

808



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**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 2708/1-311229-2021

г. Казань
2021

1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на систему измерений количества и показателей качества нефти № 449 (далее – СИКН), заводской № 449, и устанавливает методику первичной поверки до ввода в эксплуатацию и после ремонта, а также методику периодической поверки в процессе эксплуатации.

1.2 СИКН соответствует требованиям к средству измерений 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 средств измерений, входящих в состав СИКН, подтверждаются сведениями о поверке в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Метрологические характеристики СИКН подтверждаются расчетным методом. Допускается определение метрологических характеристик измерительного канала объемного расхода (далее – ИК объемного расхода) комплектным методом.

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

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

1.6 Допускается проведение поверки СИКН в части отдельного ИК объемного расхода в соответствии с заявлением владельца СИКН.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при	
		Первичной поверке	Периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	6	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	7	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	8	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	9	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки средства измерений	11	Да	Да

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 СИКН, или в фактически обеспечиваемых при поверке диапазоне измерений с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

3.2 Определение метрологических характеристик ИК объемного расхода нефти в БИЛ проводят при условиях, предусмотренных 3.3 или 3.4, в зависимости от применяемого способа.

3.3 При комплектном определении метрологических характеристик ИК объемного расхода необходимо выполнить следующие условия:

3.3.1 Определение метрологических характеристик ИК объемного расхода выполняют на месте эксплуатации в комплекте с элементами измерительных линий.

3.3.2 Отклонение объемного расхода рабочей жидкости от установленного значения в процессе определения метрологических характеристик ИК объемного расхода не должно превышать 2,5 %.

3.3.3 Изменение температуры рабочей жидкости в преобразователе объемного расхода (компараторе) (далее – ЭПР) и преобразователе расхода жидкости турбинном HELIFLU TZ-N с Ду 16...500 мм, модель 250-2000 (далее – ПР), входящего в состав ИК объемного расхода, за время измерения не должно превышать $\pm 0,2$ °С.

3.3.4 Температура, влажность окружающей среды и физико-химические показатели рабочей жидкости должны соответствовать условиям эксплуатации СИКН.

3.3.5 Отклонение вязкости рабочей жидкости за время определения метрологических характеристик ИК объемного расхода находится в допустимых пределах для применяемых ПР.

3.3.6 Диапазоны рабочего давления и объемного расхода определяются технологическими требованиями на СИКН.

3.3.7 Для обеспечения бескавитационной работы избыточное давление в трубопроводе после ПР P_{\min} , МПа, должно быть не меньше 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 по ГОСТ 1756–2000, при максимальной температуре рабочей жидкости, МПа;

ΔP – перепад давления на ПР, входящий в состав ИК объемного расхода, МПа. Используется значение из технической документации на ПР, входящий в состав ИК объемного расхода.

3.3.8 Содержание свободного газа не допускается.

3.3.9 Регулирование объемного расхода проводят при помощи регуляторов расхода, расположенных на выходе измерительной линии ИК объемного расхода или на выходе контрольной измерительной линии со средством поверки.

3.4 Определение метрологических характеристик ИК объемного расхода, при поэлементном способе, проводят при условиях, предусмотренных методиками поверки СИ, входящих в состав ИК объемного расхода.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

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

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования, и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки	Пример возможного средства поверки с указанием наименования, заводского обозначения, а при наличии – обозначения типа, модификации
6, 7, 8, 9	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от 10 до 40 °С, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности измерений $\pm 0,5$ °С	Термогигрометр ИВА-6 (регистрационный номер 46434-11 в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений)
	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	
9	Средство воспроизведения объемного расхода при объемном расходе от 380 до 1688 м ³ /ч, пределы допускаемой относительной погрешности (доверительные границы суммарной погрешности) $\pm 0,1$ %	Рабочий эталон 2-го, в соответствии с частью 2 ГПС, утвержденной Приказом Росстандарта № 256 от 7 февраля 2018 года (далее – УПС)

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

4.3 Применяемые эталоны и средства измерений (далее – СИ) должны соответствовать требованиям нормативных правовых документов Российской Федерации в области обеспечения единства измерений.

5 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

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

6 Внешний осмотр средства измерений

6.1 При внешнем осмотре проверяют:

- состав СИ и комплектность СИКН;
- пломбировку СИ, входящих в состав СИКН (при наличии информации в описании типа данных СИ об указании мест и способов ограничения доступа к местам настройки (регулировки));
- отсутствие механических повреждений СИКН, препятствующие ее применению;
- четкость надписей и обозначений на маркировочных табличках СИКН и ее компонентов.

6.2 Поверку продолжают, если:

- состав СИ и комплектность СИКН соответствуют описанию типа СИКН;
- пломбировка СИ, входящих в состав СИКН, выполнена в соответствии со сведениями в описаниях типа данных СИ;
- отсутствуют механические повреждения СИКН, препятствующие ее применению;

- надписи и обозначения на маркировочных табличках СИКН и ее компонентов четкие.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

Выполняют следующие подготовительные операции:

- проверяют наличие заземления СИ, работающих под напряжением;
- средства поверки и СИКН устанавливают в рабочее положение с соблюдением указаний эксплуатационной документации;
- осуществляют соединение и подготовку к проведению измерений средств поверки и СИКН в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

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.

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

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

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения

8.1.1 Проверку идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) СИКН, реализованном в 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.

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

8.2 Проверка работоспособности

8.2.1 Проверяют:

- отсутствие на автоматизированном рабочем месте оператора (далее – АРМ оператора) сообщений об ошибках;
- соответствие текущих измеренных СИКН значений температуры, давления, расхода, плотности, кинематической вязкости и влагосодержания данным, отраженным в описании типа СИКН.

8.2.2 Результаты проверки работоспособности считают положительными, если:

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

9 Определение метрологических характеристик средства измерений

9.1 Определение метрологических характеристик СИ, входящих в состав СИКН

9.1.1 СИ, входящие в состав СИКН, на момент проведения поверки СИКН должны

быть поверены в соответствии с документами на поверку, установленными при утверждении типа этих СИ. При поверке СИ, входящих в состав СИКН, применяются СИ, указанные в их документах на поверку, установленных при утверждении типа этих СИ.

9.1.2 При наличии сведений о поверке СИКН в части отдельных ИК, сведения о поверке ПР из их состава не требуются.

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

9.1.4 Метрологические характеристики ИК объемного расхода определяют согласно 9.2 или 9.3 настоящего документа. Первичная поверка и первичная поверка после ремонта ПР, входящих в состав ИК объемного расхода, выполняется в соответствии с методиками поверки, установленными при утверждении типа ПР, входящих в ИК объемного расхода.

9.2 Определение метрологических характеристик ИК объемного расхода комплектным методом

9.2.1 Подготовка к выполнению определения метрологических характеристик ИК объемного расхода

9.2.1.1 Проверяют правильность монтажа средств поверки и компонентов ИК объемного расхода.

9.2.1.2 Подготавливают средства поверки согласно указаниям технической документации.

9.2.1.3 Вводят в память ИВК или проверяют введенные ранее данные, необходимые для обработки результатов определения метрологических характеристик (далее – МХ) ИК объемного расхода.

9.2.1.4 Проверяют отсутствие газа в измерительных линиях (далее – ИЛ), соответствующих ИК объемного расхода и УПС, а также в верхних точках трубопроводов. Для этого устанавливают объемный расход рабочей жидкости в пределах диапазона измерений ПР, входящего в состав ИК объемного расхода и открывают краны, расположенные в высших точках измерительных линий задействованного ИК объемного расхода и УПС. Считают, что газ (воздух) отсутствует полностью, если из кранов вытекает струя рабочей жидкости без газовых пузырьков.

9.2.1.5 При рабочем давлении проверяют герметичность системы, состоящей из ПР, входящего в состав ИК объемного расхода и УПС. При этом не допускается появление капель или утечек рабочей жидкости через сальники, фланцевые, резьбовые или сварные соединения при наблюдении в течение пяти минут.

9.2.1.6 Проверяют герметичность задвижек, через которые возможны утечки рабочей жидкости, влияющие на результаты измерений.

9.2.1.7 Проверяют стабильность температуры рабочей жидкости. Температуру рабочей жидкости считают стабильной, если ее изменение УПС и ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, не превышает 0,2 °С за время измерения.

9.2.1.8 Определяют плотность рабочей жидкости за время поверки с помощью поточного плотномера (далее – ПП) или в испытательной лаборатории по ГОСТ 3900–85 с учетом МИ 2153–2001.

9.2.1.9 Определяют вязкость рабочей жидкости за время поверки с помощью поточного вискозиметра или в испытательной лаборатории по ГОСТ 33–2016.

9.2.2 Опробование ПР, входящего в состав ИК объемного расхода

9.2.2.1 Опробование ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, проводят совместно со средствами поверки.

9.2.2.2 Устанавливают объемный расход рабочей жидкости в пределах рабочего диапазона измерений объемного расхода ПР, входящего в состав ИК объемного расхода.

9.2.2.3 Наблюдают на дисплее ИВК значения следующих параметров:

- частоты выходного сигнала ПР, входящего в состав ИК объемного расхода и УПС;
- объемного расхода рабочей жидкости;

– температуры и давления рабочей жидкости в ПР, входящего в состав ИК объемного расхода и УПС;

– вязкости рабочей жидкости;

– плотности, температуры и давления рабочей жидкости в ПП.

9.2.2.4 Начиная измерение. Наблюдают за началом отсчета импульсов выходных сигналов УПС и ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, и окончанием отсчета импульсов при достижении заданного количества импульсов выходного сигнала УПС или истечении заданного времени измерений.

Определение метрологических характеристик ИК объемного расхода нефти проводят комплектным или поэлементным методами.

Определение метрологических характеристик ИК объемного расхода комплектным методом.

9.2.2.5 При определении МХ ИК объемного расхода определяют следующие МХ:

– коэффициенты преобразования и частоту выходного сигнала ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в точках рабочего диапазона измерений объемного расхода;

– границы относительной погрешности ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в рабочем диапазоне измерений объемного расхода.

9.2.2.6 Определение МХ ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, проводят не менее чем в трёх точках рабочего диапазона измерений объемного расхода. Значения объемного расхода (точки рабочего диапазона) выбирают с интервалом с не более 20 % от максимального значения объемного расхода ПР, входящего в состав ИК объемного расхода. В каждой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода проводят не менее пяти измерений.

9.2.2.7 Последовательность выбора точки расхода может быть произвольной.

9.2.2.8 Для определения коэффициента преобразования ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, устанавливают выбранное значение объемного расхода по показаниям УПС.

9.2.2.9 После стабилизации объемного расхода в соответствии с 3.3.2 и стабилизации температуры рабочей жидкости в соответствии с 3.3.3 проводят необходимое количество измерений.

9.2.2.10 Начиная измерение. ИВК одновременно начинает отсчет импульсов выходных сигналов УПС и ПР, входящего в состав ИК объемного расхода. При достижении заданного количества импульсов выходного сигнала УПС или истечении заданного времени измерения, ИВК одновременно закачивает отсчет импульсов выходных сигналов УПС и ПР, входящего в состав ИК объемного расхода.

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

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

– температуру рабочей жидкости в ПР, входящего в состав ИК объемного расхода;

– давление рабочей жидкости в ПР, входящего в состав ИК объемного расхода;

– температуру рабочей жидкости в УПС;

– давление рабочей жидкости в УПС;

– плотность рабочей жидкости, измеренную ПП;

– температуру рабочей жидкости в ПП;

– давление рабочей жидкости в ПП;

– кинематическую вязкость рабочей жидкости, измеренную преобразователем вязкости.

9.2.2.11 Результаты измерений заносят в протокол. Форма протокола измерений приведена в приложении А. Допускается вносить изменения в структуру таблиц протокола.

Допускается использовать форму протокола, приведенную в приложении А МИ 3267–2010.

9.2.2.12 При заполнении протокола полученные результаты измерений и вычислений округляют в соответствии с таблицей 1 приложения Б.

9.2.3 Обработка результатов измерений при определении МХ ПР, входящего в состав ИК объемного расхода

9.2.3.1 Объем рабочей жидкости, прошедший через ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода V_{ji} , м³, вычисляют по формуле

$$V_{ji} = \frac{N_{\text{УПС}_{ji}}}{K_{\text{УПС}_{ji}}} \cdot \frac{\text{CTL}_{\text{УПС}_{ji}} \cdot \text{CPL}_{\text{УПС}_{ji}}}{\text{CTL}_{\text{ПР}_{ji}} \cdot \text{CPL}_{\text{ПР}_{ji}}}, \quad (2)$$

- где $N_{\text{УПС}_{ji}}$ – количество импульсов от УПС за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс;
- $K_{\text{УПС}_{ji}}$ – коэффициент преобразования УПС для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс/м³;
- $\text{CTL}_{\text{УПС}_{ji}}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем рабочей жидкости, определенный для температуры рабочей жидкости в УПС для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению В);
- $\text{CPL}_{\text{УПС}_{ji}}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем рабочей жидкости, определенный для давления рабочей жидкости в УПС для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению В);
- $\text{CTL}_{\text{ПР}_{ji}}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем рабочей жидкости, определенный для температуры рабочей жидкости в ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению В);
- $\text{CPL}_{\text{ПР}_{ji}}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем рабочей жидкости, определенный для давления рабочей жидкости ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода (вычисляют по приложению В).

Примечание – Вычисление объема рабочей жидкости, прошедшего через ПР, входящий в состав ИК объемного расхода, допускается проводить согласно алгоритму, реализованному в ИВК.

9.2.3.2 Объемный расход рабочей жидкости через ПР, входящий в состав ИК объемного расхода, за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода Q_{ji} , м³/ч, вычисляют по формуле

$$Q_{ji} = \frac{V_{ji}}{T_{ji}} \cdot 3600, \quad (3)$$

- где T_{ji} – время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, с.

9.2.3.3 Объемный расход рабочей жидкости через ПР, входящий в состав ИК объемного расхода, в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода Q_j , м³/ч, вычисляют по формуле

$$Q_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} Q_{ji}}{n_j}, \quad (4)$$

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

9.2.3.4 Частоту выходного сигнала ПР, 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

$$f_{ji} = \frac{N_{ji}}{T_{ji}}, \quad (5)$$

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

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

$$f_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} f_{ji}}{n_j}. \quad (6)$$

9.2.3.6 Коэффициент преобразования ПР, 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

$$K_{ji} = \frac{N_{ji}}{V_{ji}}. \quad (7)$$

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

$$K_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} K_{ji}}{n_j}. \quad (8)$$

9.2.3.8 Среднее значение кинематической вязкости рабочей жидкости за время измерений v , мм²/с, вычисляют по формуле

$$v = \begin{cases} \frac{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} v_{ji}}{\sum_{j=1}^m n_j} & \text{при наличии ПВ} \\ \frac{v_n + v_k}{2} & \text{при отсутствии ПВ} \end{cases}, \quad (9)$$

где v_{ji} – кинематическая вязкость рабочей жидкости за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, мм²/с;

m – количество точек расхода;

v_n, v_k – кинематическая вязкость рабочей жидкости, определенная в испытательной лаборатории в начале и в конце измерений, мм²/с.

9.2.3.9 Нижний и верхний пределы рабочего диапазона кинематической вязкости рабочей жидкости v_{\min}, v_{\max} , мм²/с, вычисляют по формулам:

$$v_{\min} = v - \Delta v, \quad (10)$$

$$v_{\max} = v + \Delta v, \quad (11)$$

где Δv – допускаемый предел изменения кинематической вязкости рабочей жидкости, установленный ПР (берут из сведений об утвержденном типе средства измерений или из технической и нормативной документации), мм²/с.

При $v_{\min} < 0$ принимают $v_{\min} = 0$.

9.2.3.10 Оценка среднего квадратического отклонения результатов измерений

9.2.3.10.1 Среднее квадратическое отклонение (далее – СКО) результатов измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода S_j , %, вычисляют по формуле

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (K_{ji} - K_j)^2}{n_j - 1}} \cdot \frac{1}{K_j} \cdot 100. \quad (12)$$

9.2.3.10.2 Проверяют выполнение условия

$$S_j \leq 0,02 \%. \quad (13)$$

9.2.3.10.3 При выполнении данного условия продолжают обработку результатов измерений.

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

9.2.3.11 Границу неисключенной систематической погрешности ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, Θ_Σ , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_\Sigma = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{\text{УПС}}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_A^2 + \Theta_{\text{ИВК}}^2}, \quad (14)$$

где $\Theta_{\text{УПС}}$ – граница суммарной неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешности УПС, %;

Θ_t – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры рабочей жидкости в ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, и УПС, %;

Θ_A – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией градуировочной характеристики ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в рабочем диапазоне измерений объемного расхода, %;

$\Theta_{\text{ИВК}}$ – граница неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью ИВК, %.

9.2.3.12 Граница суммарной неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью УПС $\Theta_{\text{УПС}}$, %, соответствует границе относительной погрешности УПС

$$\Theta_{\text{УПС}} = \delta_{\text{УПС}}, \quad (15)$$

где $\delta_{\text{УПС}}$ – граница относительной погрешности УПС в рабочем диапазоне измерений объемного расхода (из свидетельства о поверке УПС), %.

9.2.3.13 Границу неисключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью преобразователей температуры при измерениях температуры рабочей жидкости в ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, и УПС Θ_t , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_t = \beta_{\text{max}} \cdot 100 \cdot \sqrt{\Delta t_{\text{ПР}}^2 + \Delta t_{\text{УПС}}^2}, \quad (16)$$

где β_{max} – максимальное значение коэффициента объемного расширения рабочей жидкости за время измерений, $1/^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{\text{ПР}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя температуры, установленного около ПР, входящего в состав ИК объемного расхода (из свидетельства о поверке преобразователя температуры), $^\circ\text{C}$;

$\Delta t_{\text{УПС}}$ – пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователя температуры, установленного около УПС (из свидетельства о поверке преобразователя температуры), $^\circ\text{C}$.

9.2.3.14 Границу неисключенной систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией градуировочной характеристики ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в рабочем диапазоне измерений объемного расхода Θ_A , %, вычисляют по формуле

$$\Theta_A = \max \left(0,5 \cdot \left| \frac{K_j - K_{j+1}}{K_j + K_{j+1}} \right| \cdot 100 \right), \quad (17)$$

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

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

$$S_{0j} = \frac{S_j}{\sqrt{n_j}}. \quad (18)$$

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

$$\varepsilon = \max(t_{0,95j} \cdot S_{0j}), \quad (19)$$

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

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

9.2.3.18 Границу относительной погрешности ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, в рабочем диапазоне измерений объемного расхода δ , %, определяют по формулам:

$$\delta = \begin{cases} \varepsilon & \text{если } \frac{\Theta_\Sigma}{S_0} < 0,8 \\ t_\Sigma \cdot S_\Sigma & \text{если } 0,8 \leq \frac{\Theta_\Sigma}{S_0} \leq 8, \\ \Theta_\Sigma & \text{если } \frac{\Theta_\Sigma}{S_0} > 8 \end{cases} \quad (20)$$

где t_Σ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей;

S_Σ – суммарное СКО результата измерений, %.

9.2.3.18.1 Коэффициент, зависящий от соотношения случайной и неисключенной систематической погрешностей, t_Σ вычисляют по формуле

$$t_\Sigma = \frac{\varepsilon + \Theta_\Sigma}{S_0 + S_\Theta}, \quad (21)$$

где S_Θ – СКО суммы неисключенных систематических погрешностей, %.

9.2.3.18.2 СКО суммы неисключенных систематических погрешностей S_Θ , %, вычисляют по формуле

$$S_\Theta = \sqrt{\frac{\Theta_{\text{УПС}}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_A^2 + \Theta_{\text{ИВК}}^2}{3}}. \quad (22)$$

9.2.3.18.3 Суммарное СКО результатов измерений в j -ой точке объемного расхода

S_{Σ} , %, вычисляют по формуле

$$S_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Theta}^2 + S_0^2}. \quad (23)$$

9.2.3.19 Проверяют выполнение условия

$$\delta \leq 0,15 \%. \quad (24)$$

9.2.3.19.1 Если данное условие не выполняется, то рекомендуется:

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

– увеличить время измерений.

9.2.3.19.2 Выбирают один или несколько подпунктов 9.2.3.19.1, и повторяют операции по 9.2.3 – 9.2.4 для ПР, входящего в состав ИК объемного расхода.

9.2.3.19.3 При повторном невыполнении данных условий поверку прекращают.

9.2.4 Результаты измерений заносят в протокол. Форма протокола приведена в приложении А. Допускается использовать форму протокола, приведенную в приложении А МИ 3267–2010.

9.2.5 При заполнении протокола полученные результаты измерений и вычислений округляют в соответствии с приложением Б.

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

9.2.7 Алгоритм определения метрологических характеристик ПР, входящего в состав ИК объемного расхода, соответствует алгоритму поверки преобразователей объемного расхода, приведенному в МИ 3267–2010.

9.3 Определение метрологических характеристик ИК объемного расхода поэлементным методом

9.3.1 СИ, входящие в состав ИК объемного расхода, должны быть поверены в соответствии с документами на поверку, установленными при утверждении типа СИ.

9.3.2 Перечень СИ, входящих в состав ИК объемного расхода нефти, приведен в описании типа СИКН.

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

9.4 Определение относительной погрешности измерений массы брутто нефти

9.4.1 Относительную погрешность измерений массы брутто нефти при косвенном методе динамических измерений δ_{M6} , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{M6} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_V^2 + G^2 \cdot (\delta_p^2 + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_p^2) + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_v^2 + \delta_N^2}, \quad (25)$$

где δ_V – относительная погрешность измерений объема нефти, %;

G – коэффициент, вычисляемый по формуле

$$G = \frac{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_v}{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_p}, \quad (26)$$

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_v} – абсолютная погрешность измерений температуры нефти при измерениях ее объема, °С;
- Δ_{T_p} – абсолютная погрешность измерений температуры нефти при измерениях ее плотности, °С. Принимают равной значению абсолютной погрешности измерений температуры преобразователями температуры, установленными в блоке измерений показателей качества нефти СИКН № 449 (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 нефти (из свидетельства о поверке комплекса измерительно-вычислительного ТН-01), %.

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

$$\delta_p = \frac{\Delta_p \cdot 100}{\rho}, \quad (27)$$

где Δ_p – абсолютная погрешность измерений плотности нефти, кг/м³. Используют данные из свидетельства о поверке на преобразователь плотности, входящий в состав СИКН;

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

9.5 Определение относительной погрешности измерений массы нетто нефти

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

9.5.2 При ручном способе определения относительную погрешность измерений массы нетто нефти δ_{Mn} , %, рассчитывают по формуле

$$\delta_{Mn} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta_{Mб}}{1,1}\right)^2 + \frac{(\Delta_{W_a})^2 + (\Delta_{W_{мп}})^2 + (\Delta_{W_{xc}})^2}{\left[1 - \frac{W_b + W_{мп} + W_{xc}}{100}\right]^2}}, \quad (28)$$

где Δ_{W_a} – 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, %.

9.5.2.1 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 , % массовая доля, вычисляют по формуле

$$\Delta = \pm \frac{\sqrt{R^2 - 0,5 \cdot r^2}}{\sqrt{2}}, \quad (29)$$

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

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

9.5.2.2 Абсолютную погрешность определений массовой доли воды в нефти ΔW_w , %, вычисляют по формуле

$$\Delta W_w = \sqrt{\frac{R_w^2 - 0,5 \cdot r_w^2}{2}}, \quad (30)$$

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

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

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

$$\Delta W_{мп} = \frac{\sqrt{R_{мп}^2 - 0,5 \cdot r_{мп}^2}}{\sqrt{2}}, \quad (31)$$

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

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

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

$$r_{xc} = \frac{0,1 \cdot r_{xcm}}{\rho_{изм}^д}, \quad (32)$$

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

9.5.2.5 Абсолютную погрешность определений массовой доли хлористых солей в нефти ΔW_{xc} , %, вычисляют по формуле

$$\Delta W_{xc} = \pm 0,1 \cdot \frac{\sqrt{R_{xc}^2 - 0,5 \cdot r_{xc}^2}}{\rho_{имз} \cdot \sqrt{2}}. \quad (33)$$

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

$$W_{xc} = \frac{0,1 \cdot \varphi_{xc}}{\rho_{изм}^д}, \quad (34)$$

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

9.5.3 Результаты расчета по формулам (29) – (34) округляют до третьего знака после запятой, по формуле (28) – до второго знака после запятой.

10 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

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

– СИ, входящие в состав СИКН, поверены в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории РФ по документам на поверку, установленным при утверждении типа данных СИ;

– при комплектном способе определения метрологических характеристик ИК объемного расхода: значение относительной погрешности измерений объемного расхода с применением ИК объемного расхода не выходит за пределы $\pm 0,15$ %;

– при поэлементном способе определения метрологических характеристик ИК

объемного расхода: СИ, входящие в состав ИК объемного расхода, поверены в соответствии с действующим порядком проведения поверки СИ на территории РФ, по документам на поверку, установленными при утверждении типа данных СИ; значение относительной погрешности измерений объемного расхода с применением ИК объемного расхода не выходит за пределы $\pm 0,15\%$;

– диапазон измерений объемного расхода с применением ИК объемного расхода не выходит за пределы диапазона измерений ИК объемного расхода, установленного при утверждении типа СИКН;

– относительная погрешность измерений массы брутто нефти, не выходит за пределы $\pm 0,25\%$;

– относительная погрешность измерений массы нетто нефти, не выходит за пределы $\pm 0,35\%$.

11 Оформление результатов поверки средства измерений

11.1 Оформление результатов поверки СИКН

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

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

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

11.1.3.1 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 СИКН и протокол поверки СИКН.

11.1.3.2 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКН.

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 СИКН.

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

11.2 Оформление результатов поверки СИКН в части отдельного ИК объемного расхода

11.2.1 Результаты поверки СИКН 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 или 9.3 настоящей методики поверки.

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

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

11.2.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКН в части отдельного

ИК объемного расхода и на ПР, входящего в состав отдельного ИК объемного расхода, в соответствии с описанием типа СИКН.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(рекомендуемое)

ФОРМА ПРОТОКОЛА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПР, ВХОДЯЩЕГО В СОСТАВ ИК ОБЪЕМНОГО РАСХОДА

ПРОТОКОЛ № ____

Место проведения: _____

ПР: Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

УПС: Тип _____ Зав. № _____

ИВК: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____ Вязкость, мм²/с, _____

Таблица 1 – Исходные данные

$\delta_{\text{УПС}}, \%$	$\Delta t_{\text{УПС}}, ^\circ\text{C}$	$\Delta t_{\text{ПР}}, ^\circ\text{C}$	$\delta_{\text{ИВК}}, \%$	$\Delta v, \text{мм}^2/\text{с}$
1	2	3	4	5

Таблица 2 – Результаты измерений и вычислений

№ точ/ № изм	$Q_{ji}, \text{м}^3/\text{ч}$	$T_{ji}, \text{с}$	$t_{\text{УПС}ji}, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{УПС}ji}, \text{МПа}$	$N_{\text{УПС}ji}, \text{импульс}$	$K_{\text{УПС}ji}, \text{импульс}/\text{м}^3$	$\rho_{\text{ПП}ji}, \text{кг}/\text{м}^3$	$t_{\text{ПП}ji}, ^\circ\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Продолжение таблицы 2

№ точ./ № изм	$P_{\text{ПР}ji}, \text{МПа}$	$\beta_{ji}, 1/^\circ\text{C}$	$v_{ji}, \text{мм}^2/\text{с}$	$t_{\text{ПР}ji}, ^\circ\text{C}$	$P_{\text{ПР}ji}, \text{МПа}$	$f_{ji}, \text{Гц}$	$N_{ji}, \text{импульс}$	$K_{ji}, \text{импульс}/\text{м}^3$
1	10	11	12	13	14	15	16	17
1/1								
...
1/n ₁								
...
m/1								
...
m/n _m								

Таблица 3 – Результаты измерений в точках рабочего диапазона

№ точ.	$Q_j, \text{т}/\text{ч}$	$f_j, \text{Гц}$	$K_j, \text{импульс}/\text{м}^3$	$S_j, \%$	n_j	$S_{0j}, \%$	$t_{0.95j}$	$\varepsilon_j, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	
1								
...
m								

Таблица 4 – Результаты определения МХ ПР, входящего в состав ИК объемного расхода в рабочем диапазоне

Q_{\min} , м ³ /ч	Q_{\max} , м ³ /ч	v_{\min} , мм ² /с	v_{\max} , мм ² /с	S_0 , %	ε , %	Θ_A , %	Θ_t , %	Θ_Σ , %	δ , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Заключение: ПР, входящий в состав ИК объемного расхода, к дальнейшей эксплуатации _____

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

Дата проведения измерений « ___ » _____ 20 ___ г.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

ТОЧНОСТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ВЫЧИСЛЕНИЙ

Б.1 Точность представления результатов измерений и вычислений определяют по таблице Б.1.

Таблица Б.1 – Точность представления результатов измерений и вычислений

Параметр	Единица измерения	Количество цифр после запятой	Количество значащих цифр
Объем	м ³	-	6
Температура	°С	2	-
Давление	МПа	2	-
Плотность	кг/м ³	2	-
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	-

Б.2 Если количество цифр в целой части числа больше рекомендованного количества значащих цифр, то число округляют до целого.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ CTL И CPL и β

В.1 Значение коэффициента CTL, учитывающего влияние температуры на объем продукта, вычисляют по формуле

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

где α_{15} – коэффициент объемного расширения нефти при $t = 15$ °С и $P = 0$ МПа, 1/°С;
 t – значение температуры нефти, °С.

В.1.1 Коэффициент объемного расширения нефти при $t = 15$ °С и $P = 0$ МПа, α_{15} , 1/°С, вычисляют по формуле

$$\alpha_{15} = \frac{613,97226}{\rho_{15}^2}, \quad (B.2)$$

где ρ_{15} – плотность нефти при 15 °С, 1/°С. Вычисляется по В.6.

В.2 Значение коэффициента CPL учитывающего влияние давления на объем продукта для диапазона плотности продукта (при $t = 15$ °С и $P = 0$ МПа) от 611 до 1164 кг/м³ вычисляют по формуле

$$CPL = \frac{1}{1-b \cdot P \cdot 10^6}, \quad (B.3)$$

где P – значение избыточного давления нефти, МПа;
 b – коэффициент сжимаемости нефти, МПа⁻¹.

В.2.1 Коэффициент сжимаемости нефти γ_t , МПа⁻¹, вычисляют по формуле

$$b = 10^{-4} \cdot \exp \left[-1,62080 + 0,00021592 \cdot t + \frac{0,87096 \cdot 10^6}{\rho_{15}^2} + \frac{4,2092 \cdot 10^3 \cdot t}{\rho_{15}^2} \right], \quad (B.4)$$

В.3 Значение коэффициента объемного расширения рабочей жидкости β , 1/°С, вычисляют по формуле

$$\beta = \alpha_{15} + 1,6 \cdot \alpha_{15}^2 \cdot (t-15). \quad (B.5)$$

В.4 Определение плотности нефти при стандартных условиях

В.4.1 Значение плотности нефти при $t = 15$ °С и $P = 0$ МПа, ρ_{15} , кг/м³, вычисляют по формуле

$$\rho_{15} = \frac{\rho_{пп}}{CTL_{пп} \cdot CPL_{пп}}, \quad (B.6)$$

где $CTL_{пп}$ – коэффициент, учитывающий влияние температуры на объем продукта, определенный для $t_{пп}$ и ρ_{15} ;

$CPL_{пп}$ – коэффициент, учитывающий влияние давления на объем продукта, определенный для $t_{пп}$, $P_{пп}$ и ρ_{15} .

В.4.2 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.

В.4.2.1 Вычисляют значения $CTL_{пп(1)}$ и $CPL_{пп(1)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_{пп}$.

В.4.2.2. Вычисляют значения $\rho_{15(1)}$ по формуле

$$\rho_{15(1)} = \frac{\rho_{пп}}{CTL_{пп(1)} \cdot CPL_{пп(1)}}. \quad (B.7)$$

В.4.2.3 Вычисляют значения $CTL_{пп(2)}$ и $CPL_{пп(2)}$, принимая значение ρ_{15} равным значению $\rho_{15(1)}$.

В.4.2.4 Вычисляют значения $\rho_{15(i)}$ по формуле

$$\rho_{15(2)} = \frac{\rho_{пп}}{CTL_{пп(2)} \cdot CPL_{пп(2)}}. \quad (B.8)$$

В.4.2.5 Аналогично пунктам В.4.2.3 и В.4.2.4 вычисляют значения $CTL_{пп(i)}$, $CPL_{пп(i)}$ и $\rho_{15(i)}$ для i -го цикла вычислений и проверяют выполнение условия.

В.4.2.6 Проверяют выполнение условия

$$|\rho_{15(i)} - \rho_{15(i-1)}| \leq 0,001, \quad (B.9)$$

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

В.4.2.7 Процесс вычислений продолжают до выполнения данного условия. За значение ρ_{15} принимают последнее значение $\rho_{15(i)}$.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

МЕТОДИКА АНАЛИЗА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ НА НАЛИЧИЕ ПРОМАХОВ

Г.1 Проверка результатов измерений на один промах по критерию Граббса при определении метрологических характеристик.

Г.2 СКО результатов измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений расхода, S_{Kj} определяют по формуле

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

где K_j – значение коэффициента преобразования в j -ой точке рабочего диапазона измерений объемного расхода, импульс;
 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 $S_{Kj} = 0,001$.

Г.3 Наиболее выделяющееся соотношение U

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

Г.4 Если значение U больше или равно значению h , взятому из таблицы Г.1, то результат измерения должен быть исключен как промах.

Таблица Г.1 – Критические значения для критерия Граббса

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

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)
СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

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

Таблица Д.1 – Значения квантиля распределения Стьюдента ($t_{(p, n)}$) при $P = 0,95$

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