

СОГЛАСОВАНО

**Директор ОП ГНМЦ
АО «Нефтеавтоматика»**



М.В. Крайнов

« 01 » 11 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**Система измерений количества нефти (СИКн) для объекта ПОН
«Семилужки» АО «Региональный деловой центр Томской области»**

Методика поверки

НА.ГНМЦ.0828-24 МП

**г. Казань
2024 г.**

РАЗРАБОТАНА

Обособленным подразделением Головной научный
метрологический центр АО «Нефтеавтоматика» в
г. Казань

(ОП ГНМЦ АО «Нефтеавтоматика»)

ИСПОЛНИТЕЛИ:

Стеряков О.В.

1 Общие положения

1.1 Настоящий документ распространяется на систему измерений количества нефти (СИКН) для объекта ПОН «Семилужки» АО «Региональный деловой центр Томской области» (далее – СИКН) и устанавливает методику первичной поверки при вводе в эксплуатацию, а также после ремонта и периодической поверки при эксплуатации.

1.2 Метрологические характеристики (МХ) СИКН подтверждаются расчетно-экспериментальным методом в соответствии с разделом 9 настоящего документа.

1.3 При определении МХ в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единицы массового расхода жидкости, в соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному специальному эталону ГЭТ 63-2019.

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

Т а б л и ц а 1

Диапазон измерений расхода, т/ч	Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы нефти, %	
от 25 до 80	$\pm 0,25$ (брутто)	$\pm 0,35$ (нетто)

1.5 Поверку СИКН проводят в диапазоне измерений массового расхода, указанном в описании типа СИКН, или фактически обеспечиваемым при поверке диапазоне измерений, с обязательной передачей сведений об объеме проведенной поверки в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – ФИФОЕИ). Фактический диапазон измерений не может превышать диапазона измерений, указанного в описании типа СИКН.

1.6 Допускается проведение поверки СИКН в части отдельных автономных блоков (АБ): расходомеров-счетчиков массовых SITRANS F C (далее – СРМ) на рабочей измерительной линии (ИЛ) и контрольно-резервной ИЛ.

2 Перечень операций поверки средства измерений

2.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, приведенные в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	6
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	7
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	8

Продолжение таблицы 2

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение MX и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9

2.2 Поверку СИКН прекращают при получении отрицательных результатов при проведении той или иной операции.

3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки характеристики измеряемой среды и условия эксплуатации должны соответствовать описанию типа СИКН.

3.2 При определении относительной погрешности АБ соблюдают следующие условия:

- определение MX СРМ проводят на месте эксплуатации в комплекте с элементами ИЛ;
- отклонение массового расхода измеряемой среды от установленного значения в процессе определения MX СРМ не должно превышать $\pm 2,5\%$;
- температура, давление, влажность окружающей среды и физико-химические показатели измеряемой среды должны соответствовать условиям эксплуатации СИКН и СРМ;
- диапазоны рабочего давления и массового расхода определяются типоразмером СРМ, рабочим диапазоном массового расхода поверочной установки (ПУ) и технологическими требованиями;
- содержание свободного газа в измеряемой среде не допускается;
- регулирование массового расхода проводят при помощи регулятора расхода, расположенного на выходном коллекторе БИЛ.

4 Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При расчетном методе средства поверки не применяются. MX СИКН определяются по нормированным метрологическим характеристикам применяемых компонентов СИКН утвержденного типа, при соблюдении условия, что обо всех СИ, входящих в состав СИКН есть сведения о поверке в ФИФ ОЕИ с действующим сроком поверки.

4.2 Основное средство поверки, применяемое при расчетно-экспериментальном методе, приведено в таблице 3.

Т а б л и ц а 3 – Основное средство поверки

Наименование пункта на методику поверки	Наименование и тип основного средства поверки; обозначение нормативного документа и МХ средства поверки	Пример возможного средства поверки
9.2 Определение относительной погрешности АБ	рабочий эталон 1-го или 2-го разряда в соответствии с ГПС (часть 2), утвержденной приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, с пределами допускаемой относительной погрешности (доверительными границами суммарной погрешности) $\pm(0,055-0,1$ включ.) %	установка поверочная эталонная передвижная расходомерная "УэпрТЭК" (регистрационный № 87700-22)

Используемые средства поверки должны иметь действующие сведения о поверке (с положительными результатами) в ФИФ ОЕИ.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение МХ поверяемой СИКН с требуемой точностью.

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, инструкции (руководства) по эксплуатации СИКН и средств поверки и прошедшие инструктаж по охране труда.

6 Внешний осмотр средства измерений

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

- комплектность СИКН должна соответствовать технической документации;
- на компонентах СИКН не должно быть механических повреждений, препятствующих применению;
- надписи и обозначения на компонентах СИКН должны быть четкими и соответствующими технической документации.

6.2 Проверяется пломбирование СИ, входящих в состав СИКН, исключающее возможность несанкционированного вмешательства, которое может влиять на показания СИ и СИКН.

7 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

7.1 Подготовку СИКН к поверке проводят в соответствии с эксплуатационными документами.

7.2 Перед определением относительной погрешности АБ выполняют следующее:

- подготавливают преобразователь СРМ в соответствии с технической документацией, устанавливают или проверяют установленные коэффициенты, в том числе:
 - коэффициент коррекции СРМ,
 - значение массового расхода и соответствующее ему значение частоты выходного сигнала СРМ или коэффициент преобразования СРМ;

- проверяют или устанавливают в системе сбора и обработки информации (далее – СОИ) ПУ значение массового расхода и соответствующее ему значение частоты выходного сигнала СРМ или коэффициент преобразования СРМ $K_{\text{пм}}$, имп/т, соответствующий установленному значению в преобразователе СРМ или вычисленный по формуле

$$K_{\text{пм}} = \frac{f_{\text{м}} \cdot 3600}{Q_{\text{м}}}, \quad (1)$$

где $f_{\text{м}}$ – значение частоты, установленное в преобразователе СРМ, Гц;

$Q_{\text{м}}$ – значение массового расхода, установленное в преобразователе СРМ, т/ч;

- при отсутствии СОИ в составе ПУ допускается применять СОИ СИКН;
- вводят в память СОИ ПУ или проверяют введенные ранее данные, необходимые для обработки результатов определения МХ;

- проверяют отсутствие газа в ИЛ, ПУ, а также в верхних точках трубопроводов. Для этого устанавливают массовый расход в пределах рабочего диапазона измерений массового расхода СРМ и открывают краны, расположенные в высших точках ИЛ и ПУ. Считают, что газ (воздух) отсутствует полностью, если из кранов вытекает струя жидкости без газовых (воздушных) пузырьков;

- при рабочем давлении проверяют герметичность системы, состоящей из СРМ и ПУ. При этом не допускается появление капель или утечек измеряемой среды через сальники, фланцевые, резьбовые или сварные соединения при наблюдении в течение 10 мин;

- проверяют герметичность шаровых кранов, через которые возможны утечки измеряемой среды, влияющие на результаты измерений при определении МХ;

- проводят установку нуля СРМ согласно технической документации.

7.3 При опробовании проверяют работоспособность СИКН по следующей процедуре: увеличивают или уменьшают расход через СИКН и наблюдают соответствующие показания расхода СРМ в СОИ СИКН: на дисплее комплекса измерительно-вычислительного МикроТЭК (далее – ИВК МикроТЭК) и экране автоматизированного рабочего места оператора «Визард 1.1» (далее – АРМ оператора).

7.4 Результаты опробования считают положительными, если в СОИ отображается увеличение или уменьшение показаний расхода СРМ при соответствующем увеличении или уменьшении расхода через СИКН, и отсутствуют аварийные сообщения о работе СИКН.

8 Проверка программного обеспечения средства измерений

8.1 Проверка идентификационных данных ПО ИВК МикроТЭК.

Проверка идентификационных данных ПО ИВК МикроТЭК проводится по номеру версии (идентификационному номеру) ПО и цифровому идентификатору ПО.

Номер версии (идентификационный номер) ПО ИВК МикроТЭК отображается в верхнем правом углу дисплея ИВК МикроТЭК в режиме основного меню.

Для проверки цифровых идентификаторов ПО ИВК МикроТЭК выполняют следующие процедуры.

В основном меню ИВК МикроТЭК нажимают «ДОПОЛНИТЕЛЬНО» на лицевой панели ИВК МикроТЭК. В открывшемся подменю «Дополнительные параметры» нажимают «Идентификация ПО», после чего на дисплее ИВК

МикроТЭК отображается список файлов с соответствующими цифровыми идентификаторами.

8.2 Проверка идентификационных данных ПО АРМ оператора.

Проверка идентификационных данных ПО АРМ оператора проводится по номеру версии (идентификационному номеру) ПО, который отображается в верхнем правом углу монитора АРМ оператора.

8.3 Если идентификационные данные, указанные в описании типа СИКН и полученные в ходе выполнения п. 8.1 и п. 8.2 идентичны, то делают вывод о подтверждении соответствия ПО СИКН ПО, зафиксированному во время проведения испытаний в целях утверждения типа, в противном случае результаты поверки признают отрицательными. Сведения о подтверждении соответствия/не соответствия ПО СИКН приводятся в протоколе поверки (Приложение А).

9 Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка результатов поверки СИ, входящих в состав СИКН.

Проверяют соответствие фактически установленных средств измерений, СИ указанным в описании типа СИКН, наличие сведений о поверке в ФИФ ОЕИ с действующим сроком поверки у проверяемых СИ. В случае отсутствия сведений о поверке на расходомеры-счетчики массовые SITRANS F C (регистрационный № в ФИФОЕИ 52346-12) выполняют операции по п. 9.2 настоящей методики поверки.

Сведения результатов поверки указанных СИ заносят в таблицу А.1 протокола поверки (Приложение А).

Если очередной срок поверки СИ из состава СИКН наступает до очередного срока поверки СИКН, поверяются только эти СИ, при этом поверку СИКН не проводят.

9.2 Определение относительной погрешности АБ.

9.2.1 Определение относительной погрешности АБ проводят комплектным способом с применением ПУ.

9.2.2 Определение МХ.

9.2.2.1 При определении МХ определяют следующее:

- коэффициент коррекции СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода;

- значение относительной погрешности СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода.

9.2.2.2 При реализации ГХ в СОИ ПУ определяют:

- коэффициенты коррекции СРМ в точках рабочего диапазона измерений массового расхода;

- коэффициент коррекции СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода;

- коэффициенты преобразования СРМ в точках рабочего диапазона измерений массового расхода;

- коэффициент преобразования СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода;

- границу относительной погрешности СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода.

9.2.2.3 Определение МХ СРМ проводят не менее чем в трёх точках рабочего диапазона измерений массового расхода, включая минимальное и максимальное значения. В каждой точке расхода для рабочего СРМ проводят не менее пяти измерений, для контрольного СРМ проводят не менее семи измерений. Последовательность выбора точек расхода может быть произвольной.

При определении МХ в трех точках расхода рабочего диапазона определение МХ проводят: при минимальном ($Q_{\min}$), среднем $[0,5(Q_{\min} + Q_{\max})]$ и

максимальном ($Q_{\max}$) значениях расхода (т/ч).

Требуемые значения расхода устанавливают начиная от $Q_{\min}$ в сторону увеличения или от $Q_{\max}$ в сторону уменьшения.

9.2.2.4 Для определения МХ СРМ устанавливают выбранное значение массового расхода по показаниям ПУ в пределах рабочего диапазона измерений СРМ.

После стабилизации расхода проводят необходимое количество измерений.

СОИ ПУ одновременно начинает отсчет импульсов выходных сигналов ПУ и СРМ. При достижении заданного количества импульсов выходного сигнала СРМ или истечении заданного времени измерения или при прохождении заданного значения массы измеряемой среды через СРМ СОИ ПУ одновременно заканчивает отсчет импульсов выходных сигналов ПУ и СРМ.

Если количество импульсов выходного сигнала ПУ или СРМ за время измерения меньше 10 000, то СОИ ПУ должен определять количество импульсов с долями импульсов.

При использовании термометров и манометров с визуальным отсчетом температуру и давление фиксируют в начале и конце измерения.

Результаты измерений заносят в протокол поверки СИКН (Приложение А). Форма протокола определения МХ АБ, при применении ПУ с одним эталонным СРМ (ЭСРМ), приведена в приложении Б1. Форма протокола определения МХ АБ, при применении ПУ с несколькими ЭСРМ, приведена в приложении Б2. Допускается в таблицах протокола удалять ненужные и добавлять необходимые столбцы и строки.

При заполнении протокола полученные результаты измерений и вычислений округляют в соответствии с таблицей 4.

Т а б л и ц а 4 - Точность представления результатов измерений и вычислений

Параметр	Единица измерения	Количество цифр после запятой	Количество значащих цифр
Массовый расход	т/ч	0	-
Масса	т	-	6
Температура	°С	2	-
Давление	МПа	2	-
Количество импульсов	имп	-	5
Интервал времени	с	2	-
Погрешность, СКО	%	3	-
Коэффициент преобразования	имп/т	-	5
Коэффициент коррекции		5	-

При количестве цифр в целой части числа больше рекомендованного количества значащих цифр число округляют до целого.

9.2.3 Обработка результатов измерений.

9.2.3.1 Массу измеряемой среды, измеренную с помощью ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода $M_{эji}$, т, вычисляют по формуле

$$M_{эji} = \frac{N_{эji}}{K_{\text{ПМЭ}}} \text{ для ПУ с одним ЭСРМ,} \quad (2.1)$$

$$M_{эji} = \sum_{k=1}^q M_{эik} \text{ для ПУ с несколькими ЭСРМ,} \quad (2.2)$$

$$M_{эik} = \frac{N_{эik}}{K_{\text{ПМЭк}}}, \quad (2.3)$$

где $N_{\text{Эji}}$ – количество импульсов от ЭСРМ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода, имп;
 $K_{\text{ПМЭ}}$ – коэффициент преобразования ЭСРМ, имп/т;
 $M_{\text{Эjk}}$ – масса рабочей жидкости, измеренная k -м ЭСРМ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода, т;
 $N_{\text{Эjk}}$ – количество импульсов от k -го ЭСРМ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода, имп;
 $K_{\text{ПМЭК}}$ – коэффициент преобразования k -го ЭСРМ, имп/т;
 q – количество ЭСРМ, используемых в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода.

Вычисление массы рабочей жидкости допускается проводить согласно алгоритму, реализованному в СОИ ПУ, прошедшем испытания в целях утверждения типа.

9.2.3.2 При использовании нескольких ЭСРМ массовый расход рабочей жидкости через k -й ЭСРМ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода Q_{ijk} , т/ч, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{ijk}} = \frac{M_{\text{Эjk}}}{T_{\text{ji}}} \cdot 3600, \quad (3)$$

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

9.2.3.3 Массовый расход рабочей жидкости через СРМ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода Q_{ji} , т/ч, вычисляют по формуле

$$Q_{\text{ji}} = \frac{M_{\text{Эji}}}{T_{\text{ji}}} \cdot 3600. \quad (4)$$

9.2.3.4 Массовый расход рабочей жидкости через СРМ в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода Q_j , т/ч, вычисляют по формуле

$$Q_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} Q_{\text{ji}}}{n_j}, \quad (5)$$

где Q_{ji} – массовый расход рабочей жидкости через СРМ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода, т/ч;

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

9.2.3.5 Нижний и верхний предел рабочего диапазона измерений массового расхода Q_{min} , Q_{max} , т/ч, вычисляют по формулам

$$Q_{\text{min}} = \min(Q_j) \quad (6)$$

$$Q_{\text{max}} = \max(Q_j) \quad (7)$$

где Q_j – массовый расход рабочей жидкости через СРМ в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода, т/ч.

9.2.3.6 Массу рабочей жидкости, измеренную с помощью СРМ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода M_{ji} , т, вычисляют по формуле

$$M_{\text{ji}} = \frac{N_{\text{ji}}}{K_{\text{ПМ}}}, \quad (8)$$

где N_{ji} – количество импульсов от СРМ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода, имп;

$K_{\text{ПМ}}$ – коэффициент преобразования СРМ, имп/т.

Вычисление массы рабочей жидкости допускается проводить согласно алгоритму, реализованному в СОИ ПУ, прошедшем испытания в целях утверждения типа.

В случае реализации градуировочного коэффициента в СОИ ПУ и определения коэффициента(ов) преобразования M_{ji} по формуле (8) не вычисляют.

9.2.3.7 Коэффициент коррекции СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода MF , вычисляют по формуле

$$MF = \frac{\sum_{j=1}^m MF_j}{m}, \quad (9)$$

$$MF_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MF_{ji}}{n_j}, \quad (10)$$

$$MF_{ji} = \frac{M_{эji}}{M_{ji}} \cdot MF_{\text{уст}}, \text{ при реализации ГХ в СРМ} \quad (11.1)$$

$$MF_{ji} = \frac{M_{эji}}{M_{ji}}, \text{ при реализации ГХ в СОИ ПУ} \quad (11.2)$$

где MF_j – среднее значение коэффициента коррекции СРМ в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

MF_{ji} – значение коэффициента коррекции СРМ для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

$M_{эji}$ – масса рабочей жидкости, измеренная с помощью ПУ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода, т;

M_{ji} – масса рабочей жидкости, измеренная с помощью СРМ за время i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода, т;

$MF_{\text{уст}}$ – коэффициент коррекции, установленный в СРМ на момент проведения определения МХ СРМ.

9.2.3.8 Оценка СКО результатов измерений в точках определения МХ.

СКО результатов измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода S_j , % при определении MF вычисляют по формуле

$$S_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (MF_{ji} - MF_j)^2}{n_j - 1}} \cdot \frac{1}{MF_j} \cdot 100, \quad (12)$$

где MF_j – среднее значение коэффициента коррекции СРМ в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

MF_{ji} – значение коэффициента коррекции СРМ для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода.

Единицу измерения градуировочного коэффициента выбирают в соответствии с п. 7.2.

Проверяют выполнение следующего условия

$$S_j \leq 0,05\%. \quad (13)$$

При выполнении данного условия продолжают обработку результатов измерений.

При невыполнении данного 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

данного условия и повторно проводят измерения.

9.2.3.9 Границу неисключенной систематической погрешности СРМ в рабочем диапазоне измерений расхода Θ_{Σ} , %, вычисляют по формулам

$$\Theta_{\Sigma} = 11 \cdot \sqrt{\Theta_M^2 + \Theta_{IBK}^2 + \Theta_A^2 + \Theta_Z^2 + \Theta_{Mt}^2 + \Theta_{MP}^2}, \quad (14)$$

$$\Theta_M = \delta_{PЭ}, \quad (15)$$

$$\Theta_{IBK} = \delta_{IBK}, \quad (16)$$

$$\Theta_A = \max \left(\left| \frac{K_{Mj} - K_M}{K_M} \right| \cdot 100 \right) \text{ при определении } K_M, \quad (17)$$

$$\Theta_A = \max \left(\left| \frac{MF_j - MF}{MF} \right| \cdot 100 \right) \text{ при определении } MF, \quad (18)$$

$$\Theta_Z = \frac{ZS}{Q_{\min}} \cdot 100, \quad (19)$$

$$\Theta_{Mt} = \frac{\delta_{td} \cdot Q_t \cdot \Delta t}{Q_{\min}}, \quad (20)$$

$$\Theta_t = \Theta_{\text{НОМ}} \text{ при зависимости } \delta_{td} \text{ от } \Theta_{\text{НОМ}}, \quad (21)$$

$$\Theta_t = \Theta_{M\max} \text{ при зависимости } \delta_{td} \text{ от } \Theta_{M\max}, \quad (22)$$

$$\Delta t = \max[(t_{\max} - t_{\text{п}}), (t_{\text{п}} - t_{\min})], \quad (23)$$

$$\Theta_{MP} = 10 \cdot \delta_{PД} \cdot \Delta P, \quad (24)$$

$$\Delta P = \max[(P_{\max} - P_{\text{п}}), (P_{\text{п}} - P_{\min})], \quad (25)$$

где Θ_M – граница суммарной неисключенной систематической погрешности определения массы рабочей жидкости с помощью ПУ, %;

Θ_{IBK} – граница не исключенной систематической погрешности, обусловленной погрешностью СОИ ПУ при определении коэффициента преобразования СРМ по ПУ, %;

Θ_A – граница не исключенной систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией градуировочной характеристики СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода СРМ, %;

Θ_Z – граница не исключенной систематической погрешности, обусловленной нестабильностью нуля СРМ (при отсутствии или компенсации дополнительной погрешности, обусловленной нестабильностью нуля СРМ, принимают равной нулю), %;

Θ_{Mt} – граница не исключенной систематической погрешности, обусловленной влиянием отклонения температуры рабочей жидкости в условиях эксплуатации СРМ от температуры рабочей жидкости при определении МХ (при отсутствии или компенсации дополнительной погрешности, обусловленной влиянием отклонения температуры рабочей жидкости в условиях эксплуатации СРМ от температуры рабочей жидкости при определении МХ, принимают равной нулю), %;

Θ_{MP} – граница не исключенной систематической погрешности, обусловленной влиянием отклонения давления рабочей жидкости в условиях эксплуатации СРМ от давления рабочей жидкости при определении МХ (при отсутствии или компенсации дополнительной погрешности, обусловленной влиянием отклонения давления рабочей жидкости в условиях эксплуатации СРМ от давления рабочей жидкости при определении МХ, принимают равной нулю), %;

- $\delta_{РЭ}$ – предел допускаемой относительной погрешности ПУ (берут из свидетельства о поверке или протокола поверки ПУ, при использовании ПУ с несколькими ЭСРМ берут наибольшее значение), %;
- $\delta_{ИВК}$ – предел допускаемой относительной погрешности СОИ ПУ при преобразовании параметров входных электрических сигналов в значение коэффициента преобразования (градуировочного коэффициента, коэффициента коррекции) СРМ по ПУ (берут из свидетельства о поверке или протокола поверки СОИ ПУ), %;
- ZS – стабильность нуля СРМ (берут из технической документации на СРМ), т/ч;
- Q_{min} – нижний предел рабочего диапазона измерений массового расхода СРМ, т/ч;
- Θ_t – значение массового расхода, при котором определяется дополнительная погрешность, обусловленная отклонением температуры рабочей жидкости при эксплуатации СРМ от температуры рабочей жидкости при определении МХ, т/ч;
- $\Theta_{ном}$ – номинальное значение массового расхода СРМ (берут из технической документации на СРМ), т/ч;
- Θ_{Mmax} – максимальное значение массового расхода СРМ, т/ч;
- δ_{td} – значение дополнительной погрешности, обусловленной отклонением температуры рабочей жидкости при эксплуатации СРМ от температуры рабочей жидкости при определении МХ (берут из описания типа или технической документации на СРМ), %/°C;
- Δt – максимальное отклонение температуры рабочей жидкости при эксплуатации СРМ от температуры рабочей жидкости при определении МХ, °C;
- $t_{п}$ – среднее значение температуры рабочей жидкости при определении МХ, °C;
- t_{min}, t_{max} – нижний и верхний предел рабочего диапазона температур рабочей жидкости при эксплуатации СРМ, °C;
- $\delta_{Рд}$ – значение дополнительной погрешности, обусловленной отклонением давления рабочей жидкости при эксплуатации СРМ от давления рабочей жидкости при определении МХ (берут из описания типа или технической документации на СРМ), %/0,1 МПа;
- ΔP – максимальное отклонение давления рабочей жидкости при эксплуатации СРМ от давления рабочей жидкости при определении МХ, МПа;
- P_{min}, P_{max} – нижний и верхний предел рабочего диапазона давлений рабочей жидкости при эксплуатации СРМ, МПа;
- $P_{п}$ – среднее значение давления рабочей жидкости при определении МХ, МПа.

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

$$S_{0j} = \frac{S_j}{\sqrt{n_j}}, \quad (26)$$

где S_j – СКО результатов измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода, %.

9.2.3.11 Границу случайной погрешности СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода при доверительной вероятности $P=0,95$ ε , %, вычисляют по формулам

$$\varepsilon = \max(\varepsilon_j) \quad (27)$$

$$\varepsilon_j = t_{0,95j} \cdot S_{0j}, \quad (28)$$

где ε_j – граница случайной погрешности в j -ой точке рабочего диапазона, %;

$t_{0,95j}$ – квантиль распределения Стьюдента для количества измерений n_j в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода.

9.2.3.12 СКО среднего значения результатов измерений в рабочем диапазоне измерений массового расхода S_0 принимают равным значению СКО среднего значения результатов измерения в точке рабочего диапазона измерений массового расхода с максимальным значением границы случайной погрешности ε_j .

9.2.3.13 Границу относительной погрешности СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода δ , %, определяют по формулам

$$\delta = \varepsilon \text{ если } \frac{\Theta_\Sigma}{S_0} < 0,8, \quad (29)$$

$$\delta = t_\Sigma \cdot S_\Sigma \text{ если } 0,8 \leq \frac{\Theta_\Sigma}{S_0} \leq 8, \quad (30)$$

$$\delta = \Theta_\Sigma \text{ если } \frac{\Theta_\Sigma}{S_0} > 8, \quad (31)$$

$$t_\Sigma = \frac{\varepsilon + \Theta_\Sigma}{S_0 + S_\Theta}, \quad (32)$$

$$S_\Sigma = \sqrt{S_\Theta^2 + S_0^2}, \quad (33)$$

$$S_\Theta = \sqrt{\frac{\Theta_M^2 + \Theta_{\text{ИВК}}^2 + \Theta_A^2 + \Theta_Z^2 + \Theta_{\text{Мт}}^2 + \Theta_{\text{МР}}^2}{3}}, \quad (34)$$

где ε – граница случайной погрешности СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода, %;

Θ_Σ – граница не исключенной систематической погрешности СРМ в рабочем диапазоне измерений массового расхода, %;

t_Σ – коэффициент, зависящий от соотношения случайной и не исключенной систематической погрешностей;

S_Σ – суммарное СКО результата измерений, %;

S_Θ – СКО суммы не исключенных систематических погрешностей, %;

S_0 – СКО среднего значения результатов измерений в рабочем диапазоне измерений массового расхода, %.

9.2.3.14 Оценивание границы относительной погрешности.

СРМ допускается к применению в качестве рабочего или резервного, если относительная погрешность при измерении массы нефти не более $\pm 0,25$ %. СРМ допускается к применению в качестве контрольного, если относительная погрешность при измерении массы нефти не более $\pm 0,20$ %.

Если данные условия не выполняются, то рекомендуется:

- увеличить количество измерений в точках рабочего диапазона измерений массового расхода;

- уменьшить рабочий диапазон измерений массового расхода;

- установить коррекцию СРМ по давлению (при отсутствии коррекции);

- повторно проверить герметичность запорной и запорно-регулирующей арматуры.

При повторном невыполнении данных условий определение относительной погрешности АБ прекращают.

9.2.4 Относительную погрешность АБ принимают равной максимальному из значений относительной погрешности измерений массы всех ИЛ.

9.3 Определение относительной погрешности измерений массы брутто нефти.

Относительную погрешность измерений массы брутто нефти δM , %, при прямом методе динамических измерений в соответствии с ГОСТ 8.587 принимают равной максимальному значению относительной погрешности СРМ, которые берут из сведений о поверке СРМ или сведений о погрешности АБ.

Значения относительной погрешности измерений массы брутто нефти не должны превышать $\pm 0,25$ %.

П р и м е ч а н и е - пределы допускаемой относительной погрешности определения массы нетто нефти нормируются в соответствии с документом: Инструкция «ГСИ. Масса нефти. Методика измерений системой измерений количества нефти (СИКн) на ПОН «Семилужки», ФР.1.29.2021.40965.

9.4 При получении положительных результатов по п.п. 9.1-9.3 СИКН считают соответствующей метрологическим требованиям, установленным при утверждении типа, а результат поверки положительным.

10 Оформление результатов поверки

10.1 При положительных результатах поверки СИКН оформляется свидетельство о поверке. Результаты поверки СИКН оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении А, прилагаемом к свидетельству о поверке как обязательное приложение.

10.2 Сведения о результатах поверки СИКН оформляют согласно требованиям действующим законодательством.

10.3 При проведении поверки СИКН в фактически обеспечиваемом диапазоне измерений, менее указанного в описании типа, информация об объеме проведенной поверки передается в ФИФ ОЕИ.

10.4 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКН.

10.5 При отрицательных результатах поверки СИКН к эксплуатации не допускают и выписывают извещение о непригодности к применению.

Приложение А
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ № _____

поверки системы измерений количества нефти (СИКн) для объекта ПОН
«Семилужки» АО «Региональный деловой центр Томской области»
номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства
измерений _____

Диапазон измерений: _____

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений:

- массы брутто нефти, %, не более _____

- массы нетто нефти, %, не более _____

Заводской номер: _____

Принадлежит: _____ ИНН: _____

Место проведения поверки: _____

Методика поверки: _____

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр СИ (раздел 6 МП) _____
(соответствует/не соответствует)

2. Подготовка к поверке и опробование СИ (раздел 7 МП) _____
(соответствует/не соответствует)

3. Проверка ПО СИ (раздел 8 МП) _____
(соответствует/не соответствует)

4. Проверка результатов поверки СИ, входящих в состав СИКН (п. 9.1 МП)

Таблица А.1 - Сведения о поверке СИ, входящих в состав СИКН

Средство измерений	Регистрационный №	Заводской №	Сведения о поверке

5. Определение относительной погрешности АБ (п. 9.2 МП)

6. Определение относительной погрешности измерений массы брутто нефти
(п. 9.3 МП)

Заключение: система измерений количества нефти (СИКн) для объекта ПОН
«Семилужки» АО «Региональный деловой центр Томской области» признана
_____ к дальнейшей эксплуатации.
пригодной/не пригодной

Должность лица проводившего поверку: _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

Дата поверки: « _____ » _____ 20__ г.

Приложение Б1
(рекомендуемое)

Форма протокола определения МХ АБ, при применении ПУ с одним ЭСРМ

ПРОТОКОЛ № _____
определения МХ АБ, при применении ПУ с одним ЭСРМ

Место проведения определения МХ АБ: _____

СРМ: Датчик: _____ Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

Преобразователь: Тип _____ Зав. № _____

ЭСРМ : Датчик: _____ Тип _____ Зав. № _____

Преобразователь: Тип _____ Зав. № _____

СОИ ПУ: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____

Т а б л и ц а Б1.1 – Исходные данные

$\delta_{\Sigma}, \%$	$\delta_{\text{ИВК}}, \%$	$K_{\text{ПМ}},$ имп/т	$MF_{\text{уст}}$ ($K_{\text{Муст}}$)	$Q_{\text{Мmax}},$ т/ч	$ZS, \text{т/ч}$	$Q_{\text{ном}},$ т/ч	$\delta_{\text{td}},$ %/°C
1	2	3	4	5	6	7	8

Окончание таблицы Б1.1

$t_{\text{min}}, ^\circ\text{C}$	$t_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$	$\delta_{\text{Рд}}, \%/0,1\text{МПа}$	$P_{\text{min}}, \text{МПа}$	$P_{\text{max}}, \text{МПа}$
9	10	11	12	13

Т а б л и ц а Б1.2 – Результаты измерений и вычислений

№ точ / № изм	$Q_{ji}, \text{т/ч}$	$T_{ji}, \text{с}$	$N_{\Sigma ji}, \text{имп}$	$N_{ji}, \text{имп}$	$M_{\Sigma ji}, \text{т}$	$M_{ji}, \text{т}$	MF_{ji} ($K_{\text{Мji}}$)
1	2	3	4	5	6	7	8
1/1							
...	...	...	...		...	...	
m/n_m							

Т а б л и ц а Б1.3 – Результаты определения МХ АБ в точках рабочего диапазона

№ точ.	$Q_j, \text{т/ч}$	MF_j ($K_{\text{Мj}}$)	n_j	$S_j, \%$	$S_{0j}, \%$	$t_{0.95j}$	$\varepsilon_j, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
...	...	...	...	...	...	...	...
m							

Т а б л и ц а Б1.4 – Результаты определения МХ АБ в рабочем диапазоне

$Q_{\text{min}},$ т/ч	$Q_{\text{max}},$ т/ч	MF ($K_{\text{М}}$)	$S_0, \%$	$\varepsilon, \%$	$\Theta_A, \%$	$\Theta_Z, \%$	$t_{\text{п}}, ^\circ\text{C}$	$\Theta_{\text{Мт}}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Б1.4

P_{Π} , МПа	Θ_{MP} , %	Θ_{Σ} , %	δ , %
10	11	12	13

Заключение: АБ к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Должность лица, проводившего определение МХ АБ _____
подпись И.О. Фамилия

Дата проведения определения МХ АБ «___» _____ 20___ г.

Примечания к таблицам протокола определения МХ АБ:

1 При определении коэффициента коррекции в столбец 5 таблицы Б1.1, в столбец 8 таблицы Б1.2, в столбец 3 таблицы Б1.3 и в столбец 3 таблицы Б1.4 заносят значения коэффициента коррекции, при определении градуировочного коэффициента - значения градуировочного коэффициента, в шапки таблиц заносят соответствующие названия столбцов. Единица измерения градуировочного коэффициента указывается в соответствии с п. 5.3.

2 Столбец 7 таблицы Б1.1 заполняется при наличии дополнительной погрешности, обусловленной нестабильностью нуля СРМ.

3 Столбцы 8 – 11 таблицы Б1.1 заполняют при наличии дополнительной погрешности, обусловленной влиянием отклонения температуры рабочей жидкости в условиях эксплуатации СРМ от температуры рабочей жидкости при определении МХ АБ; если δ_{td} не зависит от номинального расхода $Q_{ном}$, то столбец 8 не заполняют.

4 Столбцы 12 – 14 таблицы Б1.1 заполняются при наличии дополнительной погрешности, обусловленной влиянием отклонения давления рабочей жидкости в условиях эксплуатации СРМ от давления рабочей жидкости при определении МХ АБ.

Приложение Б2
(рекомендуемое)

Форма протокола определения МХ АБ, при применении ПУ с несколькими ЭСРМ

ПРОТОКОЛ № _____
определения МХ АБ, при применении ПУ с несколькими ЭСРМ

Место проведения определения МХ АБ: _____

СРМ: Датчик: _____ Тип _____ Зав. № _____ Линия № _____

Преобразователь: Тип _____ Зав. № _____

ЭСРМ1: Датчик: _____ Тип _____ Зав. № _____

Преобразователь: Тип _____ Зав. № _____

...

ЭСРМq: Датчик: _____ Тип _____ Зав. № _____

Преобразователь: Тип _____ Зав. № _____

СОИ ПУ: Тип _____ Зав. № _____

Рабочая жидкость _____

Т а б л и ц а Б2.1 – Исходные данные

$\delta_{\Sigma}, \%$	$\delta_{\text{ИВК}}, \%$	$K_{\text{ПМ}}, \text{имп/т}$	$MF_{\text{уст}} (K_{\text{Муст}})$	$Q_{\text{Мmax}}, \text{т/ч}$	$ZS, \text{т/ч}$	$Q_{\text{ном}}, \text{т/ч}$	$\delta_{\text{td}}, \text{%/}^{\circ}\text{C}$
1	2	3	4	5	6	7	8

Окончание таблицы Б2.1

$t_{\text{min}}, ^{\circ}\text{C}$	$t_{\text{max}}, ^{\circ}\text{C}$	$\delta_{\text{Рд}}, \text{%/}0,1\text{МПа}$	$P_{\text{min}}, \text{МПа}$	$P_{\text{max}}, \text{МПа}$
9	10	11	12	13

Т а б л и ц а Б2.2 – Результаты измерений и вычислений, ЭСРМ

№ точ / № изм	№ ЭСРМ	$Q_{\text{жк}}, \text{т/ч}$	$N_{\text{Эжк}}, \text{имп}$	$K_{\text{ПМЭк}}, \text{имп/т}$	$M_{\text{Эжк}}, \text{т}$
1	2	3	4	5	6
1/1	1				
	...	...	...	...	...
	q				
...	...	...	...	...	...
m/n _m	1				
	...	...	...	...	...
	q				

Т а б л и ц а Б2.3 – Результаты измерений и вычислений, СРМ

№ точ / № изм	$Q_{\text{ji}}, \text{т/ч}$	$T_{\text{ji}}, \text{с}$	$N_{\text{ji}}, \text{имп}$	$M_{\text{Эji}}, \text{т}$	$M_{\text{ji}}, \text{т}$	$MF_{\text{ji}} (K_{\text{Мji}})$
1	2	3	4	5	6	7
1/1						
...	...	...		...	...	
m/n _m						

Т а б л и ц а Б2.4 – Результаты определения МХ АБ в точках рабочего диапазона

№ точ.	Q_j , т/ч	$MF_j (K_{Mj})$	n_j	S_j , %	S_{0j} , %	$t_{0.95j}$	ε_j , %
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
...	...	...	...	...	...	...	...
m							

Т а б л и ц а Б2.5 – Результаты определения МХ АБ в рабочем диапазоне

Q_{min} , т/ч	Q_{max} , т/ч	MF (K_M)	S_0 , %	ε , %	Θ_A , %	Θ_Z , %	$t_{п}$, °C	Θ_{Mt} , %
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Окончание таблицы Б2.5

$P_{п}$, МПа	Θ_{MP} , %	Θ_{Σ} , %	δ , %
10	11	12	13

Закключение: АБ к дальнейшей эксплуатации _____
(годен, не годен)

Должность лица, проводившего определение МХ АБ _____
подпись И.О. Фамилия

Дата проведения определения МХ АБ «___» _____ 20___ г.

Примечания к таблицам протокола определения МХ АБ:

1 При определении коэффициента коррекции в столбец 4 таблицы Б2.1, в столбец 7 таблицы Б2.3, в столбец 3 таблицы Б2.4 и в столбец 3 таблицы Б2.5 заносят значения коэффициента коррекции, при определении градуировочного коэффициента - значения градуировочного коэффициента, в шапки таблиц заносят соответствующие названия столбцов. Единица измерения градуировочного коэффициента указывается в соответствии с п. 5.3.

2 Столбец 6 таблицы Б2.1 заполняется при наличии дополнительной погрешности, обусловленной нестабильностью нуля СРМ.

3 Столбцы 7 – 10 таблицы Б2.1 заполняют при наличии дополнительной погрешности, обусловленной влиянием отклонения температуры рабочей жидкости в условиях эксплуатации СРМ от температуры рабочей жидкости при определении МХ АБ; если δ_{td} не зависит от номинального расхода $Q_{ном}$, то столбец 7 не заполняют.

4 Столбцы 11 – 13 таблицы Б2.1 заполняются при наличии дополнительной погрешности, обусловленной влиянием отклонения давления рабочей жидкости в условиях эксплуатации СРМ от давления рабочей жидкости при определении МХ АБ.

Приложение В (рекомендуемое)

Методика анализа результатов измерений на наличие промахов

Проверка результатов измерений на один промах по критерию Граббса при определении МХ АБ.

СКО результатов измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода S_{Kj} , %, при определении K_M определяют по формуле

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

где K_{Mj} – среднее значение градуировочного коэффициента СРМ в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

K_{Mji} – значение градуировочного коэффициента СРМ для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

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

СКО результатов измерений в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода S_{KFj} , %, при определении MF определяют по формуле

$$S_{KFj} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n_j} (MF_{ji} - MF_j)^2}{n_j - 1}}, \quad (B.2)$$

где MF_j – среднее значение коэффициента коррекции СРМ в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода;

MF_{ji} – значение коэффициента коррекции СРМ для i -го измерения в j -ой точке рабочего диапазона измерений массового расхода.

П р и м е ч а н и я

1 Единицу измерения градуировочного коэффициента выбирают в соответствии с п. 5.3.

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

Наиболее выделяющееся соотношение U при определении K_M

$$U = \max \left(\left| \frac{K_{Mji} - K_{Mj}}{S_{Kj}} \right| \right). \quad (B.3)$$

Наиболее выделяющееся соотношение U при определении MF

$$U = \max \left(\left| \frac{MF_{ji} - MF_j}{S_{KFj}} \right| \right). \quad (B.4)$$

Единицу измерения градуировочного коэффициента выбирают в соответствии с п. 5.3.

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

Т а б л и ц а 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

Приложение Г
(справочное)

Квантиль распределения Стьюдента

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

Т а б л и ц а Г.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