

УТВЕРЖДАЮ

Директор ОП ГНМЦ  
АО «Нефтеавтоматика»



*М.С. Немиров*  
М.С. Немиров  
18 » 04 2019 г.

## ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений  
Система измерений количества и показателей качества нефти  
СИКН-23-РК-А004 на НПС «Астраханская»  
Методика поверки  
НА.ГНМЦ.0342-19 МП

**РАЗРАБОТАНА**

Обособленным подразделением Головной научный  
метрологический центр АО «Нефтеавтоматика» в  
г. Казань  
(ОП ГНМЦ АО «Нефтеавтоматика»)

**ИСПОЛНИТЕЛИ:**

Гордеев Е.Ю.

Настоящая инструкция распространяется на систему измерений количества и показателей качества нефти СИКН-23-РК-А004 на НПС «Астраханская» (далее – СИКН) и устанавливает методику ее первичной и периодической поверки.

Первичная поверка СИКН выполняется, согласно части 1 ст.13 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ и приказа Минпромторга России от 2 июля 2015 г. №1815, до ввода её в эксплуатацию, а также после её ремонта.

Периодическая поверка системы выполняется в процессе её эксплуатации.

В соответствии с заявлением владельца СИКН или другого лица, представившего СИКН на поверку, допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава СИКН с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Интервал между поверками СИКН: один год.

## 1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции, приведенные в Таблице 1.

Таблица 1. Операции поверки СИКН

Наименование операции	Номер пункта документа по поверке	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Проверка комплектности технической документации	7.1	да	нет
Внешний осмотр	7.2	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.3	да	да
Опробование	7.4	да	да
Определение метрологических характеристик	7.5	да	да

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

## 2 Средства поверки

2.1 Рабочий эталон 1-го или 2-го разряда в соответствии с частью 2 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 г. № 256 в диапазоне расходов, соответствующему диапазону расходов расходомеров ультразвуковых, используемых в составе блока измерительных линий СИКН.

2.2 Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.024-2002 в диапазоне плотности, соответствующему диапазону плотности преобразователей плотности, используемых в составе блок измерений показателей качества нефти СИКН.

2.3 Рабочий эталон 1-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.802-2012 в диапазоне давления, соответствующему диапазону давления преобразователей давления, используемых в составе СИКН.

2.4 Рабочий эталон 2-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне температуры, соответствующему диапазону температуры преобразователей температуры, используемых в составе СИКН.

2.5 Средства поверки в соответствии с документами на поверку средств измерений (далее – СИ), входящих в состав СИКН.

2.6 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

### **3 Требования к квалификации поверителей**

3.1 Поверку системы проводят лица, аттестованные в качестве поверителя, в соответствии с областью аккредитации в установленном порядке.

### **4 Требования безопасности**

При проведении поверки соблюдают требования, определяемые: в области охраны труда и промышленной безопасности:

- «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности», утверждены приказом Ростехнадзора от 12.03.2013 № 101;

- Трудовой кодекс Российской Федерации;

в области пожарной безопасности:

- СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»;

- «Правила противопожарного режима в Российской Федерации», утверждены постановлением Правительства РФ №390 от 25.04.2012;

- СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»;

- СП 5.13130.2009 «Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования»;

в области соблюдения правильной и безопасной эксплуатации электроустановок:

- ПУЭ «Правила устройства электроустановок»;

в области охраны окружающей среды:

- Федерального закона от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и других законодательных актов по охране окружающей среды, действующих на территории РФ.

### **5 Условия поверки**

5.1 При проведении поверки СИКН характеристики СИКН и измеряемой среды должны соответствовать требованиям, приведенным в таблице 2. Соответствие характеристик измеряемой среды Таблице 2 проверяют по данным паспорта качества нефти.

Таблица 2. Характеристики СИКН и измеряемой среды

Наименование характеристики	Значение характеристики
Количество измерительных линий, шт.	6 (4 рабочие, 1 резервная, 1 контрольно-резервная)
Измеряемая среда	нефть по ГОСТ Р 51858-2002

Наименование характеристики	Значение характеристики
Параметры измеряемой среды: - давление, МПа - температура, °С - плотность в рабочих условиях, кг/м <sup>3</sup> - кинематическая вязкость, сСт - массовая доля воды, %, не более - массовая доля механических примесей, %, не более - массовая концентрация хлористых солей, мг/дм <sup>3</sup> , не более - содержание свободного газа	от 0,4 до 6,3 от 5 до 46 от 780 до 890 от 1 до 40 1,0 0,05 100 не допускается

## 6 Подготовка к поверке

6.1 Подготовку к поверке проводят в соответствии с инструкцией по эксплуатации СИКН и НД на поверку СИ, входящих в состав СИКН.

6.2 При подготовке к поверке проверяют наличие действующих свидетельств о поверке и (или) знаков поверки на СИ, входящих в состав СИКН.

## 7 Проведение поверки

### 7.1 Проверка комплектности технической документации

Проверяют наличие эксплуатационно-технической документации на СИКН и СИ, входящих в состав СИКН.

### 7.2 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие СИКН следующим требованиям:

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

### 7.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО)

#### 7.3.1 Проверка идентификационных данных ПО АРМ оператора

##### 7.3.1.1 Чтобы определить идентификационные данные необходимо:

- нажать кнопку «Мнемосхема» в главном меню программы;
- нажать кнопку «CRC-32» в меню «Мнемосхема»;
- в открывшемся окне «Проверка контрольной суммы» в наименовании окна считать идентификационное наименование ПО, в столбце «Версия» считать номер версии ПО, в столбце «Фактически» считать цифровой идентификатор ПО.

7.3.1.2 Если идентификационные данные, указанные в описании типа СИКН и полученные в ходе выполнения п. 7.3.1.1 идентичны, то делают вывод о подтверждении соответствия ПО АРМ оператора зафиксированному во время проведения испытаний в целях утверждения типа СИКН, в противном случае результаты поверки признают отрицательными.

#### 7.3.2 Проверка идентификационных данных ПО ИВК.

7.3.2.1 Чтобы определить идентификационные данные необходимо в правом нижнем углу корпуса 7951 нажать кнопку основного меню. Далее кнопкой

«↓» из основного меню выбрать пункт «Software version» и нажать кнопку «а». Считать с экрана номер версии ПО.

7.3.2.2 Если идентификационные данные, указанные в описании типа СИКН и полученные в ходе выполнения п. 7.3.2.1 идентичны, то делают вывод о подтверждении соответствия ПО ИВК зафиксированному во время проведения испытаний в целях утверждения типа СИКН, в противном случае результаты поверки признают отрицательными.

#### **7.4 Опробование**

7.4.1 Проверяют действие и взаимодействие компонентов СИКН в соответствии с руководством по эксплуатации системы, возможность получения отчета.

7.4.2 Проверяют герметичность СИКН. На элементах и компонентах СИКН не должно быть следов протечек нефти.

#### **7.5 Определение метрологических характеристик (МХ)**

7.5.1 Определение МХ СИ, входящих в состав СИКН, проводят в соответствии с нормативными документами, приведенными п.7.5.3 с учетом требований, предъявляемых к СИКН.

7.5.2 В случае если СИ может быть поверено по одной из нескольких методик поверки (см. п.7.5.3), методика поверки, по которой поверяется СИ в составе СИКН указывается в письменном заявлении владельца СИКН, оформленного в произвольной форме.

7.5.3 Определение МХ СИ, входящих в состав СИКН

7.5.3.1 Определение МХ расходомеров ультразвуковых LEFM 280CiRN (далее – УЗР) проводят в соответствии с методикой поверки, приведенной в Приложении Б настоящей методики поверки.

Значение относительной погрешности УЗР в диапазоне расходов не должно превышать  $\pm 0,15$  %.

7.5.3.2 Определение МХ расходомера ультразвукового LEFM 280CiRN-M (далее – КР УЗР) проводят в соответствии с методикой поверки, приведенной в Приложении Б настоящей методики поверки.

Значение относительной погрешности КР УЗР в диапазоне расходов не должно превышать  $\pm 0,15$  %, в точках рабочего диапазона расходов не должно превышать  $\pm 0,1$  %.

7.5.3.3 Определение МХ преобразователей плотности измерительных модели 7835 и преобразователей плотности жидкости измерительных модели 7835 проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение абсолютной погрешности не должно превышать  $\pm 0,36$  кг/м<sup>3</sup>.

7.5.3.4 Определение МХ преобразователей измерительных (интеллектуальных) 3144 к датчикам температуры и преобразователей измерительных 3144 к датчикам температуры в комплекте с термопреобразователями сопротивления платиновыми серии 65, а также датчиков температуры 3144Р проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение абсолютной погрешности не должно превышать  $\pm 0,2$  °С.

7.5.3.5 Определение МХ измерительных преобразователи давления 3051 фирмы Fisher-Rosemount, преобразователей давления измерительных 3051, преобразователей давления измерительных 3051S проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение приведенной погрешности измерений избыточного давления не должно превышать  $\pm 0,5$  %.

Значение приведенной погрешности измерений разности давления не должно превышать  $\pm 2,5$  %.

7.5.3.6 Определение МХ влагомеров товарной нефти поточных УДВН-1пм, влагомеров нефти поточных УДВН-1пм проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение основной абсолютной погрешности не должно превышать  $\pm 0,05$  %.

7.5.3.7 Определение МХ преобразователей плотности и вязкости измерительных модели 7827 и преобразователей плотности и вязкости жидкости измерительных модели 7827 проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение приведенной погрешности преобразования динамической вязкости от полной шкалы диапазона не должно превышать  $\pm 1,0$  %.

7.5.3.8 Определение МХ расходомера UFM 3030 проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение относительной погрешности не должно превышать  $\pm 5,0$  %.

7.5.3.9 Определение МХ весов настольных РВх проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение предела допускаемой абсолютной погрешности не должно превышать  $\pm 0,1$  %.

7.5.3.10 Определение МХ установки поверочной трубопоршневой двунаправленной проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение относительной погрешности не должно превышать  $\pm 0,1$  %.

7.5.3.11 Определение МХ устройств измерения параметров жидкости и газа модели 7951 и вычислителей расхода жидкости и газа модели 7951 проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение предела основной приведенной погрешности при преобразовании входного аналогового сигнала постоянного тока (от 4 до 20 мА) к полной шкале  $\pm 0,008$  %.

Значение предела допускаемой основной абсолютной погрешности при преобразовании периода времени между импульсами входного частотного сигнала  $\pm 0,03$  мкс.

Значение предела допускаемой основной абсолютной погрешности при измерении времени  $\pm 30$  нс.

7.5.3.12 Определение МХ комплекса измерительно-вычислительного и управляющего на базе платформы Logix проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение предела допускаемой основной погрешности преобразования аналоговых сигналов постоянного тока не должно превышать  $\pm 0,1$  %.

7.5.3.13 Определение МХ преобразователей измерительных тока и напряжения с гальванической развязкой (барьеры искрозащиты) серии К проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение предела допускаемой основной погрешности не должно превышать  $\pm 20$  мкА.

7.5.3.14 Определение МХ преобразователей измерительных (барьеры искрозащиты) серии  $\mu Z600$  проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение допускаемого предельного отклонения R барьера максимального  $\pm 10$  %.

7.5.3.15 Определение МХ манометров деформационных с трубчатой пружиной серии 3, манометров деформационных с трубчатой пружиной типа 2, манометров для точных измерений типа МТИ, манометров показывающих

сигнализирующих ДМ 2005Сг1Ех, проводят в соответствии с НД, приведенными в таблице 3.

Значение допускаемой основной приведенной погрешности не должно превышать  $\pm 0,6\%$ ,  $\pm 1,6\%$ ,  $\pm 0,6\%$ ,  $\pm 1,5\%$  соответственно.

Таблица 3. Перечень НД на поверку СИ, входящих в состав СИКН

Наименование СИ	НД
<p>Преобразователи плотности измерительные модели 7835, преобразователи плотности жидкости измерительные модели 7835</p>	<p>РД 50-294-81 Методические указания. Плотномеры вибрационные. Методы и средства поверки</p> <p>МИ 2302-1МГ-2003 ГСИ. Преобразователи плотности поточные. Методика градуировки на месте эксплуатации</p> <p>МИ 2326-95 ГСИ. Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации</p> <p>МИ 2816-2012 Рекомендация. ГСИ. Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации</p> <p>МИ 3240-2009 Рекомендация. ГСИ. Преобразователи плотности поточные фирмы «THE SOLARTRON ELECTRONIC GROUP LTD» (Великобритания). Методика поверки</p>
<p>Преобразователи измерительные (интеллектуальные) 3144 к датчикам температуры и преобразователи измерительные 3144 к датчикам температуры в комплекте с термопреобразователями сопротивления платиновыми серии 65, датчики температуры 3144Р</p>	<p>МИ 2470-2000 Рекомендация. ГСИ. Преобразователи измерительные 144, 244, 444, 644, 3144, 3244 MV к датчикам температуры с унифицированным выходным сигналом фирмы Fisher-Rosemount, США. Методика периодической поверки</p> <p>МИ 2672-2005 Рекомендация. ГСИ. Датчики температуры с унифицированным выходным сигналом. Методика поверки с помощью калибраторов температуры серии АТС-R исполнения «В» фирмы АМЕТЕК Denmark A/S, Дания</p> <p>Инструкция. Датчики температуры 644, 3144Р. фирм Rosemount, Inc., США, Emerson Process Management Temperature GmbH, Германия, Emerson Process Management Asia Pacific Pte Ltd, Сингапур, утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в августе 2008 г.</p> <p>ГОСТ 8.461-82 ГСИ. Термопреобразователи сопротивления. Методы и средства поверки</p> <p>ГОСТ 8.461-2009 ГСИ. Термопреобразователи сопротивления из платины, меди и никеля. Методика поверки</p>



Наименование СИ	НД
Измерительные преобразователи давления 3051 фирмы Fisher-Rosemount, преобразователи давления измерительные 3051, преобразователи давления измерительные 3051S	<p>МИ 1997-89 Рекомендация. ГСИ. Преобразователи давления измерительные. Методика поверки</p> <p>МП 24116-13 Преобразователи давления измерительные 3051S. Методика поверки, утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 17.12.02 г.</p> <p>МП 4212-021-2015 Преобразователи давления измерительные 3051. Методика поверки, утвержденная ГЦИ СИ ФБУ «Челябинский ЦСМ» в феврале 2015 г.</p>
Влагомеры товарной нефти поточные УДВН-1п, влагомеры нефти поточные УДВН-1пм	<p>МИ 2366-2005 Рекомендация. ГСИ. Влагомеры товарной нефти типа УДВН. Методика поверки</p> <p>МП 0309-6-2015 Инструкция. ГСИ. Влагомеры нефти поточные УДВН-1пм. Методика поверки, утвержденная ФГУП «ВНИИР» 04.09.2015 г.</p>
Преобразователи плотности и вязкости измерительные модели 7827, преобразователи плотности и вязкости жидкости измерительные модели 7827	<p>МИ 2391-97 Рекомендация. ГСИ. Вискозиметр поточный фирмы «Solartron Transducers» (Англия). Методика поверки (канал вязкости)</p> <p>РД 50-294-81 Методические указания. Плотномеры вибрационные. Методы и средства поверки (канал плотности)</p> <p>МИ 3302-2010 Рекомендация. ГСИ. Преобразователи плотности и вязкости жидкости измерительные модели 7827 и 7829. Методика поверки</p>
Расходомер UFM 3030	<p>Инструкция. ГСИ. Расходомеры UFM 3030. Методика поверки UFM 3030И1, утвержденная ГЦИ СИ ВНИИР в августе 2006 г.</p> <p>Инструкция. ГСИ. Расходомеры UFM 3030. Методика поверки UFM 3030И2, утвержденная ГЦИ СИ ВНИИР в августе 2006 г.</p> <p>Инструкция. ГСИ. Расходомеры UFM 3030. Методика поверки UFM 3030 И1, утвержденная ГЦИ СИ ВНИИР в августе 2008 г.</p> <p>Инструкция. ГСИ. Расходомеры UFM 3030. Методика поверки UFM 3030 И2, утвержденная ГЦИ СИ ВНИИР в августе 2008 г.</p>

Наименование СИ	НД
Весы настольные РВх	Руководство по эксплуатации «Многодиапазонные весовые платформы серии Р модификации РВх, РUх, РFA, РTS». Раздел «Методика поверки», утвержденная ГСИ СИ ФГУ «Ростет-Москва» в августе 2006 г.
Установка поверочная трубопоршневая двунаправленная	<p>МИ 1972-95 Рекомендация. ГСИ. Установки поверочные трубопоршневые. Методика поверки поверочными установками на базе весов ОГВ или мерников</p> <p>МИ 2974-2006 Рекомендация. ГСИ. Установки поверочные трубопоршневые 2-го Разряда. Методика поверки трубопоршневой поверочной установкой 1-го разряда с компаратором</p> <p>МИ 3209-2009 Инструкция. ГСИ. Установки поверочные трубопоршневые. Методика поверки с помощью поверочной установки на базе эталонных мерников</p>
Устройства измерения параметров жидкости и газа модели 7951, вычислители расхода жидкости и газа модели 7951	<p>МИ 3054-2007 ГСИ. Вычислители расхода моделей 7950, 7951, 7955 фирмы «MOBREY MEASUREMENT», Великобритания. Методика поверки</p> <p>Инструкция. ГСИ. Устройства измерения параметров жидкости и газа модели 7951 фирмы «Solartron Mobrey Limited», Великобритания, входящие в состав систем измерений количества и показателей качества нефти нефтепроводной системы «Каспийский Трубопроводный Консорциум». Методика поверки», утвержденная ГНМЦ ФГУП «ВНИИР»</p>
Комплекс измерительно-вычислительный и управляющий на базе платформы Logix	МИ 2539-99 ГСИ. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки
Преобразователи измерительные тока и напряжения с гальванической развязкой (барьеры искрозащиты) серии К	<p>Преобразователи измерительные с гальванической развязкой серии К фирмы Pepperl+Fuchs GmbH, Германия. Методика поверки, утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 21.11.2001 г.</p> <p>МП 22148-08 Преобразователи с гальванической развязкой серии К фирмы Pepperl+Fuchs GmbH, Германия.</p>

Наименование СИ	НД
	Методика поверки, утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 24.12.2008 г.
Преобразователи измерительные (барьеры искрозащиты) серии $\mu Z600$	Преобразователи измерительные (барьеры искрозащиты) серии $\mu Z600$ . Методика поверки, утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» 15.04.2011 г.
Манометры деформационные с трубчатой пружиной серии 3, манометры деформационные с трубчатой пружиной типа 2, манометры для точных измерений типа МТИ, манометры показывающие сигнализирующие ДМ 2005Cr1Ex	МИ 2124-90 ГСИ. Манометры, вакуумметры, напорометры, тягомеры и тягонапорометры показывающие и самопишущие. Методика поверки

7.5.4 Комплекс измерительно-вычислительный и управляющий на базе платформы Logix, расходомер UFM 3030, преобразователи разности давления подлежат калибровке в соответствии с требованиями их методик поверок при отсутствии методики калибровки.

7.5.5 Определение относительной погрешности измерений массы брутто нефти

Относительную погрешность измерений массы брутто нефти  $\delta m$ , %, вычисляют по формуле

$$\delta m = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta V^2 + G^2 \cdot (\delta \rho^2 + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_p^2) + \beta^2 \cdot 10^4 \cdot \Delta T_V^2 + \delta N^2}, \quad (1)$$

- где  $\delta V$  - относительная погрешность измерений объема нефти, %;  
 $\delta \rho$  - относительная погрешность измерений плотности нефти, %;  
 $\Delta T_p, \Delta T_V$  - абсолютные погрешности измерений температуры нефти при измерениях ее плотности и объема соответственно, °C  
 $\beta$  - коэффициент объемного расширения нефти, 1/°C, приведен в Таблице 4;  
 $\delta N$  - относительная погрешность ИВК, %;  
 $G$  - коэффициент, вычисляемый по формуле

$$G = \frac{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_V}{1 + 2 \cdot \beta \cdot T_p}. \quad (2)$$

- где  $T_V, T_p$  - температура нефти при измерении ее объема и плотности соответственно, °C.

Относительную погрешность измерений плотности нефти вычисляют по формуле

$$\delta \rho = \frac{\Delta \rho}{\rho} \cdot 100, \quad (3)$$

- где  $\Delta \rho$  - абсолютная погрешность измерений плотности нефти, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho$  - плотность нефти, кг/м<sup>3</sup>.

Таблица 4. Коэффициенты объемного расширения нефти в зависимости от ее плотности

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\beta$ , 1/°C	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\beta$ , 1/°C
780,0-789,9	0,00100	840,0-849,9	0,00084

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\beta$ , 1/°C	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\beta$ , 1/°C
790,0-799,9	0,00097	850,0-859,9	0,00081
800,0-809,9	0,00094	860,0-869,9	0,00079
810,0-819,9	0,00092	870,0-879,9	0,00076
820,0-829,9	0,00089	880,0-889,9	0,00074
830,0-839,9	0,00086	890,0-899,9	0,00072

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

#### 7.5.6 Определение относительной погрешности измерений массы нетто нефти

Относительную погрешность измерений массы нетто нефти вычисляют по формуле

$$\delta M_H = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\left(\frac{\delta m}{1,1}\right)^2 + \frac{\Delta W_{MB}^2 + \Delta W_{МП}^2 + \Delta W_{XC}^2}{\left(1 - \frac{W_{MB} + W_{МП} + W_{XC}}{100}\right)^2}} \quad (4)$$

где  $\delta m$  - пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы брутто нефти, %, принимают равным  $\pm 0,25\%$ ;

$\Delta W_{MB}$  - абсолютная погрешность измерений массовой доли воды в нефти, %;

$\Delta W_{МП}$  - абсолютная погрешность измерений массовой доли механических примесей в нефти, %;

$\Delta W_{XC}$  - абсолютная погрешность измерений массовой доли хлористых солей, %;

$W_{MB}$  - массовая доля воды в нефти, %;

$W_{МП}$  - массовая доля механических примесей в нефти, %;

$W_{XC}$  - массовая доля хлористых солей в нефти, %, вычисляемая по формуле

$$W_{XC} = 0,1 \cdot \frac{\varphi_{XC}}{\rho}, \quad (5)$$

где  $\varphi_{XC}$  - массовая концентрация хлористых солей в нефти, определенная в лаборатории по ГОСТ 21534-76, мг/дм<sup>3</sup>;

$\rho$  - плотность нефти, приведенная к температуре при условиях измерения массовая концентрация хлористых солей, кг/м<sup>3</sup>.

Абсолютные погрешности измерений в лаборатории массовой доли воды, механических примесей, хлористых солей определяют в соответствии с ГОСТ 33701-2015.

Для доверительной вероятности  $P = 0,95$  и двух измерениях соответствующего показателя качества нефти абсолютную погрешность измерений ( $\Delta$ , % массы) вычисляют по формуле

$$\Delta = \pm \frac{\sqrt{R^2 - \frac{r^2}{2}}}{\sqrt{2}}, \quad (6)$$

где  $R$  и  $r$  - воспроизводимость и сходимость (повторяемость) метода определения соответствующего показателя качества нефти, значения которых приведены в ГОСТ 2477-65, ГОСТ 6370-83, ГОСТ 21534-76.

Воспроизводимость метода определения концентрации хлористых солей по ГОСТ 21534-76 принимают равной удвоенному значению сходимости (повторяемости)  $r$ , % массы. Значение сходимости (повторяемости)  $r_{xc}$ , выраженное по ГОСТ 21534-76 в мг/дм<sup>3</sup>, переводят в % массы по формуле

$$r = \frac{0,1 \cdot r_{xc}}{\rho}, \quad (7)$$

где  $r_{xc}$  - сходимость (повторяемость) метода по ГОСТ 21534-76, мг/дм<sup>3</sup>.

Значения относительной погрешности измерений массы нетто нефти не должны превышать  $\pm 0,35\%$ .

## **8 Оформление результатов поверки**

8.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке СИКН в соответствии с требованиями документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденного приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г., с изменениями, утвержденными приказом Минпромторга России № 5329 от 28.12.2018 г.

8.2 По результатам проверки идентификационных признаков ПО СИКН оформляется протокол подтверждения соответствия по форме Приложения А, прилагаемый к свидетельству о поверке как обязательное приложение.

8.3 Знак поверки наносится на свидетельство о поверке СИКН.

8.4 При отрицательных результатах поверки СИКН к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют и выдают извещение о непригодности к применению в соответствии с документом «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г., с изменениями, утвержденными приказом Минпромторга России № 5329 от 28.12.2018 г.

**Приложение А**  
**(рекомендуемое)**

**Форма протокола подтверждения соответствия ПО СИКН**

Место проведения поверки: \_\_\_\_\_

Наименование СИ: \_\_\_\_\_

Заводской номер СИ: № \_\_\_\_\_

Таблица 1 Идентификационные данные ПО АРМ оператора

Идентификационные данные	Значение, полученное во время поверки СИКН	Значение, указанное в описании типа СИКН
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер ПО)		
Цифровой идентификатор ПО		
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО		

Таблица 2 Идентификационные данные ПО ИВК

Идентификационные данные	Значение, полученное во время поверки СИКН	Значение, указанное в описании типа СИКН
Идентификационное наименование ПО		
Номер версии (идентификационный номер ПО)		
Цифровой идентификатор ПО		
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора ПО		

Заключение: ПО СИКН соответствует/не соответствует ПО, зафиксированному во время испытаний в целях утверждения типа СИКН.

Должность лица проводившего поверку: \_\_\_\_\_

(подпись)

(инициалы, фамилия)

Дата поверки: \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ »

20\_\_ г.

## **Приложение Б** **(обязательное)**

### **Расходомеры ультразвуковые LEFM 280CiRN в составе системы измерений количества и показателей качества нефти**

#### **СИКН-23-РК-А004 на НПС «Астраханская». Методика поверки**

Настоящая методика поверки распространяется на расходомеры ультразвуковые LEFM 280CiRN (далее – УЗР) и расходомер ультразвуковой LEFM 280CiRN-M заводской № 110830006 (далее – КР УЗР), применяемые в составе системы измерений количества и показателей качества нефти СИКН-23-РК-А004 на НПС «Астраханская» (далее – СИКН), и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Первичная поверка УЗР и КР УЗР выполняется до ввода УЗР и КР УЗР в эксплуатацию, а также после ремонта УЗР и КР УЗР, согласно части 1 ст. 13 Федерального закона «Об обеспечении единства измерений» от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ и приказа Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815, с изменениями, утвержденными приказом Минпромторга России № 5329 от 28.12.2018 г.

Периодическая поверка УЗР и КР УЗР выполняется в процессе их эксплуатации.

Методика поверки разработана в соответствии с требованиями РМГ 51-2002 «ГСИ. Документы на методики поверки средств измерений. Основные положения».

Интервал между поверками – 12 месяцев.

#### **Б.1 Операции поверки**

Б.1.1 При проведении поверки выполняют операции поверки:

- внешний осмотр (Б.6.1);
- опробование (Б.6.2);
- определение метрологических характеристик (Б.6.3).

Б.1.2 Поверку УЗР (КР УЗР) прекращают при получении отрицательных результатов при проведении той или иной операции.

#### **Б.2 Средства поверки**

Б.2.1 При проведении поверки применяют Рабочий эталон 1-го или 2-го разряда (стационарный или передвижной) в соответствии с частью 2 Государственной поверочной схемы для средств измерений массы и объема жидкости в потоке, утвержденной приказом Росстандарта от 07.02.2018 г. № 256 в диапазоне расходов от 400 до 3000 м<sup>3</sup>/ч и пределами допускаемой относительной погрешности измерений объема не более ±0,1 % (далее – ТПУ).

Б.2.2 При проведении поверки применяют средства измерений, входящие в состав СИКН:

– преобразователи плотности измерительные модели 7835 (далее по тексту – ПП), (регистрационный № 15644-96) или преобразователи плотности жидкости измерительные модели 7835 (далее по тексту – ПП) (регистрационные №№ 15644-01, 15644-06, 52638-13);

– преобразователи измерительные (интеллектуальные) 3144 к датчикам температуры, (регистрационный № 14683-95) в комплекте с одним из

термопреобразователей сопротивления платиновых серии 65 (регистрационные №№ 22257-01, № 22257-05, № 22257-11);

– преобразователи измерительные 3144 к датчикам температуры, (регистрационные №№ 14683-00) в комплекте с одним из термопреобразователей сопротивления платиновых серии 65 (регистрационные №№ 22257-01, № 22257-05, № 22257-11);

– преобразователи измерительные 3144P (регистрационные №№ 14683-04, 14683-09) в комплекте с одним из термопреобразователей сопротивления платиновых серии 65 (регистрационные №№ 22257-01, № 22257-05, № 22257-11);

– датчики температуры 3144P (регистрационный № 39539-08);

– измерительные преобразователи давления 3051 фирмы Fisher-Rosemount (регистрационный № 14061-94);

– преобразователи давления измерительные 3051 (регистрационные №№ 14061-99, 14061-04, 14061-10, 14061-15);

– преобразователи давления измерительные 3051S (регистрационные №№ 24116-08, 24116-13);

– устройства измерения параметров жидкости и газа модели 7951 (далее по тексту – ИВК) (регистрационные №№ 15645-96, 15645-01);

– вычислители расхода жидкости и газа модели 7951 (далее по тексту – ИВК) (регистрационный № 15645-06).

Б.2.3 Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке и (или) знаки поверки и (или) запись в паспорте или формуляре заверенную поверителем и знаком поверки.

### **Б.3 Требования безопасности и квалификации поверителей**

Б.3.1 При проведении поверки УЗР (КР УЗР) соблюдают требования, приведенные в разделе Б.3 настоящей методики.

Б.3.2 К средствам измерений и оборудованию, требующим обслуживания при поверке, обеспечивают свободный доступ. При необходимости предусматривают лестницы и площадки или переходы с ограничениями, соответствующие требованиям безопасности.

Б.3.3 Управление оборудованием и средствами поверки выполняют лица, прошедшие обучение и проверку знаний и допущенные к обслуживанию СИКН.

Б.3.4 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителя, изучивших эксплуатационную документацию на УЗР (КР УЗР) и средства их поверки и прошедших инструктаж по технике безопасности.

Б.3.5 При появлении течи нефти, загазованности и других ситуаций, нарушающих нормальный ход поверочных работ, поверку прекращают.

### **Б.4 Условия поверки**

Б.4.1 Поверку УЗР (КР УЗР) проводят на месте эксплуатации в комплекте с элементами измерительной линии.

Б.4.2 Рабочая жидкость – нефть.

Б.4.3 Содержание свободного газа в нефти не допускается.

Б.4.4 Для обеспечения бескавитационной работы УЗР (КР УЗР) избыточное давление в трубопроводе после УЗР (КР УЗР) должно быть не менее 0,21 МПа.

Б.4.5 Изменение температуры нефти за время одного измерения не превышает 0,2 °С.

Б.4.6 Отклонение расхода нефти от установленного значения в процессе поверки за время одного измерения не должно превышать  $\pm 2,5 \%$ .



Б.4.7 Запрещается проводить поверку УЗР (КР УЗР) при расходе нефти ниже значения расхода, при котором проводилась проверка ТПУ на отсутствие протечек при её последней поверке. Значение минимального расхода берут из протокола поверки ТПУ.

Б.4.8 Во время поверки расход нефти регулируют с помощью регулятора расхода, установленного в конце схемы соединений средств поверки по потоку нефти.

## Б.5 Подготовка к поверке

Б.5.1 Подготавливают средства измерений к работе согласно указаниям в эксплуатационной документации на них.

Б.5.2 До начала поверки УЗР (КР УЗР) проводят контроль метрологических характеристик ПП. Результат контроля метрологических характеристик ПП должен быть положительным.

Б.5.3 Вводят в память ИВК, систему обработки информации (СОИ) необходимые данные:

- наименование СИКН-23-РК-А004 на НПС «Астраханская»;
- наименование УЗР в соответствии с описанием типа, его заводской номер, номер измерительной линии, коэффициент преобразования. При первичной поверке устанавливают заводской коэффициент преобразования, или, в случае ввода УЗР после ремонта – коэффициент преобразования УЗР по результатам последней поверки. При периодической поверке – коэффициент преобразования УЗР по результатам последней поверки;
- наименование КР УЗР в соответствии с описанием типа, заводской номер 110830006, номер измерительной линии, коэффициент преобразования. При первичной поверке устанавливают заводской коэффициент преобразования, или, в случае ввода КР УЗР после ремонта – коэффициент преобразования КР УЗР по результатам последней поверки. При периодической поверке – коэффициент преобразования КР УЗР по результатам последней поверки;
- тип ТПУ, её заводской номер, номер свидетельства о поверке, дата поверки;
- наименование поверочной жидкости – товарная нефть;
- значения вместимости ТПУ для каждой пары детекторов  $V_0$ , м<sup>3</sup>, (из свидетельства о поверке ТПУ);
- границу суммарной составляющей неисключенной систематической погрешности ТПУ  $\theta_{\Sigma 0}$ , %, (из свидетельства о поверке ТПУ);
- границу суммарной составляющей неисключенной систематической погрешности определения среднего значения вместимости ТПУ  $\theta_{V_0}$ , %, (из свидетельства о поверке ТПУ);
- внутренний диаметр ТПУ  $D$ , мм;
- толщина стенки измерительного участка ТПУ  $S$ , мм;
- модуль упругости материала измерительного участка ТПУ  $E$ , МПа;
- коэффициент линейного теплового расширения материала измерительного участка ТПУ  $\alpha_t$ , 1/°С;
- абсолютная погрешность измерений температуры нефти в УЗР (КР УЗР)  $\Delta t_{УЗР}$ , °С;
- пределы допускаемой относительной погрешности определений коэффициентов преобразования СОИ  $\theta_{СОИ}$ , ± 0,025 %, (из свидетельства о поверки);
- абсолютная погрешность измерений температуры нефти в ТПУ  $\Delta t_{ТПУ}$ .

Б.5.4 Поверяемый УЗР (КР УЗР) последовательно подключают с ТПУ и подготавливают гидравлическую схему к гидравлическим испытаниям и проверке на герметичность.

Проверяют правильность монтажа и соединений УЗР (КР УЗР), ТПУ и средств измерений в соответствии с гидравлической схемой СИКН.

Б.5.5 Проверяют герметичность устройства пуска и приема поршня ТПУ в соответствии с эксплуатационной документацией. Проверку герметичности четырехходового крана проводят в двух направлениях.

Б.5.6 Проверяют герметичность задвижек, через которые возможны протечки нефти, влияющие на результаты измерений при поверке. При невозможности устранения протечек такие задвижки заглушают (проверяют наличие заглушек).

Б.5.7 Проверяют отсутствие газа в ТПУ и оборудовании измерительной линии поверяемого УЗР (КР УЗР), а также в верхних точках трубопроводов, соединяющих УЗР (КР УЗР) и ТПУ. Для этого устанавливают расход нефти через УЗР (КР УЗР) и ТПУ в пределах рабочего диапазона УЗР (КР УЗР) и открывают краны, расположенные в верхних точках трубопроводов и ТПУ. Проводят несколько раз пуск поршня в ТПУ до полного прекращения выделения пузырьков газа из этих кранов и закрывают их.

Б.5.8 Проверяют стабильность температуры нефти. Температуру нефти считают стабильной, если ее изменение в измерительной линии поверяемого УЗР (КР УЗР), на входе и выходе ТПУ за время движения поршня от первого детектора до последнего не превышает 0,2 °С.

## **Б.6 Проведение поверки**

### **Б.6.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре УЗР (КР УЗР) проверяют его комплектность и внешний вид.

Комплектность УЗР (КР УЗР) должна соответствовать требованиям, приведенным в его описании типа.

При проверке внешнего вида должны выполняться требования:

– УЗР (КР УЗР) не должен иметь механических повреждений и дефектов покрытий, ухудшающих внешний вид и препятствующих его применению и проведению поверки;

– надписи и обозначения на УЗР (КР УЗР) должны быть четкими и читаемыми без применения технических средств, соответствовать технической документации.

УЗР (КР УЗР), не удовлетворяющий перечисленным требованиям, дальнейшей поверке не подлежит.

### **Б.6.2 Опробование**

Б.6.2.1 Проверяют герметичность УЗР (КР УЗР), ТПУ, задвижек и трубопроводов. Для этого устанавливают в СИКН давление, равное рабочему. Не допускается появления капель или утечек нефти через фланцевые, резьбовые или сварные соединения при наблюдении в течение 5 минут.

УЗР (КР УЗР) считается выдержавшим проверку на герметичность, если на элементах и компонентах УЗР (КР УЗР) нет протечек нефти или снижения давления.

Б.6.2.2 Проводят одно измерение при любом значении скорости потока (расхода) в пределах рабочего диапазона. Запускают поршень ТПУ в прямом направлении и при прохождении поршня через первый детектор в СОИ

фиксируют начало отсчета импульсов, а при прохождении второго детектора – окончание отсчета импульсов, после переключения направления потока переключателем потока (четырёхходовым краном) процесс повторяется в обратной последовательности.

Результаты измерений количества импульсов наблюдают на дисплее СОО.

### Б.6.3 Определение метрологических характеристик

Б.6.3.1 Метрологические характеристики УЗР (КР УЗР) определяют при крайних значениях рабочего диапазона и значениях, выбранных внутри него. Значения точек рабочего диапазона выбирают с интервалом не более 25 % от верхнего предела измерений поверяемого УЗР (КР УЗР) ( $Q_{\text{МАКС}}$ , м<sup>3</sup>/ч). Количество точек рабочего диапазона выбирают исходя из возможностей ИВК. Разбиение рабочего диапазона на поддиапазоны проводят в зависимости от крутизны градуировочной характеристики УЗР (КР УЗР), величины рабочего диапазона.

Требуемые значения расхода устанавливают, начиная от минимального расхода в сторону увеличения или от максимального расхода в сторону уменьшения.

Б.6.3.2 Для определения МХ рабочих и резервных УЗР, а также КР УЗР выполняют следующие операции

Б.6.3.2.1 Проводят предварительное измерение для установления выбранного значения поверочного расхода жидкости.

Прохождение поршня ТПУ от одного детектора до другого считают за одно измерение.

Б.6.3.2.2 Запускают поршень ТПУ и после прохождения поршнем второго детектора регистрируют время прохождения поршнем от одного детектора до другого  $T_{0j}$ , с, и расход жидкости, измеренный с помощью ТПУ за это время  $Q_{0j}^{\text{ТПУ}}$ , м<sup>3</sup>/ч, вычисляемый по формуле

$$Q_{0j}^{\text{ТПУ}} = \frac{V_{0j} \cdot 3600}{T_{0j}} \quad (\text{Б.1})$$

где  $V_{0j}$  - вместимость измерительного участка ТПУ, при предварительном измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона, приведенная к условиям поверки УЗР (КР УЗР), м<sup>3</sup>, и вычисляемая по формуле (Б.3) после подстановки вместо величин с индексом « $ij$ » величин с индексом « $0j$ »

$T_{0j}$  - время прохождения поршня от одного детектора до другого при предварительном измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона ( $j = 1, 2, \dots, m$ , где  $m$  - количество точек в рабочем диапазоне), с;

Б.6.3.2.3 При необходимости проводят корректировку значения поверочного расхода регулятором расхода, контролируя его значение согласно Б.6.3.1.

Б.6.3.2.4 После стабилизации расхода запускают поршень ТПУ и проводят серию измерений.

Для каждой точки рабочего диапазона при поверке УЗР (КР УЗР) проводят не менее пяти измерений.

Б.6.3.2.5 По окончании каждого измерения регистрируют и записывают в протокол поверки (приложение Д):

- номер точки рабочего диапазона ( $j$ );
- номер измерения ( $i$ );
- количество импульсов, полученных от поверяемого расходомера ( $N_{ij}$ , имп);
- время движения поршня ( $T_{ij}$ , с);

- расход жидкости, измеренный с помощью ТПУ ( $Q_{ij}^{ТПУ}$ , м<sup>3</sup>/ч);
- частоту выходного сигнала расходомера ( $f_{ij}$ , Гц);
- температуру ( $t_{ij}$ , °С) и давление ( $P_{ij}$ , МПа) жидкости в расходомере;
- среднеарифметические значения температуры ( $t_{ij}^{ТПУ}$ , °С) и давления ( $P_{ij}^{ТПУ}$ , МПа) жидкости на входе и выходе ТПУ;
- температуру ( $t_{ij}^{ПП}$ , °С) и давление ( $P_{ij}^{ПП}$ , МПа) жидкости в поточном ПП;
- плотность жидкости, измеренную поточным ПП ( $\rho_{ij}^{ПП}$ , кг/м<sup>3</sup>) при температуре и давлении в поточном ПП;
- коэффициенты объемного расширения ( $\beta_{ij}$ , °С<sup>-1</sup>) и сжимаемости ( $\gamma_{ij}$ , МПа<sup>-1</sup>) жидкости, определенные согласно Р 50.2.076 по плотности  $\rho_{ij}^{ПП}$ , температуре  $t_{ij}^{ПП}$  и давлению  $P_{ij}^{ПП}$ ;
- вязкость жидкости ( $\nu_{ij}$ , сСт), измеренную поточным вискозиметром при температуре  $t_{ij}^{ПП}$ .

Б.6.3.2.6 Если количество импульсов выходного сигнала расходомера, соответствующее прохождению поршня в одном направлении, меньше 10000, то при поверке учитывают доли периода следования импульсов с точностью до 0,01 периода.

Б.6.3.2.7 Операции по Б.6.3.2.1 – Б.6.3.2.6 проводят во всех точках рабочего диапазона.

## Б.7 Обработка результатов измерений

При обработке результатов измерений определяют коэффициенты преобразования, оценивают среднеквадратическое отклонение (СКО) случайной составляющей погрешности результатов вычислений коэффициентов преобразования, параметры градуировочной характеристики, неисключенную систематическую и случайную составляющие погрешности и оценивают относительную погрешность.

### Б.7.1 Вычисление коэффициентов преобразования в точках рабочего диапазона

Б.7.1.1 Коэффициент преобразования ( $K_{ij}$ , имп/м<sup>3</sup>) при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона вычисляют по формуле

$$K_{ij} = \frac{N_{ij}}{V_{ij}} \quad (\text{Б.2})$$

где  $N_{ij}$  - количество импульсов, полученных от поверяемого УЗР (КР УЗР) при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона, имп;  
 $V_{ij}$  - значение вместимости калиброванного участка ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона, приведенное к условиям поверки расходомера и вычисляемое по формуле

$$V_{ij} = V_0 \cdot k_{ij}^{tP} \quad (\text{Б.3})$$

где  $V_0$  - значение вместимости калиброванного участка ТПУ, определенное для стандартных условий (температура 20 °С и избыточное давление 0 МПа), м<sup>3</sup>;

$k_{ij}^{tP}$  - поправочный коэффициент для приведения вместимости ТПУ к условиям поверки расходомера при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона, вычисляемый по формуле

$$k_{ij}^{tP} = k_{ij}^t \cdot k_{ij}^P \cdot k_{ij}^{DЖ} \cdot k_{ij}^{PЖ} \quad (\text{Б.4})$$

где  $k_{ij}^t$  - коэффициент, учитывающий влияние температуры стенок ТПУ

- на вместимость ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона, вычисляемый по формуле (Б.5);
- $k_{ij}^P$  - коэффициент, учитывающий влияние давления жидкости на вместимость ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона, вычисляемый по формуле (Б.6);
- $k_{ij}^{tж}$  - коэффициент, учитывающий разность температур жидкости в расходомере и ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона, вычисляемый по формуле (Б.7);
- $k_{ij}^{Pж}$  - коэффициент, учитывающий разность давлений жидкости в расходомере и в ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона и вычисляемый по формуле (Б.8).

Б.7.1.1.1 Для трубопоршневой поверочной установки ( $k_{ij}^t$ ) вычисляют по формуле

$$k_{ij}^t = 1 + 3\alpha_t \cdot (t_{ij}^{ТПУ} - 20) \quad (Б.5)$$

- где  $\alpha_t$  - коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$  (определяют по таблице Е.3 приложения Е настоящей рекомендации);
- $t_{ij}^{ТПУ}$  - среднеарифметическое значение температуры жидкости на входе и выходе ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона,  $^{\circ}\text{C}$ .

Б.7.1.2 Коэффициент ( $k_{ij}^P$ ) вычисляют по формуле

$$k_{ij}^P = 1 + \frac{0,95 \cdot D}{E \cdot S} \cdot P_{ij}^{ТПУ} \quad (Б.6)$$

- где  $P_{ij}^{ТПУ}$  - среднеарифметическое значение давления жидкости на входе и выходе ТПУ при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона, МПа;
- $D, S$  - внутренний диаметр и толщина стенок калиброванного участка ТПУ, соответственно, мм (берут из эксплуатационной документации ТПУ);
- $E$  - модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа (определяют по таблицам Е.3, Е.4 приложения Е настоящей инструкции).

Б.7.1.3 Коэффициент ( $k_{ij}^{tж}$ ) вычисляют по формуле

$$k_{ij}^{tж} = 1 + \beta_{ij} \cdot (t_{ij} - t_{ij}^{ТПУ}) \quad (Б.7)$$

- где  $t_{ij}$  - значение температуры жидкости в расходомере при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона,  $^{\circ}\text{C}$ ;
- $\beta_{ij}$  - коэффициент объемного расширения жидкости,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$  (определяют по Р 50.2.076).

Б.7.1.4 Коэффициент ( $k_{ij}^{Pж}$ ) вычисляют по формуле

$$k_{ij}^{Pж} = 1 - \gamma_{ij} \cdot (P_{ij} - P_{ij}^{ТПУ}) \quad (Б.8)$$

- где  $P_{ij}$  - значение давления жидкости в расходомере при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона, МПа;
- $\gamma_{ij}$  - коэффициент сжимаемости жидкости,  $\text{МПа}^{-1}$  (определяют по Р 50.2.076).

## Б.7.2 Определение средних значений измеренных и вычисленных величин и оценивание СКО в каждой точке рабочего диапазона

Б.7.2.1 Коэффициенты преобразования ( $\bar{K}_j$ ,  $\text{имп/м}^3$ ) в каждой точке рабочего диапазона вычисляют по формуле

$$\bar{K}_j = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} K_{ij} \quad (\text{Б.9})$$

где  $n_j$  - количество измерений в  $j$ -й точке рабочего диапазона.

Б.7.2.2 Для определения средних значений в  $j$ -й точке измеренных и вычисленных величин: частоты выходного сигнала расходомера ( $f_j$ , Гц), расхода жидкости ( $Q_j^{\text{ТПУ}}$ , м<sup>3</sup>/ч), используют выражение (Б.9), подставляя в эту формулу вместо  $K_{ij}$  частоту  $f_{ij}$ , расход  $Q_{ij}^{\text{ТПУ}}$ , соответственно, полученные при  $i$ -м измерении в  $j$ -й точке рабочего диапазона.

Б.7.2.3 СКО определений коэффициентов преобразования в каждой точке рабочего диапазона ( $S_j$ , %) вычисляют по формуле

$$S_j = \sqrt{\frac{1}{n_j - 1} \sum_{i=1}^{n_j} (K_{ij} - \bar{K}_j)^2} \cdot \frac{100}{\bar{K}_j} \quad (\text{Б.10})$$

Б.7.2.4 Должно выполняться условие:

$$S_j \leq 0,05 \quad (\text{Б.11})$$

Б.7.2.5 Если условие (Б.11) не выполнено, анализируют причины и выявляют промахи согласно приложению Ж настоящей инструкции.

Допускается не более одного промаха из 4–7 измерений и не более двух промахов из 8–11 измерений. В противном случае поверку прекращают.

Б.7.2.6 После исключения промахов при необходимости количество измерений доводят до значения указанного в Б.6.3.2.4

Б.7.2.7 Проводят повторное оценивание СКО по Б.7.2.1- Б.7.2.4.

Б.7.2.8 При повторном невыполнении условия (Б.11) поверку прекращают.

Б.7.2.9 При соблюдении условия (Б.11) после выполнения операций по Б.7.2.4 или Б.7.2.7 проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

### Б.7.3 Определение параметров градуировочной характеристики

Градуировочная характеристика (ГХ) расходомера – функция, описывающая зависимость между коэффициентом преобразования расходомера ( $K$ , имп/м<sup>3</sup>) и одной из величин: расхода жидкости ( $Q$ , м<sup>3</sup>/ч), частоты выходного сигнала расходомера ( $f$ , Гц).

Б.7.3.1 При реализации ГХ рабочий диапазон разбивают на поддиапазоны. Границами поддиапазонов являются точки рабочего диапазона, в которых проведена поверка. Количество поддиапазонов – на единицу меньше количества точек рабочего диапазона.

Б.7.3.1.1 При реализации ГХ в виде постоянных значений коэффициентов преобразования в поддиапазонах коэффициенты преобразования в каждом поддиапазоне ( $K_{\text{ПДк}}$ , имп/м<sup>3</sup>) вычисляют по формуле

$$K_{\text{ПДк}} = \frac{\bar{K}_j + \bar{K}_{j+1}}{2} \quad (\text{Б.12})$$

где  $\bar{K}_j, \bar{K}_{j+1}$  коэффициенты преобразования, вычисленные по формуле (Б.9), в граничных точках поддиапазона, имп/м<sup>3</sup>.

Б.7.3.1.2 При реализации ГХ в виде ломаной линии зависимость коэффициента преобразования в каждом поддиапазоне от одной из величин ( $Q, f$ ) имеет вид прямой линии, соединяющей значения коэффициентов преобразования, вычисленных по формуле (Б.9), в граничных точках поддиапазона. В память СОИ вводят вычисленные по формуле (Б.9) значения коэффициентов преобразования и соответствующие значения ( $Q, f$ ) в точках

рабочего диапазона.

#### Б.7.4 Определение неисключенной систематической погрешности

Б.7.4.1 Неисключенную систематическую погрешность:

– для УЗР ( $\Theta_{\Sigma\text{ПДк}}$ , %) вычисляют по формуле (Б.13а);

– для КР УЗР ( $\Theta_{\Sigma}$ , %) вычисляют по формуле (Б.13б);

$$\Theta_{\Sigma\text{ПДк}} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma_0}^2 + \Theta_{V_0}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_{\text{СОИ}}^2 + \Theta_{\text{АПДк}}^2} \quad (\text{Б.13а})$$

$$\Theta_{\Sigma} = 1,1 \cdot \sqrt{\Theta_{\Sigma_0}^2 + \Theta_{V_0}^2 + \Theta_t^2 + \Theta_{\text{СОИ}}^2} \quad (\text{Б.13б})$$

где  $\Theta_{\Sigma_0}$  - граница суммарной составляющей неисключенной систематической погрешности ТПУ, % (берут из свидетельства о поверке ТПУ);

$\Theta_{V_0}$  - граница составляющей неисключенной систематической погрешности определения среднего значения вместимости ТПУ, % (берут из свидетельства о поверке ТПУ);

$\Theta_{\text{СОИ}}$  - предел допускаемой относительной погрешности определений коэффициентов преобразования в СОИ, % (берут из свидетельства о поверке СОИ);

$\Theta_{\text{АПДк}}$  - границы составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленные погрешностью аппроксимации ГХ для рабочего диапазона, (определяют по формуле (Б.15) или (Б.16), %;

$\Theta_t$  - граница составляющей неисключенной систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры, %, вычисляемая по формуле

$$\Theta_t = \beta_{\text{max}} \cdot \sqrt{\Delta t_{\text{УЗР}}^2 + \Delta t_{\text{ПУ}}^2} \cdot 100 \quad (\text{Б.14})$$

где  $\beta_{\text{max}}$  - максимальное значение, выбранное из ряда коэффициентов объемного расширения жидкости, определенных по Р 50.2.076 по значениям плотности, температуры и давления жидкости при всех измерениях в точках рабочего диапазона, °С<sup>-1</sup>;

$\Delta t_{\text{УЗР}}$ ,  $\Delta t_{\text{ПУ}}$  - пределы допускаемой абсолютной погрешности преобразователей температуры в измерительной линии УЗР (КР УЗР) и ТПУ (берут из свидетельств о поверки преобразователей температуры), °С.

Б.7.4.2 При реализации ГХ в СОИ согласно Б.7.3.1.1 границу составляющей неисключенной систематической погрешности ( $\Theta_{\text{АПДк}}$ , %) в каждом поддиапазоне вычисляют по формуле

$$\Theta_{\text{АПДк}} = \left| \frac{\overline{K_j} - K_{\text{ПДк}}}{K_{\text{ПДк}}} \right| \cdot 100 \quad (\text{Б.15})$$

где  $K_{\text{ПДк}}$  - среднее значение коэффициента преобразования, имп/м<sup>3</sup>, в поддиапазоне, вычисленное по формуле (Б.12)

Б.7.4.3 При реализации ГХ в СОИ согласно Б.7.3.1.2 границу составляющей неисключенной систематической погрешности ( $\Theta_{\text{АПДк}}$ , %) в каждом поддиапазоне вычисляют по формуле

$$\Theta_{\text{АПДк}} = \frac{1}{2} \cdot \left| \frac{\overline{K_j} - \overline{K_{j+1}}}{\overline{K_j} + \overline{K_{j+1}}} \right| \cdot 100 \quad (\text{Б.16})$$

### Б.7.5 Определение случайной составляющей погрешности

Б.7.5.1 Для каждой  $j$ -й точки расхода случайную составляющую погрешности определения коэффициента преобразования УЗР (КР УЗР) при доверительной вероятности  $P=0,95$  ( $\varepsilon_j$ , %) вычисляют по формуле

$$\varepsilon_j = t_{0,95} \cdot S_j / \sqrt{n_j} \quad (\text{Б.17})$$

где  $t_{0,95}$  - коэффициент Стьюдента (определяют по таблице Ж.2 приложения Ж настоящей инструкции);

$S_j$  - СКО, вычисленное по формуле (Б.10), для  $j$ -й точки рабочего диапазона.

Б.7.5.2 Значение случайной составляющей погрешности определяют следующим образом:

Б.7.5.2.1 Для УЗР при реализации ГХ в СОИ согласно Б.7.3.1.1 или Б.7.3.1.2 для каждого -го поддиапазона ( $\varepsilon_{\text{ПД}k}$ , %) вычисляют по формуле

$$\varepsilon_{\text{ПД}k} = \max(\varepsilon_{jk}, \varepsilon_{j+1k}, \varepsilon_{j+2k}, \dots) \quad (\text{Б.18})$$

где  $\varepsilon_{jk}$  - значение случайной составляющей погрешности в  $j$ -й точке, попадающей в -й поддиапазон, %.

Б.7.5.2.2 Для КР УЗР для каждой  $j$ -й точки рабочего диапазона вычисляют по формуле (Б.17).

### Б.7.6 Определение относительной погрешности

Б.7.6.1 Относительную погрешность УЗР (КР УЗР) в диапазоне расходов вычисляют следующим образом:

Б.7.6.1.1 Относительную погрешность УЗР (КР УЗР) для каждого  $k$ -го поддиапазона ( $\delta_{\text{ПД}k}$ , %) вычисляют по формуле

$$\delta_{\text{ПД}k} = Z_{\text{ПД}k} \cdot [\Theta_{\Sigma\text{ПД}k} + \varepsilon_{\text{ПД}k}] \text{ при } 0,8 \leq Z_{\text{ПД}k} \leq 8, \\ \delta_k = \Theta_{\Sigma\text{ПД}k} \text{ при } Z_{\text{ПД}k} > 8, \quad (\text{Б.19})$$

где  $Z_{\text{ПД}k}$  коэффициент, зависящий от отношения  $(\Theta_{\Sigma\text{ПД}k} \cdot \sqrt{n_j})/S_j$ .

Коэффициент  $Z_{\text{ПД}k}$  определяют по таблице Ж.3 приложения Ж настоящей инструкции.

Б.7.6.1.2 Относительную погрешность УЗР (КР УЗР) в диапазоне расходов ( $\delta$ , %) вычисляют по формуле

$$\delta = \max(\delta_{\text{ПД}1}, \delta_{\text{ПД}2}, \dots, \delta_{\text{ПД}k}, \dots) \quad (\text{Б.20})$$

Б.7.6.2 Относительную погрешность КР УЗР в точках рабочего диапазона расходов ( $\delta_j$ , %) вычисляют по формуле

$$\delta_j = Z_j \cdot [\Theta_{\Sigma} + \varepsilon_j] \text{ при } 0,8 \leq Z_j \leq 8, \\ \delta_j = \Theta_{\Sigma} \text{ при } Z_j > 8, \quad (\text{Б.21})$$

где  $Z_j$  коэффициент, зависящий от отношения  $(\Theta_{\Sigma} \cdot \sqrt{n_j})/S_j$ .

Коэффициент  $Z_j$  определяют по таблице Ж.3 приложения Ж настоящей инструкции.

Б.7.6.3 Вычисленное по формуле (Б.20) значение относительной погрешности УЗР (КР УЗР) в диапазоне расходов должны быть в пределах  $\pm 0,15$  %.

Б.7.6.4 Вычисленные по формуле (Б.21) значения относительной погрешности КР УЗР в точках диапазона расходов должны быть в пределах  $\pm 0,1$  %.

Б.7.6.5 Положительным результатом поверки считают:

- выполнение условия Б.7.6.3 для УЗР;
- выполнение условия Б.7.6.3 и/или Б.7.6.4 для КР УЗР.



Б.7.6.6 Если условие Б.7.6.3 и/или Б.7.6.4 не выполнено, то выясняют причины, устраняют их (при возможности) и проводят операции по п. Б.6.3.2 и разделу Б.7. Рекомендуется:

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

Б.7.6.7 Поверку прекращают при повторном невыполнении условий:

- Б.7.6.3 для УЗР;
- Б.7.6.3 и/или Б.7.6.4 для КР УЗР.

## **Б.8 Оформление результатов поверки**

Б.8.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке в соответствии с требованиями документа «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденного приказом Минпромторга России № 1815 от 02.07.2015 г., с изменениями, утвержденными приказом Минпромторга России № 5329 от 28.12.2018 г.

Б.8.2 На лицевой стороне свидетельства о поверке УЗР записывают, что УЗР на основании результатов поверки признан годным и допущен к применению с пределами допускаемой относительной погрешности в диапазоне расходов  $\pm 0,15$  %.

Б.8.3 На лицевой стороне свидетельства о поверке КР УЗР записывают в зависимости от погрешности КР УЗР одну из записей:

– КР УЗР на основании результатов поверки признан годным и допущен к применению в качестве контрольного с пределами допускаемой относительной погрешности в точках диапазона расходов  $\pm 0,1$  %;

– КР УЗР на основании результатов поверки признан годным и допущен к применению в качестве рабочего с пределами допускаемой относительной погрешности в диапазоне расходов  $\pm 0,15$  % и в качестве контрольного с пределами допускаемой относительной погрешности в точках диапазона расходов  $\pm 0,1$  %;

– КР УЗР на основании результатов поверки признан годным и допущен к применению в качестве рабочего с пределами допускаемой относительной погрешности в диапазоне расходов  $\pm 0,15$  % и не допущен к применению в качестве контрольного;

Б.8.4 На оборотной стороне свидетельства о поверке УЗР (КР УЗР) указывают ссылку на протокол поверки, наименование владельца УЗР (КР УЗР).

Б.8.5 Результаты поверки оформляют протоколом по форме, приведенной в приложении Д.

Протокол, подписанный поверителем, прилагают к свидетельству о поверке как обязательное приложение.

*Примечание* – Допускается форму протокола поверки представлять в измененном виде согласно условиям заполнения колонок протокола поверки приложения Д настоящей методики поверки.

Б.8.6 Проводят пломбирование УЗР (КР УЗР) в соответствии с его описанием типа и (или) МИ 3002–2006 «Рекомендация. ГСИ. Правила пломбирования и клеймения средств измерений и оборудования, применяемых в составе систем измерений количества и показателей качества нефти и поверочных установок». На пломбы наносят знак поверки (рисунок В.1-В.2 приложения В).

Б.8.7 Согласно руководства (инструкции) по эксплуатации в УЗР (КР УЗР) или ИВК или СОИ устанавливают полученные при поверке значения коэффициентов преобразования и соответствующие им значения расхода (частоты) для поверенного УЗР (КР УЗР).

Б.8.8 При отрицательных результатах поверки УЗР (КР УЗР) к эксплуатации не допускают, свидетельство о поверке аннулируют, клеймо гасят и выдают извещение о непригодности с указанием причин.

## **Б.9 Точность представления результатов измерений и вычислений**

Б.9.1 Значение расхода ( $Q_{ij}$ , м<sup>3</sup>/ч) округляют и записывают в протокол поверки с пятью значащими цифрами.

Б.9.2 Количество импульсов ( $N_{ij}$ , имп) записывают в протокол поверки с шестью значащими цифрами.

Б.9.3 Значения времени прохождения шаровым поршнем измерительного участка ТПУ четырьмя значащими цифрами ( $T_{ij}$ , с) записывают в протокол поверки после округления до двух знаков после запятой.

Б.9.4 Значения давления ( $P_{ij}$ , МПа), температуры ( $t_{ij}$ , °С) нефти записывают в протокол поверки после округления до двух знаков после запятой - при использовании преобразователей давления и датчиков температуры.

Б.9.5 Значения вместимости измерительного участка ТПУ ( $V_0$ , м<sup>3</sup>) в протокол поверки записывают после округления до шести значащих цифр.

Б.9.6 Значения плотности нефти ( $\rho_{ij}$ , кг/м<sup>3</sup>) в протокол поверки записывают после округления до двух знаков после запятой.

Б.9.7 Значения вязкости ( $\nu_{ij}$ , сСт) записывают в протокол после округления до двух знаков после запятой.

Б.9.8 Значения частоты ( $f_{ij}$ , Гц) записывают в протокол после округления до двух знаков после запятой.

Б.9.9 Значения объёма нефти ( $V_{ij}$ , м<sup>3</sup>) в протокол поверки записывают после округления до шести значащих цифр.

Б.9.10 Значения коэффициентов преобразования ( $K_{ij}$ ,  $K_j$ , имп/м<sup>3</sup>) в протокол поверки записывают после округления с шестью значащими цифрами.

Б.9.11 Значения СКО ( $S$ , %) и погрешностей ( $\varepsilon$ ,  $\theta$ ,  $\delta$ , %) записывают в протокол поверки после округления их до двух знаков после запятой.

Приложение В  
(рекомендуемое)

Пломбирование преобразователя расхода

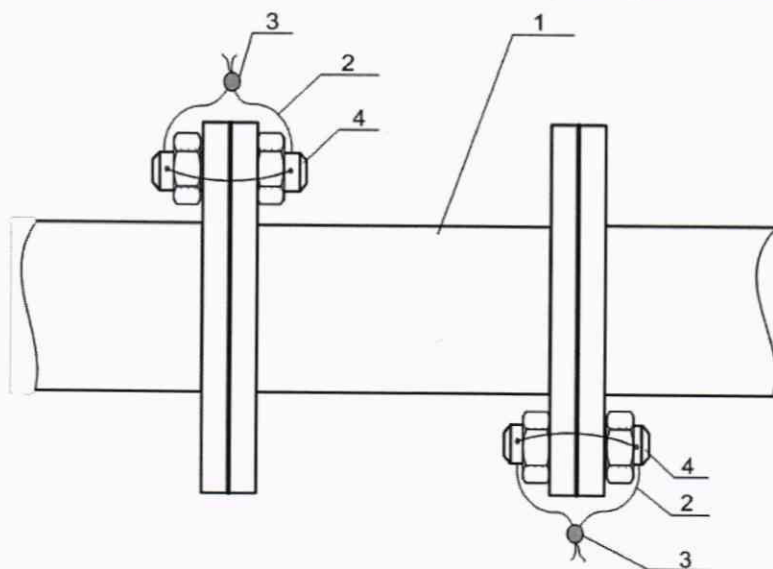


Рисунок В.1 – Пломбирование преобразователя расхода

1. Преобразователь расхода; 2 – контрольные проволоки; 3 – пломбы; 4- шпильки

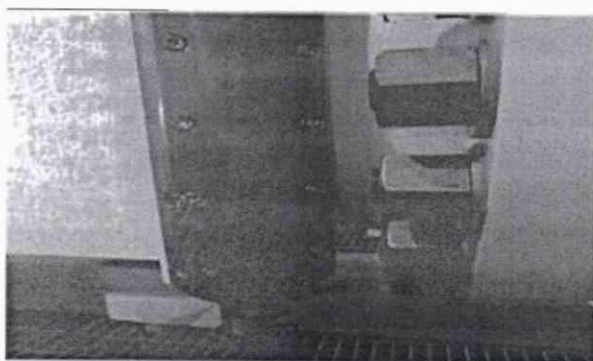


Рисунок В.2 – Места пломбировки блоков первичных акустических преобразователей на корпусе УЗР (КР УЗР) и трансмиттера УЗР (КР УЗР).

**Приложение Д**  
**(рекомендуемое)**  
**Форма протокола поверки УЗР**

ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_  
поверки расходомера с помощью поверочной установки

Место проведения поверки \_\_\_\_\_  
 Тип расходомера \_\_\_\_\_ Зав. № \_\_\_\_\_ Принадлежит \_\_\_\_\_  
 Тип ПУ \_\_\_\_\_ Зав. № ПУ \_\_\_\_\_ Рабочая жидкость \_\_\_\_\_  
 Вязкость \_\_\_\_\_ сСт; \_\_\_\_\_ сСт  
 в начале поверки в конце поверки

Наименование заказчика: \_\_\_\_\_  
 Методика поверки: \_\_\_\_\_

Таблица Д.1 – Исходные данные

Детекторы ТПУ	$V_0$ м <sup>3</sup>	D мм	S мм	E МПа	$\alpha_t$ °C <sup>-1</sup>	$\Theta_{\Sigma 0}$ %	$\Theta_{V_0}$ %	$\Theta_{СОИ}$ %	$\Delta t_{ПУ}$ °C	$\Delta t_{УЗР}$ °C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица Д.2 – Результаты измерений

№ точ/ № изм j/i	$Q_{ij}$ м <sup>3</sup> /ч	$T_{ij}$ с	$f_{ij}$ Гц	$N_{ij}$ имп	$K_{ij}$ имп/м <sup>3</sup>	$t_{УЗР ij}$ °C	$P_{УЗР ij}$ МПа	$t_{ПУ ij}$ °C	$P_{ПУ ij}$ МПа	$\rho_{ij}$ кг/м <sup>3</sup>	$t_{p ij}$ °C	$P_{p ij}$ МПа	$V_{0 ij}$ м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1/1													
...													
1/n <sub>1</sub>													
...													
m/1													
...													
m/n <sub>m</sub>													

Таблица Д.3 – Результаты поверки в точках рабочего диапазона

№ точки j	$Q_j$ м <sup>3</sup> /ч	$f_j$ Гц	$K_j$ имп/м <sup>3</sup>	$S_j$ %	$\epsilon_j$ %	$\Theta_{\Sigma j}$ %	$\delta_j$ %
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
...							
m							

Таблица Д.4 – Результаты поверки в поддиапазонах

№ ПД k	$Q_{min k}$ м <sup>3</sup> /ч	$Q_{max k}$ м <sup>3</sup> /ч	$K_{пд k}$ имп/м <sup>3</sup>	$\epsilon_{пд k}$ %	$\Theta_{A пд k}$ %	$\Theta_{\Sigma пд k}$ %	$\delta_{пд k}$ %	$\delta$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...								
m-1								

Заключение: расходомер к дальнейшей эксплуатации \_\_\_\_\_  
 Подпись, фамилия, инициалы, лица проводившего поверку \_\_\_\_\_  
 Дата поверки « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

## **Д.1 Условия заполнения колонок таблиц протокола поверки**

Д.1.1 В колонке 1 таблицы Д.1 указывают детекторы калиброванного участка ТПУ, для которого определен объем ТПУ. Если в свидетельстве поверки ТПУ указаны несколько значений объемов, то указывают расположение детекторов для этих значений объемов в несколько строк, например, 1–2, 2-1, 1-2-1, 1-3, 2-4, 3-1, 4-2 и т.д.

Д.1.2 Колонки 2, 7, 8 таблицы Д.1 заполняют в одну строку, если используют ТПУ с одним значением вместимости. Если используют ТПУ с несколькими значениями вместимости, то заполняют эти колонки в несколько строк.

Д.1.3 В колонку 5 таблицы Д.1 заносят  $\alpha_t$ .

Д.1.4 Колонки 12 и 13 таблицы Д.1 заполняют при отсутствии или отказе поточного плотномера.

Д.1.5 Колонку 14 таблицы Д.1 заполняют при использовании компакт-прувера в случае ручного ввода температуры инварового стержня.

Д.1.6 Колонку 11 таблицы Д.2 заполняют при использовании компакт-прувера в случае измерения температуры инварового стержня с помощью преобразователя температуры.

Д.1.7 Колонки 12 и 13 таблицы Д.2 заполняют при наличии поточного плотномера.

Д.1.8 Колонку 14 таблицы Д.2 заполняют при наличии поточного вискозиметра.

Д.1.9 В колонку 3 таблицы Д.3 записывают значение  $f$  при использовании зависимости коэффициента преобразования УЗР (КР УЗР) от  $f$ .

Д.1.10 Колонки 7–8 таблицы Д.3 заполняют при поверке КР УЗР.

Д.1.11 Таблицу Д.4 заполняют при реализации ГХ согласно В.7.3.1.1 или В.7.3.1.2.

Д.1.12 Колонку 4 таблицы Д.4 заполняют при реализации ГХ согласно В.7.3.1.1.

**Приложение Ж**  
**(справочное)**

**Методика анализа результатов измерений и  
значения коэффициентов Стьюдента**

Для выявления промахов выполняют следующие операции:

Ж.1 Определяют СКО результатов вычислений коэффициентов преобразования в каждой точке рабочего диапазона по формуле

$$S_{Kj} = \sqrt{\frac{1}{n_j - 1} \sum_{i=1}^{n_i} (K_{ij} - \bar{K}_j)^2} \quad (\text{Ж.1})$$

Ж.2 Вычисляют соотношения для наиболее выделяющихся значений ( $K_{\text{наиб}}$  или  $K_{\text{наим}}$ ) по формуле

$$U = \frac{K_{\text{наиб}} - \bar{K}_j}{S_{Kj}} \quad \text{или} \quad (\text{Ж.2})$$

$$U = \frac{\bar{K}_j - K_{\text{наим}}}{S_{Kj}}$$

Ж.3 Сравнивают полученные значения «U» с величиной «Н», взятой из таблицы Ж.1 для объема выборки « $n_j$ ».

Таблица Ж.1- Критические значения для критерия Граббса

$n_j$	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Н	1,155	1,481	1,715	1,887	2,020	2,126	2,215	2,290	2,355
$n_j$	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Н	2,412	2,462	2,507	2,549	2,585	2,620	2,651	2,681	2,709

Если  $U \geq H$ , то подозреваемый результат исключают из выборки как промах, в противном случае результат не исключают.

Таблица Ж.2 – Значения коэффициентов Стьюдента  $t_{95}$

$n_j - 1$	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18
$t_{0,95}$	3,182	2,776	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,179	2,145	2,120	2,101

Таблица Ж.3 – Значения коэффициентов Z в зависимости от отношения  $(\theta \cdot \sqrt{n_j})/S_j$  при доверительной вероятности  $P = 0,95$

$(\theta \cdot \sqrt{n_j})/S_j$	0,5	0,75	1	2	3	4	5	6	7	8
Z	0,81	0,77	0,74	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81