beta_{\text{max}} = \max(\beta_{ji}), \quad (19)$$

$$\Theta_{\text{ИВК}} = \delta_{\text{ИВК}}, \quad (20)$$

- где
- $\Theta_{\Sigma 0}$ – граница суммарной неисключенной систематической погрешности ПУ (значение, полученное по результатам поверки ПУ), %;
 - Θ_{V0} – граница неисключенной систематической погрешности определения среднего значения вместимости ПУ (значение, полученное по результатам поверки ПУ), %;
 - Θ_A – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью аппроксимации градуировочной характеристики, %;
 - Θ_t – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры рабочей жидкости в ПУ и УПР, %;
 - $\Theta_{\text{ИВК}}$ – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью ИВК, %;
 - K_j, K_{j+1} – коэффициенты преобразования УПР в j-ой и (j+1)-ой точках рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс/м³;
 - K – коэффициент преобразования УПР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, импульс/м³;
 - β_{max} – максимальное значение коэффициента объемного расширения рабочей жидкости, 1/°C;
 - $\Delta t_{\text{ПУ}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности датчиков температуры, установленных в ПУ (берут из сведений о поверке), °C;
 - $\Delta t_{\text{УПР}}$ – предел допускаемой абсолютной погрешности преобразователей температуры, установленных около УПР (берут из сведений о поверке), °C;
 - β_{ji} – коэффициент объемного расширения рабочей жидкости при температуре $t_{\text{ПУ}ji}$ для i-го измерения в j-ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению А), 1/°C;
 - $\delta_{\text{ИВК}}$ – пределы допускаемой относительной погрешности преобразования входных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования ИВК (согласно описанию типа ИВК), %.

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

$$S_{0j} = \frac{S_j}{\sqrt{n_j}}, \quad (21)$$

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

$$\varepsilon = \max(\varepsilon_j), \quad (22)$$

$$\varepsilon_j = t_{0,95j} \cdot S_{0j}, \quad (23)$$

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

9.2.4.12 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 .

9.2.4.13 Границу относительной погрешности ИК объемного расхода (объема) нефтепродуктов в рабочем диапазоне измерений объемного расхода δ , %, определяют по формулам

$$\delta = \begin{cases} \varepsilon, & \text{если } \frac{\Theta_\Sigma}{S_0} < 0,8 \\ t_\Sigma \cdot S_\Sigma, & \text{если } 0,8 \leq \frac{\Theta_\Sigma}{S_0} \leq 8 \\ \Theta_\Sigma, & \text{если } \frac{\Theta_\Sigma}{S_0} > 8 \end{cases} \quad (24)$$

$$t_\Sigma = \frac{\varepsilon + \Theta_\Sigma}{S_0 + S_\Theta}, \quad (25)$$

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\Theta^2 + S_0^2}, \quad (26)$$

$$S_\Theta = \sqrt{\frac{\Theta_{\Sigma 0}^2 + \Theta_{V0}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_A^2 + \Theta_{ИВК}^2}{3}}, \quad (27)$$

- где ε – граница случайной погрешности УПР в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, %;
- Θ_Σ – граница неисключенной систематической погрешности УПР, %;
- t_Σ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей;
- S_Σ – суммарное СКО результатов измерений в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, %;
- S_Θ – СКО суммы неисключенных систематических погрешностей, %;
- S_0 – СКО среднего значения результатов измерений в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, %.

Проверяют выполнение условия

$$\delta \leq 0,15 \%. \quad (28)$$

Если условие (28) не выполняется, то рекомендуется:

- увеличить количество точек в рабочем диапазоне измерений объемного расхода;
- увеличить количество измерений в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода;
- уменьшить рабочий диапазон измерений объемного расхода.

Проводят повторную проверку выполнения условия (28). При повторном невыполнении условия (28) проверку прекращают.

9.2.5 Операции по 0 проводят в автоматизированном режиме по алгоритмам в соответствии с МИ 3265–2010, реализованным в ИВК.

9.2.6 Результаты измерений заносят в протокол. Допускается использовать форму протокола, приведенную в приложении А МИ 3265–2010.

9.2.7 Относительная погрешность измерений объемного расхода нефтепродуктов с применением ИК объема и объемного расхода принимается равной относительной погрешности УПР, входящего в состав соответствующего ИК объема и объемного расхода.

9.2.8 Относительная погрешность измерений объемного расхода нефтепродуктов СИКН РСУ принимается равной относительной погрешности УПР, входящих в состав ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов.

9.3 Определение диапазона измерений расхода нефтепродуктов СИКН РСУ

Определение диапазона измерений расхода нефтепродуктов СИКН РСУ проводят путем анализа результатов поверки или определения метрологических характеристик УПР, входящих в состав СИКН РСУ, установленных на измерительных линиях (далее – ИЛ). За минимальное значение расхода через СИКН РСУ принимают наименьшее из значений объемного расхода через ИЛ или значение минимального расхода, указанного в описании типа СИКН РСУ, если оно больше. За максимальное значение расхода через СИКН РСУ принимают сумму наибольших значений объемного расхода через рабочие ИЛ или значение максимального расхода, указанного в описании типа СИКН РСУ, если оно меньше.

9.5 Определение относительной погрешности измерений массы нефтепродуктов СИКН РСУ

Относительную погрешность измерений массы нефтепродуктов при косвенном методе динамических измерений δ_m , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_m = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_v^2 + G^2 \cdot (\delta_p^2 + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta_{T_p}^2) + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta_{T_v}^2 + \delta_N^2}, \quad (29)$$

где δ_v – относительная погрешность измерений объема нефтепродуктов, %;

G – коэффициент, вычисляемый по формуле

$$G = \frac{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_v}{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_p}, \quad (30)$$

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

T_v – температура нефтепродуктов при измерениях объема, $^\circ\text{C}$, принимают равной температуре нефтепродуктов в ИЛ в момент проведения поверки;

T_p – температура нефтепродуктов при измерениях плотности, $^\circ\text{C}$, принимают равной температуре нефтепродуктов в блоке измерений показателей качества в момент проведения поверки;

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

Δ_{T_v} – абсолютная погрешность измерений температуры нефтепродуктов при измерениях объема, $^\circ\text{C}$;

Δ_{T_p} – абсолютная погрешность измерений температуры нефтепродуктов при измерениях плотности, $^\circ\text{C}$. Принимают равной значению абсолютной погрешности измерений температуры преобразователями температуры, установленными в блоке измерений показателей качества (из свидетельства о поверке преобразователей температуры);

δ_N – пределы допускаемой относительной погрешности комплекса измерительно-вычислительного ТН-01 при преобразовании сигналов от первичных преобразователей в значение массы нефтепродуктов (из свидетельства о поверке комплекса измерительно-вычислительного ТН-01), %.

Относительную погрешность измерений плотности нефтепродуктов δ_p , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_p = \frac{\Delta_p \cdot 100}{\rho}, \quad (31)$$

- где Δ_p – абсолютная погрешность измерений плотности нефтепродуктов, кг/м³.
Используют данные из свидетельства о поверке на преобразователь плотности, входящий в состав СИКН РСУ;
- ρ – плотность нефтепродуктов в момент проведения поверки, кг/м³.

Результат считают положительным, если полученное значение относительной погрешности измерений массы нефтепродуктов с применением СИКН РСУ не превышает установленные пределы $\pm 0,25\%$.

10 Подтверждение соответствия СИ метрологическим требованиям

- СИ, входящие в состав СИКН РСУ, имеют запись в ФИФОЕИ о положительных результатах поверки, а также действующие знаки поверки, за исключением УПР, входящих в состав ИК объема и объемного расхода;
 - значение относительной погрешности измерений ИК №1 (№2) не выходит за пределы $\pm 0,15\%$;
 - значение относительной погрешности измерений массы нефтепродуктов с применением СИКН РСУ не превышает установленные пределы $\pm 0,25\%$;
- СИКН РСУ считают соответствующей метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, а результат поверки положительным.

11 Оформление результатов поверки

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

При поверке СИКН РСУ в части отдельного ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов, результаты поверки оформляют протоколом поверки СИКН РСУ в части соответствующего ИК.

При определении метрологических характеристик СИКН РСУ комплектным методом метрологические характеристики ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов определяют в соответствии с 9.2.

Результаты поверки оформляются в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами в части поверки СИ.

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

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

К свидетельству о поверке прикладывают перечень СИКН РСУ с указанием заводских номеров СИ, входящих в состав СИКН РСУ, перечень СИ, входящих в состав СИКН РСУ и протокол поверки СИКН РСУ.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКН РСУ.

Примечание – При комплектном методе определения метрологических характеристик СИКН РСУ, аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, наносит знак поверки на УПР, входящий в состав ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов, в соответствии с описанием типа СИКН РСУ.

При использовании комплектного метода определения метрологических характеристик СИКН РСУ, для исключения возможности несанкционированного вмешательства, которое может повлиять на результат измерений, конструкцией УПР, входящего в состав СИКН РСУ, предусмотрены места установки пломб. Пломбирование выполняется на месте эксплуатации в соответствии с методикой

поверки. На двух пломбах, установленных на контрольных проволоках, пропущенных через отверстия шпилек, расположенных на диаметрально противоположных фланцах.

При поверке СИКН РСУ в части отдельных ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов при получении положительных результатов поверки оформляют свидетельство о поверке СИКН в части ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ.

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

Оформление результатов поверки СИКН РСУ в части отдельного ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов

Результаты поверки СИКН РСУ в части отдельного ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов оформляют протоколом поверки произвольной формы с указанием даты проведения поверки, условий проведения поверки, применяемых средств поверки, заключения по результатам поверки.

Аккредитованным на поверку лицом, проводившим поверку СИКН РСУ в части отдельного ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов, в ФИФОЕИ передаются сведения о результатах поверки.

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

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКН РСУ в части отдельного ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов и на УПР, входящий в состав отдельного ИК объема и объемного расхода нефтепродуктов, в соответствии с описанием типа СИКН РСУ.

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Определение коэффициентов CTL, CPL и β

А.1 Определение коэффициента CTL

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

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

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

$$\Delta t = t - 15, \quad (\text{A.3})$$

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

Таблица А.1 – Значения коэффициентов K_0 и K_1 в зависимости от типа рабочей жидкости

Тип измеряемой среды	ρ_{15} , кг/м ³	K_0	K_1
Нефтепродукты:			
Бензины	от 611 до 779	346,42278	0,43884
Реактивные топлива	от 779 до 839	594,54180	0,00000
Нефтяные топлива	от 839 до 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} .

А.2 Определение коэффициента CPL

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

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

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

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

А.3 Определение коэффициента β

Значение коэффициента объемного расширения рабочей жидкости β , 1/°C:

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

А.4 Определение плотности ρ_{15}

Значение плотности рабочей жидкости при $t = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и $P = 0\text{ МПа}$ ρ_{15} , кг/м^3 определяют по формуле

$$\rho_{15} = \frac{\rho_{\text{ПП}}}{\text{CTL}_{\text{ПП}} \cdot \text{CPL}_{\text{ПП}}}, \quad (\text{A.7})$$

- где $\rho_{\text{ПП}}$ — значение плотности рабочей жидкости в ПП, кг/м^3 ;
 $\text{CTL}_{\text{ПП}}$ — коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем рабочей жидкости, определенный для $t_{\text{ПП}}$ и ρ_{15} ;
 $\text{CPL}_{\text{ПП}}$ — коэффициент, учитывающий влияние давления на объем рабочей жидкости, определенный для $t_{\text{ПП}}$, $P_{\text{ПП}}$ и ρ_{15} .

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

1) Определяют значения $\text{CTL}_{\text{ПП}(1)}$ и $\text{CPL}_{\text{ПП}(1)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_{\text{ПП}}$.

2) Определяют значения $\rho_{15(1)}$, кг/м^3 , по формуле

$$\rho_{15(1)} = \frac{\rho_{\text{ПП}}}{\text{CTL}_{\text{ПП}(1)} \cdot \text{CPL}_{\text{ПП}(1)}}. \quad (\text{A.8})$$

3) Определяют значения $\text{CTL}_{\text{ПП}(2)}$ и $\text{CPL}_{\text{ПП}(2)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_{15(1)}$.

4) Определяют значение $\rho_{15(2)}$, кг/м^3 по формуле

$$\rho_{15(2)} = \frac{\rho_{\text{ПП}}}{\text{CTL}_{\text{ПП}(2)} \cdot \text{CPL}_{\text{ПП}(2)}}. \quad (\text{A.9})$$

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

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

- где $\rho_{15(i)}$, $\rho_{15(i-1)}$ — значения ρ_{15} , определенные, соответственно, за последний и предпоследний цикл вычислений, кг/м^3 .

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

ПРИЛОЖЕНИЕ Б (справочное)

Справочные материалы

Б.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 Б.1.

Таблица Б.1 – Значения квантиля распределения Стьюдента при доверительной вероятности $P=0,95$

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

Б.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 Б.2.

Таблица Б.2 – Коэффициенты линейного расширения и модули упругости материалов стенок калиброванного участка ПУ, материала планки крепления детекторов

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

ПРИЛОЖЕНИЕ В (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

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

- 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 :

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

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

Таблица В.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