МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НЕФТЕАВТОМАТИКА»

Федеральное государственное унитарное предприятие
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Государственная система обеспечения единства измерений

СЧЕТЧИКИ - РАСХОДОМЕРЫ МАССОВЫЕ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПАКТ-ПРУВЕРОМ В КОМПЛЕКТЕ С ТУРБИННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ РАСХОДА И ПОТОЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ПЛОТНОСТИ

МИ 3272 -2010

Уфа
2010

gost.e-ecolog.ru

МЕЖРЕГИОНАЛЬНОЕ ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
«НЕФТЕАВТОМАТИКА»

Федеральное государственное унитарное предприятие
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора ФГУП ВНИИМС
_____ В.Н. Яншин
«13» апреля 2010 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

СЧЕТЧИКИ-РАСХОДОМЕРЫ МАССОВЫЕ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПАКТ-ПРУВЕРОМ В КОМПЛЕКТЕ С ТУРБИННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ РАСХОДА И ПОТОЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ПЛОТНОСТИ

МИ 3272 - 2010

Уфа
2010

Предисловие

РАЗРАБОТАНА	Межрегиональным открытым акционерным обществом «Нефтеавтоматика» (ОАО «Нефтеавтоматика»)
ИСПОЛНИТЕЛИ	Глушков Э.И. – руководитель темы, Магданов Р.Ф.
РАЗРАБОТАНА	Обособленным подразделением Головным научным метрологическим центром ОАО «Нефтеавтоматика» (ОП ГНМЦ ОАО «Нефтеавтоматика»)
ИСПОЛНИТЕЛИ	Немиров М.С. – к.т.н., Шахов А.А. – к.ф-м.н.
УТВЕРЖДЕНА	Федеральным государственным унитарным предприятием Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы (ФГУП ВНИИМС) 15 марта 2010 г.
ЗАРЕГИСТРИРОВАНА	ФГУП ВНИИМС 23 марта 2010 г.
ВВОДИТСЯ В ДЕЙСТВИЕ	1 Для преобразователей массового расхода модели Micro Motion взамен: - МИ 2742-2002 «Рекомендация. ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion фирмы Ficher-Rosemount. Методика поверки поверочной установкой «ВСР-М» с измерительно-вычислительным контроллером «OMNI-3000 PPC»; - «Рекомендация. ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion фирмы Fisher-Rosemount. Методика поверки поверочной установкой «ВСР-М», утверждена ВНИИМС 30.12.1999 г. 2 Для преобразователей массового расхода модели Promass взамен «Рекомендация. ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые «Promass» фирмы «Endress Hauser». Методика поверки трубопоршневой поверочной установкой в комплекте с плотномером», утверждена ФГУП ВНИИР 14. 07. 2006 г. (касательно компакт-прувера) 3 Для преобразователей массового расхода модели ROTAMASS - впервые.

Настоящая рекомендация не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и (или) распространена без разрешения ОАО «Нефтеавтоматика»

Содержание

		Стр
1	Область применения	1
2	Нормативные ссылки	2
3	Термины и определения, сокращения	3
4	Операции и средства поверки	5
5	Требования безопасности, охраны труда и к квалификации поверителей	7
6	Условия поверки	9
7	Подготовка к поверке	10
8	Проведение поверки	14
8.1	Внешний осмотр	14
8.2	Опробование	15
8.3	Определение метрологических характеристик	16
9	Обработка результатов измерений	21
9.1	Определение параметров ГХ массомера	21
9.2	Определение погрешностей массомера при реализации его ГХ в ПЭП	26
9.3	Определение погрешностей массомера при реализации его ГХ в СОИ в виде постоянного значения *K*-фактора (имп/т)	28
9.4	Определение погрешностей массомера при реализации его ГХ в СОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации	29
9.5	Оценивание относительной погрешности массомера	30
9.6	Условия допуска массомера к дальнейшему применению	31
10	Оформление результатов поверки	31
11	Точность представления результатов измерений и вычислений	32
Приложение А	Протокол поверки счетчика-расходомера массового (массомера) модели _____по МИ 3272-2010	34
Приложение Б	Коэффициенты линейного расширения материала цилиндра ($\alpha_t^{цил}$) и стержня ($\alpha_t^{ст}$), значения модуля упругости (E) материала цилиндра компакт-прувера	38
Приложение В	Определение коэффициентов объемного расширения и сжимаемости рабочей жидкости	39
Приложение Г	Определение значений квантиля распределения Стьюдента $[t_{(P,n_j)}]$ и коэффициента $Z_{(P)}$	41
Приложение Д	Сводный перечень условных обозначений и их определений	42
Приложение Е	Сводный перечень используемых формул	46

ГОСУДАРСТВЕННАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ **СЧЕТЧИКИ – РАСХОДОМЕРЫ МАССОВЫЕ** **МЕТОДИКА ПОВЕРКИ НА МЕСТЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПАКТ-ПРУВЕРОМ В КОМПЛЕКТЕ С ТУРБИННЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ РАСХОДА И ПОТОЧНЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ ПЛОТНОСТИ**	**МИ 3272 – 2010**

Дата введения – 2010 – 04 - 05

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Область применения настоящей методики поверки по 1.1.1 и 1.1.2.

1.1.1 В отношении поверяемых средств измерений методика поверки распространяется на счетчики-расходомеры массовые (далее – массомеры):

- счетчики-расходомеры массовые Micro Motion, производимые фирмой «Emerson Process Management, Micro Motion Inc.» (США, Нидерланды, Мексика);

- расходомеры массовые Promass, производимые фирмами «Endress + Hauser Flowtec AG» (Швейцария) и «Endress + Hauser GmbH + Co.KG» (Германия);

- счетчики-расходомеры массовые кориолисовые ROTAMASS, производимые фирмой «Rota Yokogawa GmbH & Co.KG» (Германия).

1.1.2 В отношении применяемых средств поверки (рабочих эталонов) методика поверки распространяется на поверочные установки малой вместимости калиброванного участка (далее - компакт-пруверы):

- установки поверочные СР, СР-М фирмы «Emerson Process Management/ Daniel Measurement and Control Inc.» (США), вместимость калиброванного участка от 0,020 до 0,650 м^3;

- установки поверочные «ВСР-М» фирмы «Fisher Rosemount Petroleum» (США), вместимость калиброванного участка от 0,020 до 0,650 м^3;

- трубопоршневые установки «BROOKS-Compact Prover» фирмы «Brooks Instrument» (США, Голландия, Англия), вместимость калиброванного участка от 0,020 до 0,650 м^3;

- установки трубопоршневые «SYNCROTRAK» фирмы «Calibron Systems Inc.» (США), вместимость калиброванного участка от 0,0189 до 0,4542 м^3.

Примечания к 1.1

1 Средства измерений по 1.1.1 и 1.1.2 имеют свидетельства (или сертификаты по ПР 50.2.009) об утверждении типа и узаконены к применению на территории России.

2 Компакт-пруверы СР-М и ВСР-М могут быть укомплектованы поточным преобразователем плотности или турбинным преобразователем расхода (далее - ТПР), или и тем, и другим одновременно, имеющими разрешительные документы на их применение на территории России.

1.2 Настоящий документ устанавливает методику первичной (при вводе в эксплуатацию и после ремонта) и периодической поверок массомеров на месте их эксплуатации в составе СИКН, СИКНС, СИКНП и СИКЖУ с использованием компакт-прувера в комплекте с ТПР и поточным преобразователем плотности.

Примечание – Сокращения СИКН, СИКНС, СИКНП и СИКЖУ согласно разделу 3.

1.3 Межповерочный интервал массомера: согласно сертификату об утверждении его типа, если другой межповерочный интервал не установлен действующими нормативными документами.

Примечание – В частности, для массомеров, эксплуатируемых в составе СИКН (нефть - товарная), межповерочный интервал 1 год согласно «Рекомендациям по определению массы нефти при учетных операциях с применением систем измерений количества и показателей качества нефти», утвержденным приказом Минпромэнерго России от 31.03.2005 № 69.

1.4 Сводный перечень условных обозначений, принятых в настоящей рекомендации, и их определений приведен в приложении Д, сводный перечень используемых формул - в приложении Е.

Примечания к разделу 1

1 По настоящей методике проводят поверку канала измерений массы массомера, используя частотный выход массомера.

2 Поверку массомеров, эксплуатируемых в составе СИКН, СИКНП, СИКНС и СИКЖУ, введенных в промышленную эксплуатацию до ввода в действие настоящей методики, допускается проводить с использованием только компакт-прувера (без ТПР) и поточного преобразователя плотности.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В методике использованы ссылки на следующие нормативные документы:

ГОСТ 8.207-76 ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений. Основные положения

ГОСТ 112-78 Термометры метеорологические стеклянные. Технические условия

ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98). Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования

ПР 50.2.006-94 ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений

ПР 50.2.007-2001 ГСИ. Поверительные клейма

ПР 50.2.009-94 ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений (только для массомеров и компакт-пруверов, изготовленных до 01.12.2009 г.)

МИ 2083-90 ГСИ. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей

МИ 2153-2004 ГСИ. Плотность нефти. Методика выполнения измерений ареометром при учетных операциях

МИ 2174-91 ГСИ. Аттестация алгоритмов и программ обработки данных при измерениях. Основные положения

МИ 2311-94 ГСИ. Расход и масса газовых конденсатов, ШФЛУ и продуктов их переработки. Методики выполнения измерений и расчета

МИ 2632-2001 ГСИ. Плотность нефти нефтепродуктов и коэффициенты объёмного расширения и сжимаемости. Методы и программы расчёта

МИ 2676-2001 ГСИ. Методика метрологической аттестации алгоритмов и программ обработки данных результатов измерений при определении массы нефти и нефтепродуктов. Общие положения

МИ 2823-2003 ГСИ. Плотность нефтепродуктов при учетно-расчётных операциях. Методика выполнения измерений ареометром. Программа (таблицы) приведения плотности нефтепродуктов к заданной температуре

МИ 3002-2006 ГСИ. Рекомендация. Правила пломбирования и клеймения средств измерений и оборудования, применяемых в составе систем измерений количества и показателей качества нефти и поверочных установок

ПБ 03-585-03 Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов, утверждены Постановлением Госгортехнадзора России от 10.06.03. № 80 и зарегистрированы в Минюсте РФ 19.06.03 № 4738

СТО ГАЗПРОМ 5.3-2006. Расход и количество жидких углеводородных сред. Технические требования к узлам учета

СТО ГАЗПРОМ 5.9-2007 Расход и количество углеводородных сред. Методика выполнения измерений.

Примечание – При пользовании настоящей рекомендацией следует в установленном порядке проверить действие нормативных документов, перечисленных в разделе 2. Если нормативный документ заменен или частично изменен, то следует руководствоваться положениями действующего взамен или частично измененного документа.

3 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ, СОКРАЩЕНИЯ

3.1 В настоящей методике приняты следующие термины с определениями:

3.1.1 **время одного измерения с применением ТПР:** Суммарное время, необходимое для определения коэффициента преобразования ТПР в точке расхода по компакт-пруверу и

выполнения единичного измерения с целью определения метрологических характеристик поверяемого массомера (также в точке расхода) по ТПР.

Примечание – Время измерений для определения коэффициента преобразования ТПР определяется заданным количеством серии проходов поршня компакт-прувера.

3.1.2 **время одного измерения без применения ТПР:** Время, необходимое для выполнения одной серии проходов поршня компакт-прувера с целью определения метрологических характеристик поверяемого массомера в точке расхода.

3.1.3 **градуировочная характеристика:** Функция, описывающая зависимость коэффициента преобразования массомера по импульсному выходу (*KF*, имп/т), [или градуировочного коэффициента массомера ($K_{гр}$), или коэффициента коррекции измерений массы рабочей жидкости (mass factor - *MF*)] от измеряемого расхода (*Q*, т/ч).

3.1.4 **жидкие углеводороды:** Стабильный и нестабильный конденсат, широкая фракция легких углеводородов, деэтанизированный газовый конденсат, нефтегазоконденсатная смесь, деэтанизированная нефть, находящиеся в условиях проведения измерений в однофазном (жидком) состоянии *(СТО ГАЗПРОМ 5.3)*

3.1.5 **проход поршня:** Одноразовое прохождение поршнем калиброванного участка компакт-прувера.

3.1.6 **первичный электронный преобразователь** (трансмиттер, конвертор) – электронное устройство массомера, предназначенное для обработки информации от датчиков, установленных на сенсоре массомера, индикации измеренной информации и передачи её на верхний уровень (в частности, в соответствующий контроллер-вычислитель).

Примечание – первичный электронный преобразователь может быть конструктивно установлен на сенсоре или вынесен на расстояние не более, установленное фирмой-изготовителем.

3.1.7 **серия проходов поршня:** Заданное (задаваемое) количество единичных проходов поршня компакт-прувера, выполняемых при одном измерении при установленном значении поверочного расхода.

3.2 В настоящей методике приняты следующие сокращения:

- **АРМ оператора** – автоматизированное рабочее место оператора;
- **БИК** – блок измерений показателей качества;
- **ГХ** - градуировочная характеристика;
- **ИЛ** – измерительная линия;
- **КМХ** – контроль метрологических характеристик;
- **ПП** – преобразователь плотности;
- **ПСП** – приемо-сдаточный пункт;

- **ПЭП** – первичный электронный преобразователь (трансмиттер, конвертор);
- **СИКЖУ** – система измерений количества жидких углеводородов;
- **СИКН** – система измерений количества и показателей качества нефти;
- **СИКНП** – система измерений количества нефтепродуктов;
- **СИКНС** – система измерений количества и параметров нефти сырой;
- **СОИ** – система обработки информации;
- **УОИ** – устройство обработки информации;

Примечание - Под сокращением БИК в настоящей методике подразумевают входящий в состав СИКН, СИКНС, СИКНП и СИКЖУ блок измерений физико-химических параметров рабочей жидкости, под сокращением ПСП - приемо-сдаточный пункт нефти (товарной и сырой), нефтепродуктов и жидких углеводородов.

4 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки массомера выполняют операции по 4.1.1, 4.1.2 и 4.1.3.

4.1.1 Внешний осмотр (8.1).

4.1.2 Опробование (8.2).

4.1.3 Определение метрологических характеристик (8.3).

4.2 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

4.2.1 Компакт-прувер по 1.1.2 (стационарный или мобильный) 1-го разряда с пределами допускаемой относительной погрешности: не более ± 0,05 %.

Примечание - Допускается применение компакт-прувера 2-го разряда с пределами допускаемой относительной погрешности: не более ± 0,1 % .

4.2.2 Поточный ПП с пределами допускаемой абсолютной погрешности: не более ± 0,30 кг/м^3 (пределы допускаемой относительной погрешности: не более ± 0,03%).

Примечания

1 Используют поточный ПП, входящий в состав компакт-прувера (примечание 2 к 1.1), или смонтированный стационарно в составе СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ), или же переносной, который устанавливают на время поверки на предусмотренное проектом место.

2 Внутренняя полость поточного ПП, смонтированного стационарно, очищена от отложений, ПП имеет положительные результаты КМХ, выполненного непосредственно перед поверкой массомера.

3 При поверке массомера, эксплуатируемого в составе СИКНС, используют поточный ПП, смонтированный (или устанавливаемый на время поверки) в составе СИКНС (и только). В этом случае перед пробозаборным устройством (далее – ПЗУ) обязательно должен быть установлен диспергатор (статическое или динамическое перемешивающее устройство).

4.2.3 ТПР, входящий в состав компакт-прувера (см. примечание 2 к 1.1) или монтируемый в составе СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ) согласно проекту и соответствующий требованиям 8.3.2.6 и 8.3.2.11.

Примечания

1 Допускается применение ТПР, устанавливаемого (монтируемого) на предусмотренное проектом место только во время поверки массомера.

2 На технологической линии ТПР, смонтированного (монтируемого) в составе СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ) устанавливают средства измерений по 4.2.4 и 4.2.5.

3 ТПР, смонтированный или монтируемый в составе СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ), имеет возможность последовательного подключения к компакт-пруверу и к любому из массомеров, входящих в состав СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ).

4 При значении поверочного расхода менее 15 % от верхнего предела измерений ТПР ($м^3$/ч) для поверки массомера ТПР не используют (поверку проводят по компакт-пруверу).

4.2.4 Измерительные преобразователи избыточного давления с унифицированным токовым выходным сигналом (далее – преобразователи давления) с пределами допускаемой приведенной погрешности: не более ± 0,5%.

4.2.5 Датчики температуры (термосопротивления не хуже класса А в комплекте с измерительными преобразователями), пределы допускаемой абсолютной погрешности комплекта: не более ± 0,2 °С.

Примечание к 4.2.4 и 4.2.5 - Используют преобразователи давления и датчики температуры, смонтированные на компакт-прувере и на ИЛ с ТПР, также смонтированные в БИК, если для поверки массомера используют поточный ПП, установленный в БИК (т.е в составе СИКН, СИКНП, СИКЖУ или СИКНС).

4.2.6 УОИ, обеспечивающее:

- прием и обработку токовых сигналов от датчиков температуры, преобразователей давления, установленных на компакт-прувере (или на ТПР), в БИК – при необходимости;

- прием и обработку частотного сигнала от поточного ПП, применяемого в качестве средства поверки, и индикацию текущих значений плотности, измеряемых им;

- индикацию текущих значений температуры, давления рабочей жидкости в компакт-прувере (или на ТПР) и поточном ПП (в поточном ПП – при необходимости);

- измерение и суммирование количества импульсов (в том числе и долей периодов), выдаваемых ТПР за одну серию проходов поршня компакт-прувера;

- вычисление объема рабочей жидкости ($м^3$), измеряемого ТПР за каждый отсчёт (п. 8.3.2.10), - при использовании ТПР для определения МХ массомера;

- измерение и суммирование количества импульсов выдаваемых поверяемым массомером за одну серию проходов поршня компакт-прувера, при определении МХ массомера непосредственно по компакт-пруверу (при этом ТПР для поверки не используют);

- измерение времени прохождения поршнем калиброванного участка компакт-прувера;

- вычисления средних арифметических значений давления, температуры, плотности рабочей жидкости, поверочного расхода, времени прохождения поршнем калиброванного участка за одну серию проходов поршня компакт-прувера.

Пределы допускаемой относительной погрешности УОИ:

- вычислений *K*-фактора ТПР (имп/м^3) и массомера (имп/т): не более ± 0,025%.

В качестве УОИ используют СОИ, входящий в состав СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ), или отдельный контроллер-вычислитель (в частности, контроллер-вычислитель модели OMNI, входящий в комплект поставки компакт-прувера), используемый только во время поверки.

Примечания к 4.2.6

1 УОИ суммирует и усредняет только те значения параметра, которые были измерены при каждом проходе шарового поршня.

2 УОИ имеет аттестованные по МИ 2174 или МИ 2676 алгоритмы для обработки результатов измерений по определению метрологических характеристик ТПР и массомера.

4.2.7 Термометр по ГОСТ 112 с ценой деления шкалы 0,5 ^{0}С – для измерений температуры окружающего воздуха.

4.2.8 АРМ оператора, имеющее аттестованные по МИ 2174 или МИ 2676 алгоритмы для обработки результатов измерений, если АРМ оператора предусмотрено рабочим проектом СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ).

Примечание – вычисление объема рабочей жидкости (м^3), измеряемого ТПР за каждый отсчет (п. 8.3.2.10), допускается проводить в АРМ оператора.

4.3 Все средства поверки (кроме ТПР) поверены и имеют свидетельства о поверке и (или) знаки поверки (оттиски поверительного клейма) с действующими сроками.

4.4 Допускается применение других средств поверки, метрологические характеристики которых удовлетворяют требованиям настоящей рекомендации.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЫ ТРУДА И К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

5.1 При проведении поверки соблюдают требования:

- ПБ 08-624-03 «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности»;

- «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей»;

- ПОТ Р М-016-2001 (РД 153.34.0-03.150-00) (с изменением 2003 г) «Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок»;

- ПБ 03-585-03 «Правила устройства и безопасной эксплуатации технологических трубопроводов»;

- «Правил устройства электроустановок» (ПУЭ), 6-е издание;

- правил безопасности, изложенных в эксплуатационных документах на массомер, компакт-прувер и остальные средства поверки;

- корпоративных инструкций (регламентов) по промышленной и пожарной безопасности, по охране труда, действующих на объекте, где проводят поверку массомера.

5.2 При проведении поверки компакт-прувер, ТПР, поточный ПП, массомер и другое технологическое оборудование не эксплуатируют при давлении рабочей жидкости, превышающем рабочее давление, указанное в их паспортах или эксплуатационной документации.

5.3 При использовании мобильного компакт-прувера для его технологической обвязки с СИКН, (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ) используют оборудование, имеющее разрешительные документы на его применение и свидетельство о гидроиспытаниях с действующим сроком.

5.4 Средства измерений и электрооборудование, установленные на технологической части СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ) и на компакт-прувере, имеют взрывозащищенное исполнение и обеспечивают уровень взрывозащиты, соответствующий классу зоны В-1а, вид взрывозащиты – по категории взрывоопасной смеси соответствует группе Т3 по ГОСТ Р 51330.0 (МЭК 60079-0).

5.5 К компакт-пруверу, массомеру и другим средствам поверки, установленным на технологической части и требующим обслуживания при поверке, обеспечивают свободный доступ. При необходимости предусматривают лестницы, площадки и переходы.

5.6 Управление компакт-прувером, обслуживание поверяемого массомера и других средств поверки выполняют лица, прошедшие соответствующее обучение и допущенные к эксплуатации перечисленного оборудования на основании проверки знаний.

5.7 К проведению поверки допускают лиц, аттестованных в качестве поверителя, изучивших эксплуатационную документацию на массомер и средства поверки, настоящую рекомендацию, и прошедших инструктаж по технике безопасности.

5.8 При появлении течи рабочей жидкости, загазованности и других ситуаций, препятствующих нормальному ходу поверочных работ, поверку прекращают.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку массомера проводят в комплекте: сенсор совместно с ПЭП.

6.2 В качестве рабочей жидкости при поверке массомера используют нефть (товарную или сырую), или нефтепродукты, или жидкие углеводороды.

6.3 Поверку проводят в рабочем диапазоне расхода (далее – рабочий диапазон). Рабочий диапазон для поверяемого массомера определяет владелец СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ) и оформляет в виде справки произвольной формы перед каждой поверкой. Справку, согласованную принимающей (сдающей) стороной, владелец представляет представителю сервисной организации и поверителю.

Примечания

1 В случае изменения в межповерочном интервале нижнего предела рабочего диапазона в сторону уменьшения или верхнего предела в сторону увеличения от значений, установленных при настоящей поверке, (или и то, и другое одновременно) массомер подлежит внеочередной поверке.

2 Рабочий диапазон массомера, используемого в качестве контрольного (контрольно-резервного), должен охватить рабочие диапазоны каждого из рабочих массомеров.

6.4 Компакт-прувер допускается устанавливать как до поверяемого массомера по потоку рабочей жидкости, так и после него.

6.5 Изменение температуры рабочей жидкости за время одного измерения: ≤ 0,2 °С.

6.6 Изменение расхода рабочей жидкости при выполнении измерений в точке расхода не превышает 2,5 % от установленного значения.

6.7 Содержания свободного газа в рабочей жидкости не допускают.

6.8 Избыточное давление рабочей жидкости в конце технологической схемы поверки рекомендуется устанавливать не менее 0,3 МПа.

Примечание – При поверке массомера в составе СИКЖУ обеспечивают выполнение условий пункта 5.1.2 СТО ГАЗПРОМ 5.9.

6.9 Требуемую величину поверочного расхода устанавливают с помощью регулятора расхода РР (см. рисунок 1), установленного в конце технологической схемы поверки по потоку рабочей жидкости.

Примечание – На СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ), принятых в эксплуатацию до введения в действие ПБ 03-585-03, требуемый расход допускается устанавливать с помощью задвижки Зд (рег), установленной в конце технологической схемы поверки – см. рисунок 1.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 При первичной поверке после ремонта, после замены сенсора или ПЭП проводят конфигурирование ПЭП и сенсора в соответствии с инструкцией(ями) по их эксплуатации (используют соответствующий коммуникатор или программное обеспечение).

7.2 Поверяемый массомер и компакт-прувер подключают друг с другом последовательно, подготавливают технологическую схему к гидравлическим испытаниям и проверке на герметичность. Рекомендуемая схема подключения представлена на рисунке 1.

7.3 Используют один из изложенных ниже вариантов подключения поверяемого массомера (условно ПРi на рисунке 1) к компакт-пруверу. При обоих вариантах задвижки или шаровые краны (далее – запорная арматура) Зд9 и ЗД10 открыты.

Вариант 1. В составе СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ) имеется контрольно-резервный массомер (условно ПР1 на рисунке 1). Поверяемый массомер (ПРi) подключают последовательно с контрольно-резервным, для чего запорную арматуру Зд1, Зд3, Зд4, Зд8 открывают, закрывают Зд2, Зд5, Зд6, Зд7. При этом варианте измерения массы рабочей жидкости, проходящей (прошедшей) через технологическую поверочную схему, рекомендуется проводить, используя контрольно-резервный массомер.

Вариант 2. В составе СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ) контрольно-резервный массомер отсутствует. Поверяемый массомер подключают к компакт-пруверу, для чего открывают запорную арматуру Зд1, Зд3 и Зд5 и закрывают Зд2, Зд4 и Зд8.

Примечание к 7.3 - Контрольно-резервный массомер: массомер, который технологически может подключаться к любому из рабочих массомеров последовательно и использоваться: *а)* как контрольное средство при КМХ рабочих массомеров; *б)* как рабочий массомер - при необходимости.

7.4 При необходимости включают в работу поточный ПП, смонтированный в БИК (или монтируют в БИК переносной поточный ПП), выполнив соответствующие технологические переключения.

7.5 Технологические переключения по 7.2 ÷ 7.4 проводят с соблюдением требований «Инструкции по эксплуатации СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ)».

7.6 Проверяют закрытое положение (при необходимости закрывают) дренажных и воздушных вентилей (кранов), установленных на технологических трубопроводах СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ), компакт-прувере (при необходимости и в БИК)

7.7 Устанавливают любое значение расхода в пределах рабочего диапазона, в технологической схеме поверки создают максимальное рабочее давление, которое может быть

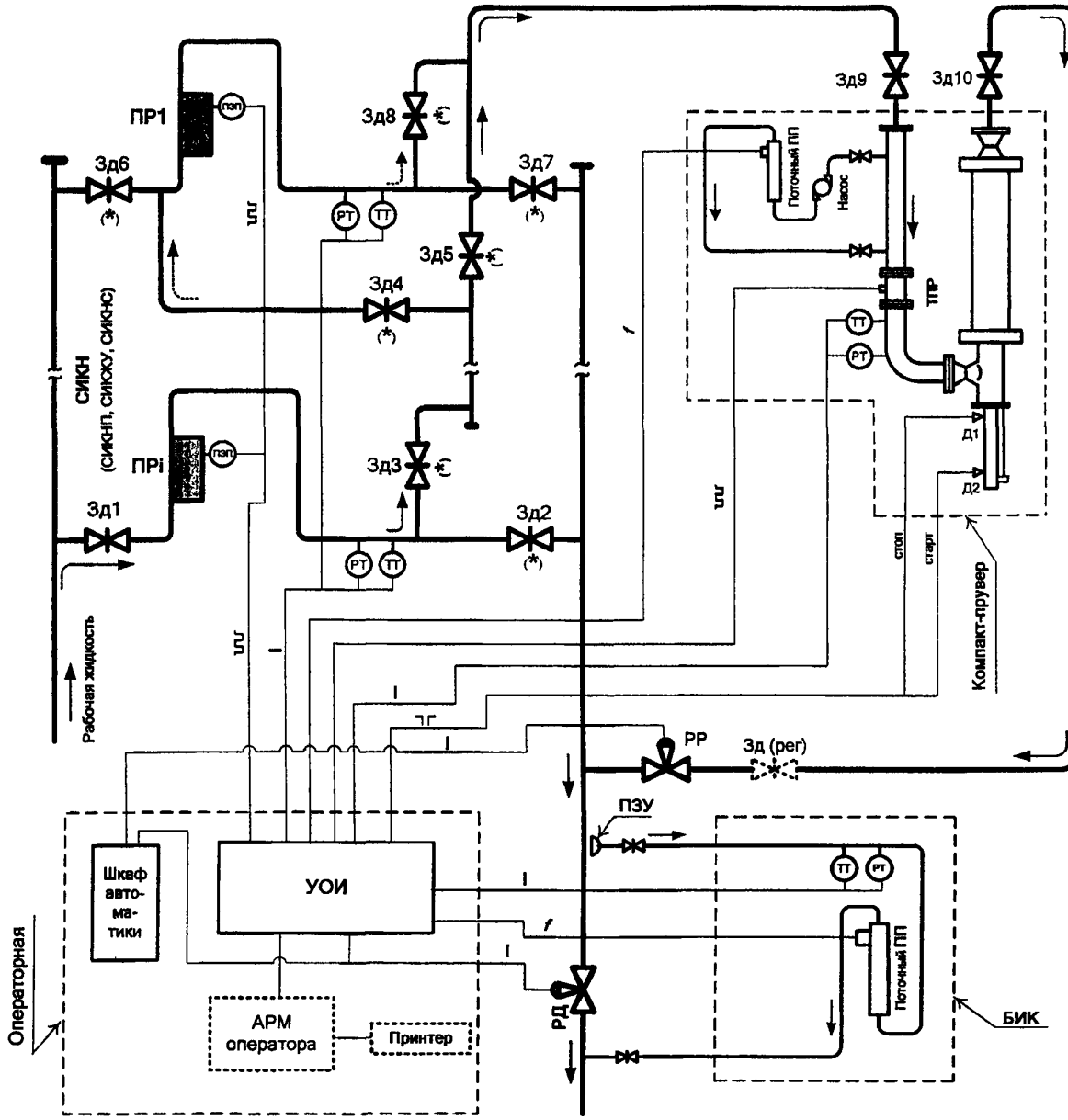

Рисунок 1 – Принципиальная технологическая и электрическая схема соединений средств поверки (компакт-прувер расположен после поверяемого массомера)

ПР1, ПРi – массомеры, ПЭП – первичный электронный преобразователь массомера; РТ - измерительный преобразователь избыточного давления; ТТ - датчик температуры; Д1÷Д2 - детекторы компакт-прувера; ПП - поточный ПП; ПЗУ - пробозаборное устройство; РР - регулятор расхода; РД - регулятор давления; Зд1÷ Зд10 - задвижки или шаровые краны; Зд (рег)- задвижка.

Примечания

1 На рисунке условно не показаны: фильтры-грязеуловители, установленные на ИЛ перед массомерами, манометры и термометры с местным отсчетом показаний, дренажные и воздушные вентили, установленные на СИКН (СИКНС, СИКНП, СИКЖУ) и компакт-прувере, остальные измерительные преобразователи и технологическое оборудование, установленные в БИК.

2 Задвижки (шаровые краны) с гарантированным перекрытием потока и устройствами контроля отсутствия протечек обозначены: (*).

3 На рисунке: компакт-прувер, укомплектованный ТПР и поточным ПП, дополнительно показан поточный ПП, установленный в БИК.

при поверке. Систему считают испытанной на герметичность, если в течение 10 минут после создания давления не наблюдается течи рабочей жидкости через фланцевые соединения, через сальники запорной арматуры, дренажных и воздушных вентилей (кранов).

Примечание - Операции по 7.7 (и далее) проводят при потоке рабочей жидкости через поточный ПП, входящий в состав компакт-прувера, если этот ПП применяют при поверке.

7.8 Проверяют отсутствие протечек рабочей жидкости через затворы запорной арматуры, на рис.1 обозначенной (*), дренажных и воздушных вентилей (кранов) при их закрытом положении. Если отсутствует возможность проверки герметичности затворов запорной арматуры, вентилей (кранов) или установлено наличие протечек, то во фланцевые соединения устанавливают металлические заглушки («блины»).

7.9 Проводят проверку отсутствия протечек рабочей жидкости минуя поршень компакт-прувера согласно эксплуатационной его документации.

7.10 Устанавливают (монтируют) остальные средства поверки и проводят необходимые электрические соединения согласно рисунку 1, проверяют правильность соединений.

Примечания

1 При подключении поверяемого массомера по варианту 1 (п. 7.3) и применении отдельного контроллера-вычислителя (в дополнение к СОИ) выходной сигнал поверяемого массомера подключают к контроллеру-вычислителю, применяемому в качестве средства поверки.

2 Отдельный контроллер, применяемый в качестве средства поверки (в частности, OMNI), при наличии технической возможности подключают к АРМ-оператора (при его наличии и соответствии его условию 4.2.8), используя соответствующий интерфейс.

7.11 Проверяют отсутствие воздуха (газа) в технологической схеме. При любом значении расхода (в рабочем диапазоне) проводят несколько пусков поршня компакт-прувера. Открывая воздушные вентили, установленные на компакт-прувере, на верхних точках технологической схемы, в БИК, проверяют наличие воздуха (газа), при необходимости воздух (газ) выпускают. Считают, что воздух (газ) в технологической схеме отсутствует, если из вентилей вытекает струя рабочей жидкости без пузырьков воздуха (газа).

Примечание – Если в качестве рабочей жидкости используют жидкие нестабильные углеводороды (согласно СТО ГАЗПРОМ 5.9), то проверку отсутствия воздуха (газа) в технологической схеме не проводят.

7.12 Контролируют стабилизацию температуры рабочей жидкости в технологической схеме, для чего при любом расходе проводят несколько последовательных пусков поршня компакт-прувера. Температуру считают стабильной, если за период пусков поршня изменение температуры рабочей жидкости в технологической схеме (ТПР - компакт-прувер - поверяемый массомер) не превышает 0,2 °С.

7.13 Подготавливают средства поверки к ведению поверочных работ согласно инструкциям по их эксплуатации.

7.14 При первичной поверке (при вводе массомера в эксплуатацию) или при использовании отдельного контроллера-вычислителя в качестве средства поверки (дополнительно к СОИ) проводят операции по 7.14.1 ÷ 7.14.4.

7.14.1 Выполняют конфигурирование импульсного выхода ПЭП массомера в соответствии с инструкцией по эксплуатации, в память ПЭП вводят максимальное значение расхода, установленного заводом-изготовителем для поверяемого массомера $Q_{max}^{зав}$ (т/ч), и значение частоты f (Гц), условно соответствующее $Q_{max}^{зав}$.

Принимают:

$$f \le f_{вх\,max} \le f_{вых}^{мас}, \qquad (1)$$

где $f_{вх\,max}$ - максимальная входная частота УОИ (СОИ или контроллера-вычислителя, применяемого в качестве средства поверки), Гц – из технического описания;

$f_{вых}^{мас}$ - максимальная выходная частота поверяемого массомера, Гц – из технического описания.

Примечания

1 При конфигурировании вместо $Q_{max}^{зав}$ допускается использовать максимальное значение рабочего диапазона по 6.3.

2 Если в качестве УОИ используют отдельный контроллер-вычислитель, то в выражении (1) используют минимальное из двух значений $f_{вх\,max}$, указанных для СОИ и контроллера-вычислителя.

7.14.2 В память УОИ вводят значение коэффициента преобразования массомера по импульсному выходу $KF_{конф}$, имп/т (далее – *K*-фактор), вычисляемое по формуле

$$KF_{конф} = \frac{f \times 3600}{Q_{max}^{зав}}, \qquad (2)$$

где f и $Q_{max}^{зав}$ - согласно 7.14.1 с учетом примечаний (при необходимости).

7.14.3 Выполняют конфигурирование каналов измерений температуры, давления, плотности УОИ.

7.14.4 В память УОИ (или АРМ оператора) вводят значение(я) вместимости(ей) калиброванного участка компакт-прувера ($м^3$) или проверяют правильность ранее введенного(ых) значения(й).

Примечание к 7.14.4 - Для компакт-прувера моделей «BROOKS-Compact Prover», СР, СР-М, ВСР-М используют вместимость калиброванного участка, определенный при поверке компакт-прувера в режиме:

- Upstream (против потока), если компакт-прувер установлен по потоку рабочей жидкости после поверяемого массомера и ТПР согласно примечаниям 1 и 3 к 4.2.3;

- Downstream (по потоку), если компакт-прувер установлен по потоку рабочей жидкости до поверяемого массомера и ТПР согласно примечаниям 1 и 3 к 4.2.3.

- если компакт-прувер установлен между ТПР и поверяемым массомером по потоку рабочей жидкости, то для определений коэффициентов преобразования ТПР используют вместимость Upstream, для определений метрологических характеристик поверяемого массомера непосредственно по компакт-пруверу – вместимость Downstream. Если компакт-прувер установлен между поверяемым массомером и ТПР по потоку рабочей жидкости, то используют вместимости Upstream и Downstream соответственно.

7.15 При очередных (внеочередных) поверках с использованием СОИ в качестве УОИ проверяют выполнение условий, изложенных в 7.14.1 ÷ 7.14.4.

7.16 Проводят установку нуля поверяемого массомера согласно заводской (фирменной) инструкции по эксплуатации данной модели массомера.

7.17 При использовании АРМ оператора, соответствующего условию 4.2.8, для автоматической обработки результатов измерений и автоматического формирования (оформления) протокола поверки, в АРМ оператора вводят исходные данные согласно протоколу поверки (приложение А) или проверяют достоверность и правильность ранее введенных исходных данных.

7.18 Представители сдающей и принимающей сторон определяют способ (в ПЭП или в СОИ) и вид реализации ГХ массомера согласно разделу 9.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При внешнем осмотре поверяемого массомера устанавливают:

- соответствие его комплектности перечню, указанному в заводской (фирменной) эксплуатационной документации (формуляре, паспорте);

- отсутствие механических повреждений, препятствующих его применению, дефектов внешних покрытий, ухудшающих его внешний вид;

- четкость, целостность надписей и обозначений, нанесенных на корпусе («шильдике»), их соответствие требованиям эксплуатационной документации;

- отсутствие нарушений герметичности кабельных вводов в ПЭП, отсутствие видимых повреждений кабеля(ей);

- соответствие заземлений сенсора и ПЭП требованиям заводской (фирменной) инструкции по эксплуатации массомера, целостность заземляющих проводов.

8.1.2 При внешнем осмотре ТПР устанавливают:

- отсутствие нарушений герметичности кабельного ввода в магнитно-индукционный датчик, отсутствие видимых повреждений контрольного кабеля;

- соответствие заземления магнитно-индукционного датчика (и ТПР в целом) требованиям заводской (фирменной) инструкции по их эксплуатации, целостность заземляющих проводов.

8.2 Опробование

8.2.1 Проверяют индикацию на дисплее УОИ или на мониторе АРМ оператора текущих значений:

- плотности рабочей жидкости, измеряемой поточным ПП, участвующим при поверке массомера (кг/м^3);

- температуры (^{o}C) и давления (МПа) рабочей жидкости в компакт-прувере (ТПР), в поточном ПП (если используют ПП, установленный в БИК), измеряемых соответствующими датчиками температуры и преобразователями давления.

8.2.2 Устанавливают минимальное значение расхода рабочего диапазона, запускают поршень компакт-прувера и проводят пробное(ые) измерение(я).

При прохождении поршнем детектора «старт» в УОИ начинается отсчет нарастающих значений:

- количества импульсов, выдаваемых массомером и ТПР (имп);

- времени прохождения поршнем калиброванного участка компакт-прувера (с).

При прохождении (достижении) поршнем детектора «стоп» в УОИ отсчет нарастающих значений перечисленных параметров прекращается.

8.2.3 В УОИ (или АРМ оператора) устанавливают количество импульсов (преднабор - $N_{зад}^{калп}$ ≥10 000) и запускают программу «опробование поверки массомера по ТПР» (при наличии такой программы) при произвольном значении расхода через ТПР и поверяемый массомер. Поршень компакт-прувера находится «в покое» - в крайнем положении.

В УОИ (или АРМ оператора) начинается отсчет количества импульсов, выдаваемых ТПР ($N^{ТПР}$), и отсчет массы рабочей жидкости, измеряемой поверяемым массомером. При достижении равенства $N^{ТПР} = N_{зад}^{ТПР}$ отсчеты количества импульсов и массы прекращаются.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Установление поверочного расхода

8.3.1.1 Метрологические характеристики (МХ) массомера определяют при крайних значениях расхода рабочего диапазона и значениях, установленных с интервалом 25 ÷ 30 % от верхнего предела рабочего диапазона.

Допускается МХ определять в трех точках рабочего диапазона: при минимальном (Q_{min}), среднем [0,5 х ($Q_{min} + Q_{max}$)] и максимальном (Q_{max}) значениях расхода (т/ч).

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

8.3.1.2 В каждой точке значение поверочного расхода контролируют по 8.3.1.3 или 8.3.1.4 в зависимости от варианта подключения поверяемого массомера (см. 7.3).

8.3.1.3 При подключении поверяемого массомера по варианту 1 требуемое значение поверочного расхода устанавливают (и контролируют), используя результаты измерений расхода (т/ч) контрольно-резервным массомером (ПР1 на рисунке 1).

Примечание – Установление и контроль значения поверочного расхода по 8.3.1.3 рекомендуется проводить при движении поршня компакт-прувера.

8.3.1.4 Если поверяемый массомер подключают по варианту 2, то значение поверочного расхода проверяют после каждого прохода поршня (Q_{ij}, т/ч) по формуле

$$Q_{ij} = \frac{V_{npij}^{КП} \times 3600}{T_{ij}} \times \rho_{npij}^{ПП} \times 10^{-3}, \qquad (3)$$

где $V_{npij}^{КП}$ - вместимость калиброванного участка компакт-прувера, приведенная к рабочим условиям в компакт-прувере, имеющим место при i-м измерении при установлении расхода в j-й точке расхода, м^3. Определяют по 8.3.1.6.

T_{ij} - время прохода поршнем калиброванного участка компакт-прувера по 3.1.5 при i-м измерении при установлении расхода в j-й точке расхода, с;

$\rho_{npij}^{ПП}$ - плотность рабочей жидкости, измеренная участвующим в поверке поточным ПП и приведенная к рабочим условиям в компакт-прувере при i-м измерении в j-й точке расхода, кг/м^3. Определяют по 9.1.1.3 (формула 13*б*).

8.3.1.5 Значение поверочного расхода после каждого прохода поршня допускается проверять, используя формулу (3*а*) вместо формулы (3), т.е. не приводя вместимость калиброванного участка компакт-прувера и измеренную плотность к рабочим условиям

$$Q_{ij} = \frac{V_o^{КП} \times 3600}{T_{ij}} \times \rho_{ij}^{ПП} \times 10^{-3}, \qquad (3а)$$

где $V_o^{КП}$ - вместимость калиброванного участка компакт-прувера согласно свидетельству о поверке с учетом примечания к 7.14.4 ($м^3$);

$\rho_{ij}^{ПП}$ - плотность рабочей жидкости, измеренная участвующим в поверке поточным ПП при *i*-м измерении при установлении расхода в *j*-й точке, $кг/м^3$.

8.3.1.6 Вместимость $V_{пр ij}^{КП}$ определяют по формуле

$$V_{пр\,ij}^{КП} = V_o^{КП} \times \left[1 + 2\alpha_t^{чил} \times \left(t_{ij}^{КП} - 20\right) + \alpha_t^{ст} \times \left(t_{ij}^{ст} - 20\right)\right] \times \left(1 + \frac{0{,}95 \times D}{E \times s} \times P_{ij}^{КП}\right), \qquad (4)$$

где $\alpha_t^{чил}$ - коэффициент линейного расширения материала цилиндра компакт-прувера, $^0C^{-1}$ (значение берут из таблицы Б.1 приложения Б);

$t_{ij}^{КП}$ и $P_{ij}^{КП}$ - температура (°С) и давление (МПа) рабочей жидкости в компакт-прувере (в цилиндре) соответственно при *i*-м измерении в *j*-й точке расхода;

$\alpha_t^{ст}$ - коэффициент линейного расширения материала стержня, на котором установлены оптические сигнализаторы (детекторы), $^0C^{-1}$ (значение берут из таблицы Б.1 приложения Б);

$t_{ij}^{ст}$ - температура стержня, на котором установлены оптические сигнализаторы (детекторы), при *i*-м измерении в *j*-й точке расхода, $^0C^{-1}$;

D и s – внутренний диаметр и толщина стенок калиброванного участка компакт-прувера соответственно, мм (значения берут из паспорта или эксплуатационной документации на компакт-прувер);

E - модуль упругости материала стенок компакт-прувера, МПа (значение берут из таблицы Б.1 приложения Б);

Примечание - Для компакт-прувера моделей СР, СР-М и ВСР-М температуру стержня ($t_{ij}^{ст}$) принимают равной температуре окружающего воздуха, для модели «SYNCROTRAK» - температуре, измеренной датчиком, установленным на стержне.

8.3.1.7 Отклонение установленного поверочного расхода в точке от требуемого (задаваемого) значения: не более 2,0 %.

8.3.1.8 В случае невыполнения условия 8.3.1.7 повторно проводят операции по 8.3.1.3 или 8.3.1.4 (8.3.1.5).

8.3.1.9 При поверке массомера, эксплуатируемого в составе СИКНС, дополнительно проводят контроль величины расхода через БИК (поточный ПП) - $Q_j^{БИК}$, $м^3/ч$. Требуемое значение $Q_{j\,треб}^{БИК}$ определяют для каждой точки поверочного расхода по формуле

$$Q_{j\,треб}^{БИК} = Q_j^{пов} \times \frac{S_{ПЗУ}}{S_{пр}}, \qquad (5)$$

где $Q_j^{пов}$ - значение поверочного расхода в *j*-й точке, м^3/ч;

$S_{тр}$ - площадь поперечного сечения трубопровода в месте отбора пробы в БИК (в месте установки ПЗУ), мм^2;

$S_{ПЗУ}$ - суммарная площадь поперечного сечения входных отверстий ПЗУ, мм^2.

При необходимости корректируют значение расхода, используя регулятор и преобразователь расхода (расходомер), установленные в БИК. Допускают: $Q_j^{БИК} = Q_{jтреб}^{БИК} \pm 5\ \%$.

8.3.1.10 После стабилизации расхода и температуры рабочей жидкости и установления требуемой величины $Q_j^{БИК}$ проводят измерения по 8.3.2 или 8.3.3. Измерения проводят в каждой в *j*-й точке расхода по 8.3.1.1.

8.3.2 Выполнение измерений с применением ТПР

8.3.2.1 В каждой *j*-й точке расхода определяют коэффициент преобразования ТПР ($K_j^{ТПР}$, имп/м^3), для чего выполняют операции по 8.3.2.2 ÷ 8.3.2.7.

8.3.2.2 В каждой *j*-й точке расхода проводят не менее 5-ти серии проходов поршня компакт-прувера ($n_{icepj} \geq 5$). Для каждой *i*-й серии в *j*-й точке устанавливают не менее 5-ти и не более 20-ти проходов поршня ($5 \leq l_{icepj} \leq 20$).

Количество проходов l_{icepj} выбирают, учитывая возможное изменение свойств рабочей жидкости при поверке (плотности, вязкости, температуры и т. д.)

8.3.2.3 Для каждой *i*-й серии проходов поршня в *j*-й точке расхода регистрируют (отсчитывают) и записывают в протокол поверки (приложение А) средние арифметические значения за количество проходов поршня, равное l_{icepj}:

- количества импульсов, выдаваемых ТПР ($\overline{N}_{ij}^{ТПР}$, имп);

- температуры рабочей жидкости в компакт-прувере ($\overline{t}_{ij}^{КП}$, °С);

- давления рабочей жидкости в компакт-прувере ($\overline{P}_{ij}^{КП}$, МПа);

- плотности рабочей жидкости, измеренной поточным ПП, участвующим в поверке, ($\overline{\rho}_{ij}^{ПП}$, кг/м^3);

- массового расхода ($\overline{Q}_{ij}$, т/ч). Для усреднения используют значения расхода, измеренные по 8.3.1.3 или определенные по 8.3.1.4 для каждого прохода поршня в серии;

- температуры и давления рабочей жидкости в ТПР ($\overline{t}_{ij}^{ТПР}$, °С и $\overline{P}_{ij}^{ТПР}$, МПа соответственно) – только в случае, если при поверке используют ТПР, не входящий в состав компакт-прувера (см. примечание 2 к 4.2.3).

8.3.2.4 Для каждой *i*-й серии проходов поршня в *j*-й точке расхода определяют коэффициент преобразования ТПР ($K_{ij}^{ТПР}$, имп/м^3) по формуле

$$K_{ij}^{ТПР} = \frac{\overline{N}_{ij}^{ТПР}}{V_{np\,ij}^{КП}}. \qquad (6)$$

8.3.2.5 Значение вместимости калиброванного участка $V_{np\,ij}^{КП}$ определяют:

а) по формуле (4), если применяют компакт-прувер моделей СР, СР-М, ВСР-М и ТПР, входящий в состав компакт-прувера. В этом случае в формуле (4) принимают: $t_{ij}^{КП} = \overline{t}_{ij}^{КП}$ и $P_{ij}^{КП} = \overline{P}_{ij}^{КП}$;

б) по формуле (7), если применяют компакт-прувер всех моделей по 1.1.2 и ТПР, не входящий в состав компакт-прувера согласно примечаниям 1 и 3 к 4.2.3,

$$V_{np\,ij}^{КП} = V_o^{КП} \times \left[1+2\alpha_t^{цил} \times \left(\overline{t}_{ij}^{КП} - 20\right) + \alpha_t^{ст} \times \left(t_{ij}^{ст} - 20\right)\right] \times \left(1 + \frac{0{,}95 \times D}{E \times s} \times \overline{P}_{ij}^{КП}\right) \times$$
$$\times \left[1 + \beta_{жij} \times \left(\overline{t}_{ij}^{ТПР} - \overline{t}_{ij}^{КП}\right)\right] \times \left[1 - \gamma_{жij} \times \left(\overline{P}_{ij}^{ТПР} - \overline{P}_{ij}^{КП}\right)\right], \qquad (7)$$

где $\beta_{жij}$ и $\gamma_{жij}$ - коэффициенты объёмного расширения ($^{\circ}C^{-1}$) и сжимаемости рабочей жидкости (МПа$^{-1}$) соответственно при *i*-й серии проходов поршня в *j*-й точке расхода, значения которых определяют по приложению В.

8.3.2.6 Оценивают повторяемость коэффициентов преобразования ТПР, определенных для каждой *i*-й серии проходов поршня в *j*-й точке расхода ($П_{ij}$, %), по формуле

$$П_{ij} = \frac{K_{ij\,max}^{ТПР} - K_{ij\,min}^{ТПР}}{K_{ij\,min}^{ТПР}} \times 100 \le 0{,}02\,\%, \qquad (8)$$

где $K_{ij\,max}^{ТПР}$ и $K_{ij\,min}^{ТПР}$ - максимальное и минимальное значения коэффициентов преобразования ТПР соответственно из ряда значений, определенных по 8.3.2.4 для *i*-й серии проходов поршня в *j*-й точке расхода.

При выполнении условия (8) проводят дальнейшие (следующие ниже) операции.

8.3.2.7 Определяют коэффициент преобразования ТПР в *j*-й точке расхода ($K_j^{ТПР}$, имп/м^3) по формуле

$$K_j^{ТПР} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{icap\,j}} K_{ij}^{ТПР}}{n_{icap\,j}}. \qquad (9)$$

8.3.2.8 В память УОИ (или АРМ оператора) вводят:

- значение коэффициента преобразования ТПР ($K_j^{ТПР}$), определенное по 8.3.2.7;

- количество импульсов для ТПР ($N_{зад}^{ТПР}$). Рекомендуется: $N_{зад}^{ТПР} \ge 10000$.

Проводят операции для определения МХ поверяемого массомера в j-й точке по 8.3.2.9 и 8.3.2.10 (при этом поршень компакт-прувера находится в «покое»). Для чего запускают программу в УОИ или (и) АРМ оператора «поверка массомера по ТПР».

8.3.2.9 В каждой (j-й) точке расхода проводят не менее 5-ти последовательных отсчётов ($n_j^{мас} \geq 5$). Один отсчёт: выдача ТПР количества импульсов $N_{ij}^{ТПР}$, равного $N_{зад}^{ТПР}$.

8.3.2.10 После каждого i-го отсчёта в j-й точке регистрируют и записывают в протокол поверки (приложение А) значения:

- объема рабочей жидкости, измеренного ТПР ($V_{ij}^{ТПР}$, м^3), с использованием алгоритма: $V_{ij}^{ТПР} = N_{ij}^{ТПР} / K_j^{ТПР}$;

- количества импульсов, выданных поверяемым массомером, ($N_{ij}^{мас}$, т);

- плотности рабочей жидкости, измеренной поточным ПП, участвующим в поверке, ($\rho_{ij}^{ПП}$, кг/м^3);

- температуры и давления рабочей жидкости в ТПР ($t_{ij}^{ТПР}$, °С и $P_{ij}^{ТПР}$, МПа соответственно);

- температуры и давления рабочей жидкости в поточном ПП ($t_{ij}^{ПП}$, °С и $P_{ij}^{ПП}$, МПа соответственно).

Примечание – Если при поверке используют поточный ПП и ТПР, установленные на компакт-прувере, то температуру и давление рабочей жидкости в поточном ПП не регистрируют.

8.3.2.11 После выполнения отсчетов по 8.3.2.10 (в каждой j-й точке) проводят повторное определение коэффициента преобразования ТПР ($K_j^{*ТПР}$) по 8.3.2.2 ÷ 8.3.2.5 и 8.3.2.7. Оценивают отклонение (относительное) $K_j^{*ТПР}$ от $K_j^{ТПР}$ (δ_j^K, %) по формуле

$$\delta_j^K = \frac{K_j^{*ТПР} - K_j^{ТПР}}{K_j^{ТПР}} \times 100 \leq 0,02\,\%. \qquad (10)$$

При соблюдении условия (10) проводят обработку результатов измерений по разделу 9: определяют ГХ, определяют и оценивают МХ поверяемого массомера.

Примечание – При применении контроллера OMNI, входящего в состав компакт-прувера, допускается операции по 8.3.2 проводить по алгоритмам, установленным в контроллере OMNI.

8.3.3 Выполнение измерений без применения ТПР

8.3.3.1 При значении поверочного расхода (Q_j): $Q_j \leq 0,15 \times Q_{max}^{ТПР}$ ($Q_{max}^{ТПР}$ - верхний предел измерений ТПР) и в случаях по примечанию 2 к разделу 1 измерения для определения

МХ поверяемого массомера проводят непосредственно по компакт-пруверу (без применения ТПР) по 8.3.3.2 и 8.3.3.3.

8.3.3.2 Проводят серию измерений по 8.3.2.2.

8.3.3.3 Для каждой *i*-й серии проходов поршня в *j*-й точке расхода регистрируют (отсчитывают) и записывают в протокол поверки (приложение А) средние арифметические значения за количество проходов поршня, равное l_{icepj}:

- количества импульсов, выдаваемых поверяемым массомером ($\overline{N}_{ij}^{мас}$, имп);

- температуры и давления рабочей жидкости в компакт-прувере ($\overline{t}_{ij}^{КП}$, °С и $\overline{P}_{ij}^{КП}$, МПа соответственно);

- температуры и давления рабочей жидкости в поточном ПП ($\overline{t}_{ij}^{ПП}$, °С и $\overline{P}_{ij}^{ПП}$, МПа соответственно) – только в случае применения поточного ПП, установленного в БИК;

- плотности рабочей жидкости, измеренной поточным ПП, участвующим в поверке массомера, ($\overline{\rho}_{ij}^{ПП}$, кг/м^3);

- массового расхода ($\overline{Q}_{ij}$, т/ч).

Далее проводят обработку результатов измерений по разделу 9.

Примечание - Операции и вычисления по 8.3.2 и 8.3.3 проводят, используя установленные в УОИ (или АРМ оператора) алгоритмы, аттестованные по МИ 2174 или МИ 2676.

9 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

9.1 Определение параметров ГХ массомера.

При любом способе реализации ГХ (в ПЭП или СОИ) проводят операции по 9.1.1.

9.1.1 Для каждого *i*-го измерения в *j*-й точке расхода вычисляют значение массы рабочей жидкости ($M_{ij}^{РЭ}$, т) по 9.1.1.1 или 9.1.1.2, используя результаты измерений рабочих эталонов (ТПР или компакт-прувер и поточный ПП).

Примечание – В пункте 9.1.1 и далее за *i*-ое измерение принимают: *i*-ую серию проходов поршня, если определение МХ массомера проводилось непосредственно по компакт-пруверу, или *i*-й отсчет, если измерения проводились с применением ТПР.

9.1.1.1 Для измерений с применением ТПР (см. 8.3.2) в зависимости от применяемого в поверке поточного ПП и ТПР значение $M_{ij}^{РЭ}$ определяют:

а) по формуле (11*а*), если применяют поточный ПП, установленный в БИК [в составе СИКН (СИКНП, СИКЖУ, СИКНС)], и ТПР по любому из вариантов пункта 4.2.3

$$M_{ij}^{РЭ} = V_{ij}^{ТПР} \times \rho_{прij}^{ПП} \times 10^{-3} = N_{ij}^{ТПР} / K_j^{ТПР} \times \rho_{прij}^{ПП} \times 10^{-3}; \qquad (11а)$$

б) по формуле (11*б*), если применяют поточный ПП и ТПР, входящие в состав компакт-прувера (установленные на компакт-прувере),

$$M_{ij}^{Рэ} = V_{ij}^{ТПР} \times \rho_{ij}^{ПП} \times 10^{-3} = N_{ij}^{ТПР} / K_j^{ТПР} \times \rho_{ij}^{ПП} \times 10^{-3}, \qquad (11б)$$

где $V_{ij}^{ТПР}$ - объем рабочей жидкости по 8.3.2.10 (перечисление первое), м^3;

$\rho_{прij}^{ПП}$ - плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП и приведенная к рабочим условиям в ТПР (компакт-прувере) при *i*-м измерении в *j*-й точке расхода, кг/м^3. Определяют по формуле (13а), если ТПР в составе СИКН (СИКНП, СИКЖУ, СИКНС), и по формуле (13*б*), если ТПР в составе компакт-прувера;

$\rho_{ij}^{ПП}$ - плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП, установленным на компакт-прувере, при *i*-м измерении в *j*-й точке расхода, кг/м^3.

9.1.1.2 Для измерений без применения ТПР (см. 8.3.3) и в зависимости от применяемого в поверке поточного ПП значение $M_{ij}^{Рэ}$ определяют:

а) по формуле (12*а*), если применяют поточный ПП, установленный в БИК,

$$M_{ij}^{Рэ} = V_{прij}^{КП} \times \rho_{прij}^{ПП} \times 10^{-3}; \qquad (12а)$$

где $V_{прij}^{КП}$ - вместимость калиброванного участка компакт-прувера, определяемая по 8.3.1.6, м^3, при этом в формуле (4) принимают: $t_{ij}^{КП} = \bar{t}_{ij}^{КП}$ и $P_{ij}^{КП} = \bar{P}_{ij}^{КП}$;

$\rho_{прij}^{ПП}$ - значение плотности, определяемое по формуле (13*б*), кг/м^3;

б) по формуле (12*б*), если применяют ПП, установленный на компакт-прувере,

$$M_{ij}^{Рэ} = V_{прij}^{КП} \times \rho_{ij}^{ПП} \times 10^{-3}, \qquad (12б)$$

9.1.1.3 Значение $\rho_{прij}^{ПП}$ определяют по одной из формул [(13*а*) или (13*б*)]

$$\rho_{прij}^{ПП} = \rho_{ij}^{БИК} \times \left[1 + \beta_{жij} \times \left(t_{ij}^{ПП} - t_{ij}^{ТПР}\right)\right] \times \left[1 + \gamma_{жij} \times \left(P_{ij}^{ТПР} - P_{ij}^{ПП}\right)\right], \qquad (13а)$$

$$\rho_{прij}^{ПП} = \rho_{ij}^{БИК} \times \left[1 + \beta_{жij} \times \left(t_{ij}^{ПП} - t_{ij}^{КП}\right)\right] \times \left[1 + \gamma_{жij} \times \left(P_{ij}^{КП} - P_{ij}^{ПП}\right)\right], \qquad (13б)$$

где $\rho_{ij}^{БИК}$ - плотность рабочей жидкости, измеренная ПП, установленным в БИК, при *i*-м измерении в *j*-й точке расхода, кг/м^3;

$\beta_{жij}$ - коэффициент объемного расширения рабочей жидкости (°С$^{-1}$), значение которого определяют из приложения В;

$\gamma_{жij}$ - коэффициент сжимаемости рабочей жидкости (МПа$^{-1}$), значение которого определяют по приложению В.

Примечания к 9.1.1.1 ÷ 9.1.1.3

1 В формуле (13*б*) для случая 9.1.1.2 принимают: $t_{ij}^{ПП} = \bar{t}_{ij}^{ПП}$, $t_{ij}^{КП} = \bar{t}_{ij}^{КП}$, $P_{ij}^{ПП} = \bar{P}_{ij}^{ПП}$ и $P_{ij}^{КП} = \bar{P}_{ij}^{КП}$.

2 В формуле (13*б*) для случая 9.1.1.2 принимают: $t_{ij}^{пп} = \bar{t}_{ij}^{пп}$, $t_{ij}^{кп} = \bar{t}_{ij}^{кп}$, $P_{ij}^{пп} = \bar{P}_{ij}^{пп}$ **и** $P_{ij}^{кп} = \bar{P}_{ij}^{кп}$.

9.1.2 Дальнейшую обработку результатов измерений проводят по 9.1.3 или 9.1.4 в зависимости от способа реализации ГХ поверяемого массомера.

9.1.3 ГХ массомера реализуют в ПЭП

9.1.3.1 Для каждого *i*-го измерения в *j*-й точке расхода определяют значение массы рабочей жидкости, измеренной поверяемым массомером ($M_{ij}^{мас}$, т), по формуле

$$M_{ij}^{мас} = \frac{N_{ij}^{мас}}{KF_{конф}}. \qquad (14)$$

9.1.3.2 Определяют коэффициент коррекции измерений массы (mass-factor) (далее – коэффициент коррекции) при *i*-м измерении в *j*-й точке расхода (MF_{ij}) по формуле

$$MF_{ij} = \frac{M_{ij}^{рэ}}{M_{ij}^{мас}} \times MF_{диап}^{уст}, \qquad (15)$$

где $MF_{диап}^{уст}$ - коэффициент коррекции измерений массы, установленный в ПЭП по результатам предыдущей периодической поверки.

Примечания

1 Для массомера, оснащенного с ПЭП без функции ввода в его память значения коэффициента коррекции измерений массы, принимают: $MF_{диап}^{уст} = 1$.

2 При первичной поверке массомера любой модели (перед вводом его в эксплуатацию или после замены ПЭП) принимают: $MF_{диап}^{уст} = 1$.

9.1.3.3 Вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента коррекции в *j*-й точке расхода ($\overline{MF}_j$) по формуле

$$\overline{MF}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MF_{ij}}{n_j}, \qquad (16)$$

где n_j - количество измерений в *j*-й точке расхода.

9.1.3.4 Определяют и оценивают среднее квадратическое отклонение (далее - СКО) результатов определений коэффициентов коррекции для точек расхода в рабочем диапазоне ($S_{диап}^{MF}$, %) по формуле

$$S_{диап}^{MF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n_j}\left(\frac{MF_{ij} - \overline{MF}_j}{\overline{MF}_j}\right)^2}{\Sigma n_j - 1}} \times 100 \le 0{,}03\,\%, \qquad (17)$$

где Σn_j - суммарное количество измерений в рабочем диапазоне;

m – количество точек разбиения рабочего диапазона.

9.1.3.5 В случае невыполнения условия (17) в какой-либо точке расхода дальнейшую обработку результатов измерений прекращают, выясняют и устраняют причины, вызвавшие невыполнение условия (17). При необходимости повторно проводят операции по 8.3.

При выполнении условия (17) проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

9.1.3.6 Вычисляют среднее арифметическое значение коэффициента коррекции измерений массы для поверяемого массомера в рабочем диапазоне расхода ($MF_{диап}$) по формуле

$$MF_{диап} = \frac{\sum_{j=1}^{m} \overline{MF_j}}{m}. \qquad (18)$$

9.1.3.7 Вычисляют новое значение градуировочного коэффициента $K_{гр}$ по формуле

$$K_{гр} = K_{гр}^{ПЭП} \times MF_{диап}, \qquad (19)$$

где $K_{гр}^{ПЭП}$ - градуировочный коэффициент, определенный при предыдущей поверке или заводской калибровке (при выпуске из производства) и установленный в ПЭП.

Примечания

1 Новое значение $K_{гр}$ определяют только для ПЭП, не имеющего функцию ввода коэффициента коррекции $MF_{диап}$.

2 При первичной поверке следует иметь в виду, что значение $K_{гр}^{ПЭП}$ в фирменном (заводском) калибровочном сертификате соответствует значению реквизита:

- Flow Cal (первые пять значащих цифр) - для массомера модели Micro Motion;

- Calibration factor – для массомера модели Promass;

- Sensor Coefficient SK20 – для массомера модели ROTAMASS.

9.1.4 ГХ массомера реализуют в СОИ

9.1.4.1 Вычисляют значение K-фактора для i-го измерения в j-й точке расхода (KF_{ij}, имп/т) по формуле

$$KF_{ij} = \frac{N_{ij}^{имп}}{M_{ij}^{рр}}. \qquad (20)$$

9.1.4.2 Вычисляют среднее значение K-фактора для j-й точки расхода ($\overline{KF_j}$, имп/т) по формуле

$$\overline{KF_j} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} KF_{ij}}{n_j}. \qquad (21)$$

9.1.4.3 В зависимости от вида реализации ГХ в СОИ определяют и оценивают СКО результатов определений *K*-фактора для точек расхода:

а) в рабочем диапазоне ($S^{KF}_{диап}$, %), если ГХ реализуют в виде постоянного значения *K*-фактора в рабочем диапазоне, по формуле

$$S^{KF}_{диап} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n_j}\left(\frac{KF_{ij} - \overline{KF}_j}{\overline{KF}_j}\right)^2}{\Sigma n_j - 1}} \times 100 \le 0{,}03\,\%. \qquad (22а)$$

б) в каждом *k*-м поддиапазоне расхода (S^{KF}_{k}, %), если ГХ реализуют в виде кусочно-линейной аппроксимации, по формуле

$$S^{KF}_{k} = \sqrt{\frac{\sum_{j=k}^{k+1}\sum_{i=1}^{n_j}\left(\frac{KF_{ij} - \overline{KF}_j}{\overline{KF}_j}\right)^2}{(n_j + n_{j+1} - 1)_k}} \times 100 \le 0{,}03\,\%. \qquad (22б)$$

9.1.4.4 В случае несоблюдения условия (22*а*) или (22*б*) при необходимости повторно проводят операции по 8.3.

При положительных результатах оценки $S^{KF}_{диап}$ по (22*а*) или S^{KF}_{k} по (22*б*) проводят дальнейшую обработку результатов измерений.

9.1.4.5 Если ГХ массомера реализуют в виде постоянного значения *K*-фактора в рабочем диапазоне, то вычисляют среднее значение *K*-фактора для рабочего диапазона ($KF_{диап}$, имп/т) по формуле

$$KF_{диап} = \frac{\sum_{j=1}^{m}\overline{KF}_j}{m}. \qquad (23)$$

9.1.5 Условия определения погрешностей массомера

9.1.5.1 Случайную и систематическую составляющие погрешности и относительную погрешность массомера определяют по 9.2 ÷ 9.4 в зависимости от способа и вида реализации его ГХ.

9.1.5.2 Составляющие погрешности и относительную погрешность массомера, используемого как в качестве контрольного, так и в качестве рабочего, определяют при доверительной вероятности P = 0,95.

9.2 Определение погрешностей массомера при реализации его ГХ в ПЭП

9.2.1 При реализации ГХ в ПЭП случайную и систематическую составляющие погрешности и относительную погрешность массомера определяют для рабочего диапазона.

9.2.2 Определение случайной составляющей погрешности массомера

Случайную составляющую погрешности массомера (ε, %) определяют по формуле

$$\varepsilon = t_{(P,n)} \times S_{диап}^{MF}, \qquad (24)$$

где $t_{(P,n)}$ - квантиль распределения Стьюдента [коэффициент, зависящий от доверительной вероятности Р и количества измерений n ($n = \Sigma n_j$), значение которого определяют из таблицы Г.1 приложения Г];

$S_{диап}^{MF}$ - значение СКО, определенное по формуле (17).

9.2.3 Определение систематической составляющей погрешности массомера

9.2.3.1 Систематическую составляющую погрешности массомера (θ_Σ, %) определяют по формуле

$$\theta_\Sigma = 1{,}1 \times \sqrt{(\delta_{КП})^2 + (\delta_{ПП})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_K^{УОИ}) + (\theta_{диап}^{MF})^2 + (\delta_0^{мас})^2}, \qquad (25)$$

где $\delta_{КП}$ - пределы относительной погрешности компакт-прувера согласно описанию типа (или из свидетельства о поверке), %;

$\delta_{ПП}$ - пределы допускаемой относительной погрешности поточного ПП, применяемого при поверке массомера, % (из свидетельства о поверке);

θ_t - дополнительная составляющая систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры рабочей жидкости в компакт-прувере и поточном ПП, % (определяют по 9.2.3.2, формула 26);

$\delta_K^{УОИ}$ - пределы допускаемой относительной погрешности УОИ при вычислении *K*-фактора массомера, % (из описания типа или свидетельства о поверке);

$\theta_{диап}^{MF}$ - составляющая систематической погрешности массомера, вызванная усреднением (аппроксимацией) коэффициента коррекции ($MF_{диап}$) в рабочем диапазоне, % (определяют по 9.2.3.3, формула 27);

$\delta_0^{мас}$ - значение относительной погрешности стабильности нуля массомера, определенное по 9.2.3.4 (формула 28), %.

9.2.3.2 Значение дополнительной составляющей систематической погрешности (θ_t) вычисляют по формуле

$$\theta_t = \beta_{ж\,max} \times \sqrt{(\Delta t_{КП})^2 + (\Delta t_{ПП})^2} \times 100, \qquad (26)$$

где $\beta_{ж\,max}$ - максимальное из ряда значений $\beta_{жij}$, определенных по приложению В при измерениях, проводимых для определения МХ массомера, °С $^{-1}$;

$\Delta t_{КП}$ и $\Delta t_{ПП}$ - пределы допускаемых абсолютных погрешностей датчиков температуры (или термометров), используемых в процессе поверки для измерений температуры рабочей жидкости в компакт-прувере и поточном ПП, соответственно, °С (из действующих свидетельств о поверке).

Примечание – При использовании поточного ПП, установленного на компакт-прувере, в формуле 26: $\Delta t_{ПП} = 0$. В этом случае формула 26 принимает вид:

$$\theta_t = \beta_{ж\,max} \times \Delta t_{КП} \times 100. \qquad (26а)$$

9.2.3.3 Составляющую систематической погрешности (θ_{MF}, %) определяют по формуле

$$\theta_{диап}^{MF} = \left| \frac{\overline{MF_j} - MF_{диап}}{MF_{диап}} \right|_{max} \times 100. \qquad (27)$$

9.2.3.4 Относительную погрешность стабильности нуля определяют по формуле

$$\delta_0^{мас} = \frac{2 \times ZS}{Q_{min} + Q_{max}} \times 100, \qquad (28)$$

где ZS - значение стабильности нуля, т/ч (из описания типа массомера).

Примечания к 9.2.3

1 При поверке массомера на месте эксплуатации дополнительной систематической погрешностью массомера, вызванной изменением давления рабочей жидкости при эксплуатации от значения, имеющего место при поверке, пренебрегают.

2 Относительную погрешность стабильности нуля ($\delta_0^{мас}$) определяют только для тех массомеров, для которых $\delta_0^{мас}$ является составляющей относительной погрешности массомера (*согласно описанию типа, учитывая тип ПЭП*).

В частности, для массомеров Micro Motion, оснащенных с ПЭП моделей 1500, 1700, 2400, 2500, 2700, 3500, 3700, относительную погрешность стабильности нуля не определяют и принимают равной нулю.

9.2.4 Определение относительной погрешности массомера

Относительную погрешность массомера (δ, %) определяют по формуле

$$\delta = \begin{cases} Z_{(P)} \times (\theta_\Sigma + \varepsilon), & \text{если } 0{,}8 \le \theta_\Sigma / S_{диап}^{MF} \le 8 \\ \theta_\Sigma, & \text{если } \theta_\Sigma / S_{диап}^{MF} > 8, \end{cases} \qquad (29)$$

где $Z_{(P)}$ - коэффициент, зависящий от доверительной вероятности Р и величины соотношения $\theta_\Sigma / S^{MF}_{диап}$, значение которого берут из таблицы Г.2 приложения Г.

9.3 Определение погрешностей массомера при реализации его ГХ в СОИ в виде постоянного значения *K*-фактора (имп/т)

9.3.1 При таком виде реализации ГХ в СОИ составляющие погрешности и относительную погрешность определяют для рабочего диапазона.

9.3.2 Определение случайной составляющей погрешности массомера

Случайную составляющую погрешности массомера (ε, %) определяют по формуле

$$\varepsilon = t_{(P,n)} \times S^{KF}_{диап}, \qquad (30)$$

где $S^{KF}_{диап}$ - значение СКО, определенное по формуле (22*а*).

Примечание – при определении $t_{(P,n)}$ принимают: $n = \Sigma n_j$.

9.3.3 Определение систематической составляющей погрешности массомера

9.3.3.1 Систематическую составляющую погрешности массомера (θ_Σ, %) определяют (с учетом примечаний к 9.2.3) по формуле

$$\theta_\Sigma = 1{,}1 \times \sqrt{(\delta_{КП})^2 + (\delta_{ПП})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_K^{УОИ}) + (\theta^{KF}_{диап})^2 + (\delta_0^{мас})^2}, \qquad (31)$$

где $\theta^{KF}_{диап}$ - составляющая систематической погрешности, обусловленной аппроксимацией ГХ массомера в рабочем диапазоне расхода, %, определяемая по 9.3.3.2 (формула 32).

9.3.3.2 Составляющую систематической погрешности, обусловленную аппроксимацией ГХ массомера в рабочем диапазоне расхода ($\theta^{KF}_{диап}$, %), определяют по формуле

$$\theta^{KF}_{диап} = \left| \frac{\overline{KF}_j - KF_{диап}}{KF_{диап}} \right|_{max} \times 100. \qquad (32)$$

9.3.4 Определение относительной погрешности массомера

Относительную погрешность массомера (δ, %) определяют по формуле

$$\delta = \begin{cases} Z_{(P)} \times (\theta_\Sigma + \varepsilon), & \text{если } 0{,}8 \le \theta_\Sigma / S^{KF}_{диап} \le 8 \\ \theta_\Sigma, & \text{если } \theta_\Sigma / S^{KF}_{диап} > 8. \end{cases} \qquad (33)$$

где $Z_{(P)}$ - коэффициент, зависящий от доверительной вероятности Р и величины соотношения $\theta_\Sigma / S^{KF}_{диап}$, значение которого берут из таблицы Г.2 приложения Г.

9.4 Определение погрешностей массомера при реализации его ГХ в СОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации

9.4.1 При таком виде реализации ГХ составляющие погрешности и относительную погрешность определяют для каждого *k*-го поддиапазона расхода.

9.4.2 Определение случайной составляющей погрешности массомера

Случайную составляющую погрешности массомера (ε_k, %) определяют по формуле

$$\varepsilon_k = t_{(P,n)} \times S_k^{KF}, \qquad (34)$$

где S_k^{KF} - значение СКО, определенное по формуле (22*б*), %.

Примечание - при определении $t_{(P,n)}$ принимают: $n = (n_j + n_{j+1})_k$.

9.4.3 Определение систематической составляющей погрешности массомера

9.4.3.1 Систематическую составляющую погрешности массомера ($\theta_{\Sigma k}$, %) определяют (с учетом примечаний к 9.2.3) по формуле

$$\theta_\Sigma = 1{,}1 \times \sqrt{(\delta_{КП})^2 + (\delta_{ПП})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_K^{УОИ}) + (\theta_k^{KF})^2 + (\delta_{0k}^{мас})^2}, \qquad (35)$$

где θ_k^{KF} - составляющая систематической погрешности, обусловленная аппроксимацией ГХ массомера в *k*-м поддиапазоне расхода, определяемая по 9.4.3.2 (формула 36), %;

$\delta_{0k}^{мас}$ - относительная погрешность стабильности нуля в *k*-м поддиапазоне, определяемая по 9.4.3.3 (формула 37), %.

9.4.3.2 Составляющую систематической погрешности, обусловленную аппроксимацией ГХ массомера в *k*-м поддиапазоне расхода (θ_k^{KF}, %), определяют по формуле

$$\theta_k^{KF} = \frac{1}{2} \times \left| \frac{\overline{KF}_j - \overline{KF}_{j+1}}{\overline{KF}_j + \overline{KF}_{j+1}} \right|_{(k)} \times 100. \qquad (36)$$

9.4.3.3 Относительную погрешность ($\delta_{0k}^{мас}$, %) определяют по формуле

$$\delta_{0k}^{мас} = \frac{2 \times ZS}{Q_{kmin} + Q_{kmax}} \times 100, \qquad (37)$$

где Q_{kmin} и Q_{kmax} – минимальное и максимальное значения расхода в *k*-м поддиапазоне (в начале и в конце *k*-го поддиапазона) соответственно, т/ч.

9.4.4 Определение относительной погрешности массомера

Относительную погрешность массомера (δ_k, %) определяют по формуле

$$\delta_k = \begin{cases} Z_{(P)} \times \left(\theta_{\Sigma k} + \varepsilon_k\right), \text{ если } 0{,}8 \le \theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} \le 8 \\ \theta_{\Sigma k}, \qquad\qquad \text{если } \theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} > 8, \end{cases} \tag{38}$$

где $Z_{(P)}$ - коэффициент, зависящий от доверительной вероятности P и величины соотношения θ_Σ / S_k^{KF}, значение которого берут из таблицы Г.2 приложения Г.

9.5 Оценивание относительной погрешности массомера

9.5.1 Оценивают значения относительных погрешностей, определенных по 9.2.4 (или 9.3.4, или 9.4.4) в зависимости от способа и вида реализации ГХ, для чего проверяют выполнение условий:

- для массомера, используемого в качестве контрольно-резервного (контрольного),

$$|\delta| \le 0{,}20\,\%; \qquad |\delta_k| \le 0{,}20\,\%\ ; \tag{39}$$

- для массомера, используемого в качестве рабочего,

$$|\delta| \le 0{,}25\,\%; \qquad |\delta_k| \le 0{,}25\,\%\ . \tag{40}$$

9.5.2 Если для массомера, эксплуатируемого в качестве контрольно-резервного (контрольного), не выполняется условие (39) и для массомера, эксплуатируемого в режиме рабочего, не выполняется условие (40) - в зависимости от вида реализации ГХ, то выясняют причины, устраняют их и проводят повторные операции согласно разделам 8 и 9.

9.5.3 При невыполнении одного из условий по 9.5.1 рекомендуется:

- увеличить количество измерений в точках расхода;

- уменьшить рабочий диапазон, если ГХ массомера реализуется в ПЭП в виде постоянного значения градуировочного коэффициента ($K_{гр}$) или коэффициента коррекции (meter-factor - $MF_{диап}$), или в СОИ в виде постоянного значения *K*-фактора в рабочем диапазоне ($KF_{диап}$, имп/т);

- увеличить количество точек разбиения рабочего диапазона (уменьшить поддиапазон расхода), если ГХ массомера реализуется в СОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации значений $\overline{KF}_j$ (имп/т).

9.6 Условия допуска массомера к дальнейшему применению

9.6.1 В зависимости от способа и вида реализации ГХ массомер допускают к дальнейшему применению в качестве:

- контрольно-резервного (контрольного) и рабочего одновременно или только кон-

трольно-резервного (контрольного) при выполнении одного из условий (39) в зависимости от способа и вида реализации ГХ;

- рабочего (и только) при выполнении одного из условий (40) и невыполнении условий (39) в зависимости от способа и вида реализации ГХ.

9.6.2 Проводят реализацию ГХ или в ПЭП, или в СОИ.

По результатам одной и той же поверки реализацию ГХ массомера одновременно и в ПЭП, и в СОИ не допускают.

Примечания

1 В ПЭП массомеров моделей Promass и ROTAMASS возможна реализация ГХ только в виде постоянного значения градуировочного коэффициента ($K_{гр}$), для чего в память ПЭП вводят новое значение $K_{гр}$, определённое при поверке по 9.1.3.7.

2 Следует иметь в виду, что ввод нового значения $K_{гр}$ в память ПЭП массомера модели Promass возможен только с помощью пароля, установленного фирмой (заводом)-изготовителем.

10 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

10.1 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке по ПР 50.2.006.

10.2 Результаты поверки оформляют протоколом в двух экземплярах согласно приложению А. Один экземпляр протокола, подписанного поверителем и закрепленного оттиском личного поверительного клейма поверителя согласно ПР 50.2.007, прилагают к свидетельству о поверке как обязательное приложение.

10.3 На лицевой стороне свидетельства записывают, что массомер модели (типа) _____ признан годным и допущен к применению в качестве:

- контрольно-резервного (контрольного) и рабочего с пределами допускаемой относительной погрешности ± 0,20 %, если выполняется одно из условий (39);

- рабочего с пределами допускаемой относительной погрешности ± 0,25 %, если выполняется одно из условий (40) и не выполняются условия (39).

10.4 На оборотной стороне свидетельства записывают:

- рабочий диапазон, в котором поверен массомер: (___ ÷ ___) т/ч;

- ГХ массомера реализована _____
в зависимости от способа и вида реализации запись или по *а)*, или по *б)*, или по *в)*

а) в ПЭП в виде постоянного значения $MF_{опыт}$ = … (или $K_{гр}$ = …);

б) в СОИ в виде постоянного значения $KF_{опыт}$ = … имп/т;

в) в СОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации значений $\overline{KF}_j$ с точками разбиения рабочего диапазона на поддиапазоны согласно нижеследующей таблице.

Номер точки разбиения диапазона	Значение расхода или частоты (Q_j, т/ч или f_j, Гц)	Значение *K*-фактора в точках разбиения ($\overline{KF}_j$, имп/т)
1	Q_1 (f_1) =	$\overline{KF}_1$ =
…	…	…
m	Q_m (f_m) =	$\overline{KF}_m$ =

10.5 Проводят пломбирование массомера, ПЭП и СОИ в соответствии с требованиями МИ 3002. Пломбирование (или паролирование) должно исключить возможность несанкционированного доступа в ПЭП (СОИ) для изменения значений $MF_{диап}$ (или $K_{гр}$, или $KF_{диап}$, или $\overline{KF}_j$), определенных при поверке и введенных в память ПЭП или СОИ.

10.6 При отрицательных результатах поверки массомер к дальнейшему применению не допускают. Свидетельство о поверке аннулируют, оттиск(и) поверительного клейма гасят и оформляют извещение о непригодности массомера к дальнейшему применению по ПР 50.2.006 с указанием причин(ы) непригодности.

11 ТОЧНОСТЬ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ВЫЧИСЛЕНИЙ

11.1 Значение расхода (Q_{ij}, т/ч) округляют и записывают в протокол поверки с четырьмя значащими цифрами.

11.2 Количество импульсов ($N_{ij}^{кали}$, $N_{ij}^{мас}$, имп) измеряют и их значения записывают в протокол поверки с двумя знаками после запятой (т.е. с долями периодов), если $N_{ij}^{кали} \le 10000$ или $N_{ij}^{мас} \le 10000$. При $N_{ij}^{кали} > 10\,000$ или $N_{ij}^{мас} > 10\,000$ допускается количество импульсов измерять и его значение записывать в протокол без долей периодов.

11.3 Значения давления ($\overline{P}_{ij}^{КП}$, $P_{ij}^{ПП}$, $P_{tj}^{ТПР}$ МПа), температуры ($\overline{t}_{ij}^{КП}$, $t_{ij}^{ПП}$, $t_{tj}^{ТПР}$ °С) рабочей жидкости записывают в протокол поверки после округления до двух знаков после запятой.

11.4 Значения вместимости калиброванного участка компакт-прувера ($V_{пр\,ij}^{КП}$, м^3) в протокол поверки записывают после округления до шести значащих цифр.

11.5 Значения плотности рабочей жидкости ($\rho_{ij}^{пп}$, $\rho_{прij}^{пп}$, $\overline{\rho}_{ij}^{пп}$, кг/м^3) в протокол поверки записывают после округления до пяти значащих цифр.

11.6 Значения массы ($M_{ij}^{рэ}$, $M_{ij}^{мас}$, т) и объёма ($V_{ij}^{камп}$, м^3) рабочей жидкости в протокол поверки записывают после округления до шести значащих цифр.

11.7 Значения коэффициентов коррекции измерений массы (MF_{ij}, $\overline{MF}_j$, $MF_{диап}$) в протокол поверки записывают и в память ПЭП вводят значение $MF_{диап}$ после округления до 5-ти значащих цифр.

11.8 Значения K-фактора массомера ($KF_{конф}$, KF_{ij}, $\overline{KF}_j$, $KF_{диап}$, имп/т) и ТПР ($K_{ij}^{ТПР}$, $K_j^{ТПР}$, $K_j^{пТПР}$, имп/м^3) округляют, исходя от количества знаков, вводимых в память СОИ (кроме KF_{ij}) и УОИ, используемой в составе СИКН (СИКНП, СИКНС, СИКЖУ). В протокол поверки записывают значения после округления.

11.9 Значение градуировочного коэффициента $K_{гр}$ в протокол поверки записывают и в память ПЭП вводят значение, округленное до пяти значащих цифр.

11.10 Значения СКО ($S_{диап}^{MF}$, $S_{диап}^{KF}$, S_k^{KF}, %) и погрешностей (ε, ε_k, θ_Σ, $\theta_{\Sigma k}$, $\theta_{диап}^{MF}$, $\theta_{диап}^{KF}$, θ_k^{KF}, δ, δ_k, %) записывают в протокол поверки после округления их до трех знаков после запятой.

Приложение А

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ № __

счетчика-раходомера массового (массомера) модели _____ по МИ 3272 - 2010

Место проведения поверки _____ _____
наименование объекта (ПСП) наименование владельца объекта (ПСП)

Поверяемый массомер: сенсор _____, Ду ____ мм, зав. № _____; ПЭП _____ зав. № _____
модель модель

установлен на _____, ИЛ № ____ Рабочая жидкость _____
СИКН (СИКНП, СИКНУ, СИКНС)

Средства поверки: компакт-прувер типа _____, разряд ___, зав. № _____, дата поверки _____

ТПР типа _____, диапазон измерений _____ м³/ч, зав. № _____

поточный ПП типа _____, зав. № _____, дата поверки _____

Таблица 1 - Исходные данные

Компакт-прувера						Поточного ПП		УОИ		Массомера
$V_o^{КП}$, м³	$\delta_{КП}$, %	D, мм	s, мм	E, МПа	$\Delta t_{КП}$, °С	$\delta_{ПП}$, %	$\Delta t_{ПП}$, °С	$\delta_К^{УОИ}$, %	$KF_{конф}$, имп/т	ZS, т/ч
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Таблица 2 – Результаты единичных измерений и вычислений с применением ТПР

Часть I - Определение коэффициента преобразования ТПР

№ точки / № серии (j / i)	Q_{ij}, т/ч	Результаты измерений							
		$\overline{N}_{ij}^{ТПР}$, имп	$\overline{t}_{ij}^{ТПР}$, °С	$\overline{P}_{ij}^{ТПР}$, МПа	$\overline{t}_{ij}^{КП}$, °С	$\overline{P}_{ij}^{КП}$, МПа	$t_{ij}^{ст}$, °С	$W_в$ ($W_{вi}$), %	$W_{хс}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 / 1 сер									
1 / 2 сер									
...									
1 / n сер									
...									
m / 1 сер									
...									
m / n сер									

Продолжение таблицы 2

Часть I - Определение коэффициента преобразования ТПР

№ точки / № серии (j / i)	Результаты вычислений					
	$V_{пр\,ij}^{КП}$, м³	$K_{ij}^{ТПР}$, имп/м³	$П_{ij}$, %	$K_j^{ТПР}$, имп/м³	$K_j^{п\,комп}$, имп/м³	δ_j^K, %
1	11	12	13	14	15	16
1 / 1 сер						
1 / 2 сер						
...						
1 / n сер						
...						
m / 1 сер						
...						
m / n сер						

Приложение А
(продолжение)

Продолжение таблицы 2

Часть II - Определение МХ массомера

№ точки / № отсчета (j/i)	Q_{ij}, т/ч	Задания ТПР		Результаты измерений						
		$K_j^{ТПР}$, имп/м³	$N_{зад\,j}^{ТПР}$, имп	$V_{ij}^{ТПР}$, м³	$t_{ij}^{ТПР}$, °С	$P_{ij}^{ТПР}$, МПа	$N_{ij}^{мас}$, имп	$\rho_{ij}^{ПП}$, кг/м³	$t_{ij}^{ПП}$, °С	$P_{ij}^{ПП}$, МПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 / 1 отсч.										
1 / 2 отсч.										
...										
1 / n отсч.										
...										
m / 1 отсч.										
...										
m / n отсч.										

Продолжение таблицы 2 *(часть II - определение МХ массомера)*

№ точки / № отсчета (j/i)	Результаты вычислений			
	$\rho_{пр\,ij}^{ПП}$, кг/м³	$M_{ij}^{рэ}$, т	$M_{ij}^{мас}$, т	MF_{ij}
1	12	13	14	15
1 / 1 отсч.				
1 / 2 отсч.				
...				
1 / n отсч.				
...				
m / 1 отсч.				
...				
m / n отсч.				

Таблица 2 – Результаты единичных измерений и вычислений без применения ТПР

№ точки / № отсчета (j/i)	Q_{ij}, т/ч	Результаты измерений							
		$\overline{N}_{ij}^{мас}$, имп	$\overline{t}_{ij}^{КП}$, °С	$\overline{P}_{ij}^{КП}$, МПа	$\overline{\rho}_{ij}^{ПП}$, кг/м³	$\overline{t}_{ij}^{ПП}$, °С	$\overline{P}_{ij}^{ПП}$, МПа	$W_в$ ($W_{вi}$), %	$W_{хс}$, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 / 1 отсч.									
1 / 2 отсч.									
...									
1 / n отсч.									
...									
m / 1 отсч.									
...									
m / n отсч.									

Продолжение таблицы 2 *(без применения ТПР)*

№ точки / № отсчета (j/i)	Результаты вычислений				
	$V_{пр\,ij}^{КП}$, м³	$\rho_{пр\,ij}^{ПП}$, кг/м³	$M_{ij}^{рэ}$, т	$M_{ij}^{мас}$, т	MF_{ij}
1	11	12	13	14	15
1 / 1 отсч.					
1 / 2 отсч.					
...					
1 / n отсч.					
...					
m / 1 отсч.					
...					
m / n отсч.					

Таблица 3 – Значения коэффициентов, использованных при вычислениях

$\alpha_t^{цил}$, °С⁻¹	$\alpha_{t\,кв}^{цил}$, °С⁻¹	$\alpha_t^{ст}$, °С⁻¹	$t_{(P,n)}$	$Z_{(P)}$
1	2	3	4	5

Приложение А
(продолжение)

Таблица 4 – Результаты поверки *(при реализации ГХ в ПЭП)*

Точка расхода (j)	$\overline{Q}_j$, т/ч	$\overline{MF}_j$	$S^{MF}_{диап}$, %	$\delta_0^{мас}$, %	$MF_{диап}$	$K_{гр}$	ε, %	θ_Σ, %	δ, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									
...									
m									

Таблица 4– Результаты поверки *(при реализации ГХ в СОИ в виде постоянного значения К-фактора в рабочем диапазоне)*

Точка расхода (j)	$\overline{Q}_j$, т/ч	$\overline{KF}_j$, имп/т	$S^{KF}_{диап}$, %	$\delta_0^{мас}$, %	$KF_{диап}$, имп/т	$\theta^{KF}_{диап}$, %	ε, %	θ_Σ, %	δ, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									
...									
m									

Таблица 4 – Результаты поверки *(при реализации ГХ в СОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации значений $\overline{KF}_j$)*

Точка расхода (j)	$\overline{Q}_j$, т/ч	$\overline{KF}_j$, имп/т	№ поддиапазона (k)	$Q_{k\,min}$, т/ч	$Q_{k\,max}$, т/ч	S^{KF}_k, %	$\delta_{0k}^{мас}$, %	θ^{KF}_k, %	ε_k, %	$\theta_{\Sigma k}$, %	δ_k, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1			1								
2			...								
...			m-1								
m											

Заключение: счетчик-расходомер (массомер) к дальнейшей эксплуатации _____ в качестве _____
годен или не годен — рабочего и контрольно-резервного (контрольного) или рабочего

Выдано свидетельство о поверке от _____ 20___ г. № _____ *(заполняют только при положительных результатах поверки)*

Поверитель _____ _____ _____
наименование поверяющей организации — подпись — инициалы, фамилия

Дата поверки «_____» _____ 20____ года

Приложение А
(окончание)

Некоторые пояснения к оформлению протокола поверки

1 При формировании (оформлении) протокола поверки выбирают:

- форму таблицы 2 в зависимости от того, что применяют для определения МХ массомера: компакт-прувер и ТПР или только компакт-прувер (т. е. ТПР не применяют);

- форму таблицы 4 – от способа и вида реализации ГХ массомера.

2 В части I (*определение коэффициента преобразования ТПР)* таблицы 2 колонки (столбцы) 4 и 5 ($\tilde{t}_{ij}^{ТПР}$ и $\overline{P}_{ij}^{ТПР}$ соответственно) заполняют только в случае, если при поверке применяют ТПР, не входящий в состав компакт-прувера.

3 При использовании в качестве УОИ контроллера-вычислителя OMNI, которым комплектуются компакт-пруверы СР, СР-М и ВСР-М (примечание 2 к 1.1), и при определении МХ массомера с использованием ТПР допускается часть I таблицы 2 протокола не формировать (не оформлять).

В этом случае к протоколу поверки прикладывают распечатку протокола определения коэффициентов преобразования ТПР в точках расхода, формируемого в контроллере-вычислителе OMNI.

4 При применении поточного ПП, установленного на компакт-прувере, не заполняют:

- в таблице 2 (часть II - определение МХ массомера) колонки (столбцы) 10, 11 и 12;

- в таблице 2 (результаты единичных измерений и вычислений без применения ТПР) колонки (столбцы) 7, 8 и 12.

5 В таблицах 2 (результаты единичных измерений и вычислений как с применением ТПР, так и без применения ТПР) колонки (столбцы) 9 [$W_в$ ($W_{вi}$)] и 10 ($W_{хс}$) заполняют только для сырой нефти, причем колонку (столбец) 10 заполняют только при $W_в > 5{,}0$ %. При измерениях содержания влаги поточным влагомером в столбец 9 рекомендуется записывать значение $W_{вi}$ (содержание влаги при каждом измерении), при отсутствии (отказе) поточного влагомера, записывают значение $W_в$ (содержание влаги, определенное в химико-аналитической лаборатории).

6 К сведению разработчиков программы (алгоритмов) обработки результатов измерений:

6.1 Значение $V_{ij}^{ТПР}$ для использования в формулах (11*а*) и (11*б*) вычисляют по алгоритму: $V_{ij}^{ТПР} = N_{ij}^{ТПР} / K_j^{ТПР}$, где $N_{ij}^{ТПР}$ - количество импульсов, выдаваемое ТПР за *i*-е измерение в *j*-й точке расхода (обычно: $N_{ij}^{ТПР} = N_{зад}^{ТПР}$).

Алгоритм должен быть установлен в УОИ (или АРМ оператора), с помощью которого проводят обработку результатов измерений, в частности, вычисление значения $V_{ij}^{ТПР}$ ($м^3$).

6.2 При поверке массомера по ТПР операции (измерения) с целью определения коэффициента преобразования ТПР в последующей точке расхода начинают только после завершения измерений и вычислений по определению МХ массомера в настоящей точке.

Приложение Б

Коэффициенты линейного расширения материала цилиндра ($\alpha_t^{цил}$), стержня ($\alpha_t^{ст}$), значения модуля упругости (E) материала цилиндра компакт-прувера

Коэффициент линейного расширения материала цилиндра ($\alpha_t^{цил}$), стержня ($\alpha_t^{ст}$), значение модуля упругости материала цилиндра (E) компакт-прувера определяют из таблицы Б.1.

Таблица Б.1 – Коэффициенты линейного расширения ($\alpha_t^{цил}$ и $\alpha_t^{ст}$), значения модуля упругости (E) материала цилиндра компакт-прувера

Материал стенок цилиндра или стержня компакт-прувера	$\alpha_t^{цил}$, $\alpha_t^{ст}$, $^{\circ}C^{-1}$	E, МПа
Сталь углеродистая	$11{,}2 \times 10^{-6}$	$2{,}068 \times 10^{5}$
Сталь легированная	$11{,}0 \times 10^{-6}$	$2{,}0 \times 10^{5}$
Сталь нержавеющая 17-4	$10{,}8 \times 10^{-6}$	$1{,}965 \times 10^{5}$
Сталь нержавеющая 304 литая	$15{,}95 \times 10^{-6}$	$1{,}931 \times 10^{5}$
Сталь нержавеющая 304	$17{,}3 \times 10^{-6}$	$1{,}931 \times 10^{5}$
Сталь нержавеющая 316	$17{,}3 \times 10^{-6}$	$1{,}931 \times 10^{5}$
Инвар (только для стержня компакт-прувера моделей СР, СР-М и ВСР-М)	$1{,}44 \times 10^{-6}$	-

Примечания

1 Если значения $\alpha_t^{цил}$, $\alpha_t^{ст}$ и E приведены в паспорте или техническом описании на компакт-прувер (или в заводском сертификате калибровки компакт-прувера), то при расчетах используют значения, указанные в одном из перечисленных документов.

2 Если в паспорте или техническом описании на компакт-прувер (или в заводском сертификате калибровки компакт-прувера) приведен (указан) квадратичный коэффициент расширения цилиндра $\alpha_{t\,кв}^{цил}$ ($^{\circ}C^{-1}$), то при расчетах по настоящей методике принимают: $\alpha_t^{цил} = 0{,}5 \times \alpha_{t\,кв}^{цил}$ или $2\alpha_t^{цил} = \alpha_{t\,кв}^{цил}$.

Приложение В

Определение коэффициентов объемного расширения и сжимаемости рабочей жидкости

В.1 Коэффициенты объемного расширения ($\beta_{ж}$, $^0C^{-1}$) и сжимаемости ($\gamma_{ж}$, $МПа^{-1}$) определяют по реализованным в УОИ или АРМ оператора алгоритмам, разработанным согласно:

- МИ 2632 для товарной нефти,
- МИ 2823 для нефтепродуктов,
- МИ 2311 для жидких углеводородов.

В.2 При отсутствии алгоритмов согласно В.1 коэффициенты объемного расширения ($\beta_{ж}$, $^0C^{-1}$) и сжимаемости ($\gamma_{ж}$, $МПа^{-1}$) определяют:

- для товарной нефти по таблицам МИ 2153,
- для нефтепродуктов по таблицам МИ 2823,
- для жидких углеводородов по формулам, изложенным в МИ 2311.

Примечание к В.1 и В.2: При поверке массомеров, эксплуатируемых в составе СИКЖУ, относящихся ОАО «ГАЗПРОМ», для определения коэффициентов $\beta_{ж}$ и $\gamma_{ж}$ руководствуются положениями СТО ГАЗПРОМ 5.9, действующего в системе ОАО «ГАЗПРОМ» взамен МИ 2311.

В.3 Для сырой нефти коэффициенты объемного расширения ($\beta_{ж}$, $^0C^{-1}$) и сжимаемости ($\gamma_{ж}$, $МПа^{-1}$) определяют по формулам

$$\beta_{ж} = \beta_{н} \times \left(1 - \frac{W_{в}}{100}\right) + \beta_{в} \times \frac{W_{в}}{100}, \qquad (В.1)$$

$$\gamma_{ж} = \gamma_{н} \times \left(1 - \frac{W_{в}}{100}\right) + \gamma_{в} \times \frac{W_{в}}{100}, \qquad (В.2)$$

где $\beta_{н}$ и $\gamma_{н}$ - коэффициенты объёмного расширения и сжимаемости обезвоженной нефти ($^0C^{-1}$ и $МПа^{-1}$ соответственно), значения которых берут из МИ 2153;

$W_{в}$ - объемная доля воды в нефти, определенная лабораторным способом или поточным влагомером, %;

$\beta_{в}$ и $\gamma_{в}$ - коэффициенты объёмного расширения и сжимаемости воды соответственно.

В.3.1 Принимают:

- $\beta_{в} = 2{,}6 \times 10^{-4}\ ^0C^{-1}$ при объемной доле воды в сырой нефти до 5,0 % включительно ($W_{в} \le 5{,}0$ %);
- $\gamma_{в} = 49{,}1 \times 10^{-5}\ МПа^{-1}$ при любом содержании воды в сырой нефти.

В.3.2 При объемной доле воды в сырой нефти более 5,0 % ($W_{в} > 5{,}0$ %) коэффициент объёмного расширения воды $\beta_{в}$ определяют:

а) по формуле (В.3*а*) при вычислении приведенной вместимости калиброванного участка компакт-прувера ($V_{прij}^{КП}$), используя формулу 7 (п. 8.3.2.5):

Приложение В
(окончание)

$$\beta_в = \frac{CTL_W(t^{ТПР}) - CTL_W(t^{КП})}{CTL_W(t^{КП}) \times \left(t^{КП} - t^{ТПР}\right)}; \qquad (В.3а)$$

б) по формуле (В.3*б*) при вычислении приведенного значения плотности сырой нефти, используя формулу 13 (п. 9.1.1.3):

$$\beta_в = \frac{CTL_W(t^{ПП}) - CTL_W(t^{КП})}{CTL_W(t^{КП}) \times \left(t^{КП} - t^{ПП}\right)}, \qquad (В.3б)$$

где $CTL_W(t^{ТПР})$, $CTL_W(t^{ПП})$ и $CTL_W(t^{КП})$ - поправочные коэффициенты, учитывающие влияние температуры в ТПР, поточном ПП и компакт-прувере соответственно на объем воды, содержащейся в сырой нефти;

в) по формуле (В.3*в*) вместо (В.3*а*) или (В.3.*б*) при условии, если: $t^{ТПР} = t^{КП}$ и $CTL_W(t^{ТПР}) = CTL_W(t^{КП})$ или $t^{ПП} = t^{КП}$ и $CTL_W(t^{ПП}) = CTL_W(t^{КП})$ соответственно:

$$\beta_в = \frac{1}{CTL_W(t^{КП})}. \qquad (В.3в)$$

В.3.2.1 Значения $CTL_W(t^{ТПР})$, $CTL_W(t^{ПП})$ и $CTL_W(t^{КП})$ вычисляют, используя формулу из API MPMS 20.1 «Manual of Petroleum Measurement Standards Chapter 20 - Allocation Measurement Section 1 - Allocation Measurement – Appendix A»:

$$CTL_W(t) = 1 - (1{,}8526 \times 10^{-4} + 1{,}2882 \times 10^{-5} \times W_{xc}) \times \Delta t - (4{,}1151 \times 10^{-6} - 1{,}4464 \times 10^{-7} \times W_{xc}) \times$$

$$\times \Delta t^2 + (7{,}1926 \times 10^{-9} - 1{,}3085 \times 10^{-10} \times W_{xc}) \times \Delta t^3, \qquad (В.4)$$

где W_{xc} - массовая доля хлористых солей в пластовой воде (в воде, содержащейся в сырой нефти), определенная анализом (испытаниями) объединенной пробы сырой нефти в химико-аналитической лаборатории, %;

В формуле (В.4) принимают: $\Delta t = t^{ТПР} - 15$ - при определении $CTL_W(t^{ТПР})$, ^{0}C;

$\Delta t = t^{ПП} - 15$ - при определении $CTL_W(t^{ПП})$, ^{0}C;

$\Delta t = t^{КП} - 15$ - при определении $CTL_W(t^{КП})$, ^{0}C.

Примечания к В.3.2

1 При $W_в$ > 5,0 % значение $\beta_в$ рекомендуется определять в каждой точке поверочного расхода. При этом значения $t^{ТПР}$, $t^{ПП}$ и $t^{КП}$ принимают равным средним арифметическим значениям температуры сырой нефти в *j*-й точке расхода в ТПР, поточном ПП и компакт-прувере соответственно.

Если температура сырой нефти за период поверки массомера во всех точках расхода меняется на 2,0 ^{0}C (не более), то допускается значение $\beta_в$ определять один раз за период поверки.

2 Значение W_{xc} принимают постоянным для всех точек поверочного расхода и равным значению, определенному анализом (испытаниями) объединенной пробы сырой нефти в химико-аналитической лаборатории.

Приложение Г
Определение значений квантиля распределения Стьюдента ($t_{(P,n)}$) и коэффициента $Z_{(P)}$

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

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

$n-1$	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$t_{(P,n)}$	2,571	2,447	2,365	2,306	2,262	2,228	2,203	2,179	2,162	2,145	2,132

Продолжение таблицы Г.1

$n-1$	16	17	18	19	20
$t_{(P,n)}$	2,120	2,110	2,101	2,093	2,086

Г.2 Значение коэффициента $Z_{(P)}$ при доверительной вероятности P = 0,95 в зависимости от величины соотношения θ_Σ / S определяют из таблицы Г.2.

В зависимости от способа реализации ГХ массомера принимают:

$\theta_\Sigma / S = \theta_\Sigma / S^{MF}_{диап}$ - при реализации ГХ массомера в ПЭП в виде коэффициента коррекции измерений массы ($MF_{диап}$) или в виде нового градуировочного коэффициента ($K_{гр}$);

$\theta_\Sigma / S = \theta_\Sigma / S^{KF}_{диап}$ - при реализации ГХ массомера в СОИ в виде постоянного значения К-фактора в рабочем диапазоне (в СОИ устанавливают $KF_{диап}$, имп/т);

$\theta_\Sigma / S = \theta_{\Sigma k} / S^{KF}_{k}$ - при реализации ГХ массомера в СОИ в виде кусочно-линейной аппроксимации (в СОИ устанавливают значения $\overline{KF_j}$ в точках расхода, имп/т).

Таблица Г.2 – Значения коэффициента $Z_{(P)}$ при P = 0,95

θ_Σ / S	0,5	0,75	1	2	3	4	5	6	7	8
$Z_{(P)}$	0,81	0,77	0,74	0,71	0,73	0,76	0,78	0,79	0,80	0,81

Приложение Д

Сводный перечень условных обозначений и их определений

Обозначение	Определение
f	частота, условно соответствующая $Q_{max}^{зав}$ массомера (или Q_{max}), Гц
$f_{вх\ max}$	максимальная входная частота УОИ (СОИ или контроллера-вычислителя, применяемого в качестве средства поверки), Гц
$f_{вых}^{мас}$	максимальная выходная частота поверяемого массомера, Гц
$Q_{max}^{зав}$	максимальное значение диапазона расхода массомера, установленного заводом-изготовителем, т/ч
$Q_{max}^{ТПР}$	верхний предел измерений ТПР, $м^3/ч$
Q_{min}, Q_{max}	минимальное и максимальное значения расхода рабочего диапазона соответственно, т/ч
Q_j	значение поверочного расхода в j-й точке, т/ч
$\overline{Q}_{ij}$	среднее арифметическое значение расхода за i-ю серию проходов поршня в j-й точке расхода, т/ч
Q_{ij}	значение расхода, измеренное при i-м измерении в j-й точке, т/ч
$Q_{j\,треб}^{БИК}$	требуемое значение расхода через БИК (поточный ПП) в j-й точке поверочного расхода, $м^3/ч$
$Q_j^{БИК}$	устанавливаемое значение расхода через БИК (поточный ПП) в j-й точке поверочного расхода, $м^3/ч$
$S_{тр}$	площадь поперечного сечения трубопровода в месте отбора пробы в БИК (установки ПЗУ), $мм^2$
$S_{ПЗУ}$	суммарная площадь поперечного сечения входного(ых) отверстия(й) ПЗУ, $мм^2$
$V_o^{КП}$	вместимость калиброванного участка компакт-прувера согласно свидетельству о поверке, $м^3$
$V_{пр\,ij}^{КП}$	вместимость калиброванного участка компакт-прувера, приведенная к рабочим условиям (температуре и давлению рабочей жидкости в компакт-прувере) при i-м измерении (при i-й серии проходов поршня) в j-й точке расхода, $м^3$
$V_{ij}^{ТПР}$	объём рабочей жидкости, измеренный ТПР за i-й отсчет в j-й точке расхода (при определении МХ массомера по ТПР), $м^3$
$\alpha_t^{цил}$	коэффициент линейного расширения материала цилиндра компакт-прувера, $°C^{-1}$
$\alpha_t^{ст}$	коэффициент линейного расширения материала стержня, на котором установлены оптические переключатели (детекторы), $°C^{-1}$
$\alpha_{tкв}^{цил}$	квадратичный коэффициент расширения материала цилиндра, $°C^{-1}$
E	модуль упругости материала стенок компакт-прувера, МПа
D и s	диаметр и толщина стенок калиброванного участка ТПУ соответственно, мм
T_{ij}	время прохождения поршнем калиброванного участка компакт-прувера при i-м проходе поршня в j-й точке расхода, с
$l_{icep\,j}$	количество проходов поршня компакт-прувера в i-й серии в j-й точке расхода
$n_{сер\,j}$ (n_j)	количество серий проходов поршня (количество измерений) в j-й точке расхода
$n_j^{мас}$	количество отсчетов в j-й точке расхода при определении МХ массомера с применением ТПР
Σn_j	суммарное количество измерений (отсчетов) в рабочем диапазоне при определении МХ массомера

Приложение Д
(продолжение)

Обозначение	Определение
m	количество точек разбиения рабочего диапазона на поддиапазоны
$N_{зад}^{ТПР}$	количество импульсов, устанавливаемое в УОИ или АРМ оператора (преднабор для ТПР при опробовании и поверке массомера по ТПР), имп
$N^{ТПР}$	количество импульсов, выдаваемое ТПР при опробовании, имп
$\overline{N}_{ij}^{ТПР}$	среднее арифметическое количество импульсов ТПР за количество проходов поршня, равное l_{ij} (за i-ю серию проходов поршня) в j-й точке расхода, имп
$N_{ij}^{мас}$	количество импульсов поверяемого массомера при i-м отсчете в j-й точке расхода (при определении МХ массомера по ТПР), имп
$\overline{N}_{ij}^{мас}$	среднее арифметическое количество импульсов поверяемого массомера за i-ю серию проходов поршня в j-й точке расхода (при определении МХ массомера по компакт-пруверу), имп
$t_{ij}^{ТПР}$	температура рабочей жидкости в ТПР при i-м отсчете в j-й точке расхода (при определении МХ массомера по ТПР), °С
$t_{ij}^{КП}$	температура рабочей жидкости в компакт-прувере при i-м измерении в j-й точке расхода, °С
$\overline{t}_{ij}^{ТПР}$	средняя арифметическая температура рабочей жидкости в ТПР за i-ю серию проходов поршня в j-й точке расхода, °С
$\overline{t}_{ij}^{КП}$	средняя арифметическая температура рабочей жидкости в компакт-прувере за i-ю серию проходов поршня в j-й точке расхода, °С
$t_{ij}^{ПП}$	температура рабочей жидкости в поточном ПП при i-м отсчете в j-й точке расхода (при определении МХ массомера по ТПР), °С
$\overline{t}_{ij}^{ПП}$	средняя арифметическая температура рабочей жидкости в поточном ПП за i-ю серию проходов поршня в j-й точке расхода, °С
$t_{ij}^{ст}$	температура инваровых стержней компакт-прувера при i-м измерении (при i-й серии проходов поршня) в j-й точке расхода, °С
$P_{ij}^{КП}$	давление рабочей жидкости в компакт-прувере при i-м измерении в j-й точке расхода, МПа
$\overline{P}_{ij}^{КП}$	среднее арифметическое давление рабочей жидкости в компакт-прувере за i-ю серию проходов поршня в j-й точке расхода, МПа
$P_{ij}^{ТПР}$	давление рабочей жидкости в ТПР при i-м отсчете в j-й точке расхода (измерения с применением ТПР), МПа
$P_{ij}^{ПП}$	давление рабочей жидкости в поточном ПП при i-м отсчете в j-й точке расхода (при определении МХ массомера по ТПР), МПа
$\overline{P}_{ij}^{ПП}$	среднее арифметическое давление рабочей жидкости в поточном ПП за i-ю серию проходов поршня в j-й точке расхода, МПа
$\rho_{ij}^{ПП}$	плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП, установленным на компакт-прувере, при i-м отсчете в j-й точке расхода, кг/м^3
$\rho_{ij}^{БИК}$	плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП, установленным в БИК, при i-м отсчете в j-й точке расхода, кг/м^3
$\overline{\rho}_{ij}^{ПП}$	средняя арифметическая плотность рабочей жидкости за i-ю серию проходов поршня в j-й точке расхода, кг/м^3
$\rho_{прij}^{ПП}$	плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП и приведенная к рабочим условиям в компакт-прувере при i-й серии проходов поршня (или при i-м отсчете) в j-й точке расхода, кг/м^3
$M_{ij}^{ТР}$	масса рабочей жидкости, вычисленная по результатам измерений ТПР (или компакт-прувера) и поточного ПП при i-м измерении в j-й точке расхода, т
$M_{ij}^{мас}$	масса рабочей жидкости, измеренная поверяемым массомером при i-м измерении в j-й точке расхода, т

Приложение Д
(продолжение)

Обозначение	Определение
$\beta_{жij}$ и $\gamma_{жij}$	коэффициенты объемного расширения ($^{\circ}C^{-1}$) и сжимаемости ($МПа^{-1}$) рабочей жидкости соответственно при *i*-м измерении в *j*-й точке расхода
$\beta_{жmax}$	максимальное значение $\beta_{ж}$, выбранное из ряда значений, определенных при измерениях в рабочем диапазоне расхода с целью определения МХ массомера, $^{\circ}C^{-1}$
$\beta_{н}$ и $\gamma_{н}$	коэффициенты объемного расширения ($^{\circ}C^{-1}$) и сжимаемости ($МПа^{-1}$) обезвоженной нефти
$\beta_{в}$ и $\gamma_{в}$	коэффициенты объемного расширения ($^{\circ}C^{-1}$) и сжимаемости ($МПа^{-1}$) воды
$CTL_{w}(t^{ТПР})$, $CTL_{w}(t^{ПП})$, $CTL_{w}(t^{КП})$	поправочные коэффициенты, учитывающие влияние температуры в ТПР, поточном ПП и компакт-прувере соответственно на объем воды, содержащейся в сырой нефти
Δt	разность температур: $\Delta t = t^{ТПР} - 15$, или $\Delta t = t^{ПП} - 15$, или $\Delta t = t^{КП} - 15$
$W_{в}$	объемная доля воды в нефти (сырой), %
$W_{хс}$	массовая доля хлористых солей в пластовой воде (в воде, содержащейся в сырой нефти), определенная по результатам анализа объединенной пробы сырой нефти в химико-аналитической лаборатории, %
MF_{ij}	коэффициент коррекции измерений массы (mass-factor) для *i*-го измерения в *j*-й точке расхода
$MF_{диап}^{уст}$	коэффициент коррекции измерений массы в рабочем диапазоне, установленный в ПЭП по результатам предыдущей периодической поверки
$\overline{MF}_{j}$	среднее арифметическое значение коэффициента коррекции измерений массы в *j*-й точке расхода
$MF_{диап}$	среднее арифметическое значение коэффициента коррекции измерений массы в рабочем диапазоне расхода
$S_{диап}^{MF}$	СКО результатов определений коэффициентов коррекции измерений массы для точек расхода в рабочем диапазоне, %
$S_{диап}^{KF}$	СКО результатов определений значений К-фактора (имп/т) для точек расхода в рабочем диапазоне, %
S_{k}^{KF}	СКО результатов определений значений К-фактора (имп/т) для точек расхода в *k*-м поддиапазоне расхода, %
$K_{ij}^{ТПР}$	коэффициент преобразования ТПР, определенный за *i*-ю серию проходов поршня в *j*-й точке расхода, имп/$м^3$
$K_{ij\,min}^{ТПР}$	минимальное значение коэффициент преобразования ТПР за *i*-ю серию проходов поршня в *j*-й точке расхода, имп/$м^3$
$K_{ij\,max}^{ТПР}$	максимальное значение коэффициент преобразования ТПР за *i*-ю серию проходов поршня в *j*-й точке расхода, имп/$м^3$
$П_{ij}$	повторяемость коэффициентов преобразования ТПР, определенных за *i*-ю серию проходов поршня в *j*-й точке расхода, %
$K_{j}^{ТПР}$	коэффициент преобразования ТПР в *j*-й точке расхода и используемый для определения МХ массомера в *j*-й точке расхода, имп/$м^3$
$K_{j}^{*ТПР}$	коэффициент преобразования ТПР в *j*-й точке расхода, определенный после установления МХ массомера в *j*-й точке расхода, имп/$м^3$
δ_{j}^{K}	относительное отклонение коэффициента преобразования ТПР $K_{j}^{*ТПР}$ от $K_{j}^{ТПР}$, %
$KF_{конф}$	коэффициент преобразования (*K*-фактор) массомера по импульсному выходу, вводимый в память УОИ при конфигурировании ПЭП, имп/т

Приложение Д
(окончание)

Обозначение	Определение
KF_{ij}	значение *K*-фактора массомера, определенное для *i*-го измерения в *j*-й точке расхода, имп/т
$\overline{KF}_j$	среднее арифметическое значение *K*-фактора массомера, определенное для *j*-й точки расхода, имп/т
$KF_{диап}$	среднее арифметическое значение *K*-фактора массомера, определенное для рабочего диапазона, имп/т
$K_{гр}^{ПЭП}$	градуировочный коэффициент, определенный при предыдущей поверке или заводской калибровке и установленный в ПЭП
$K_{гр}$	градуировочный коэффициент массомера, определенный при настоящей поверке и вводимый в память ПЭП
ε	случайная составляющая погрешности в рабочем диапазоне, %
ε_k	случайная составляющая погрешности в *k*-м поддиапазоне расхода, %
$t_{(P,n)}$	квантиль распределения Стьюдента, зависящий от доверительной вероятности P и количества измерений
$Z_{(P)}$	коэффициент, зависящий от доверительной вероятности P и величины соотношения $\theta_\Sigma / S_{диап}^{MF}$ (или $\theta_\Sigma / S_{диап}^{KF}$, или $\theta_{\Sigma k} / S_k^{KF}$)
$\theta_{диап}^{MF}$	составляющая систематической погрешности, вызванная усреднением (аппроксимацией) коэффициента коррекции массомера *MF* в рабочем диапазоне, %
$\theta_{диап}^{KF}$	составляющая систематической погрешности, обусловленная аппроксимацией значений *K*-фактора (имп/т) в рабочем диапазоне, %
θ_k^{KF}	составляющая систематической погрешности, обусловленная аппроксимацией значений *K*-фактора (имп/т) массомера в *k*-м поддиапазоне расхода, %
θ_Σ и $\theta_{\Sigma k}$	систематическая составляющая погрешности массомера в рабочем диапазоне и *k*-м поддиапазоне расхода соответственно, %
$\delta_{КП}$	пределы допускаемой относительной погрешности компакт-прувера, %
$\delta_{ПП}$	пределы допускаемой относительной погрешности поточного ПП, %
θ_t	дополнительная составляющая систематической погрешности, обусловленная погрешностью измерений температуры рабочей жидкости, %
$\delta_K^{уои}$	пределы допускаемой относительной погрешности УОИ при вычислении коэффициента преобразования массомера (имп/т) и ТПР (имп/м^3), %
$\delta_0^{мас}$	относительная погрешность стабильности нуля массомера в рабочем диапазоне, %
$\delta_{0k}^{мас}$	относительная погрешность стабильности нуля массомера в поддиапазоне, %
ZS	значение стабильности нуля массомера (из описания типа), т/ч
$\Delta t_{КП}$ и $\Delta t_{ПП}$	пределы допускаемой абсолютной погрешности датчиков температуры, используемых в процессе поверки для измерений температуры рабочей жидкости в компакт-прувере (ТПР) и поточном ПП соответственно, °С

Приложение Е

Сводный перечень используемых формул

№ формулы	Формула	Стр
1	$f \le f_{вх\,max} \le f_{вых}^{мас}$	13
2	$KF_{конф} = \frac{f \times 3600}{Q_{max}^{зав}}$	13
3	$Q_{ij} = \frac{V_{пр\,ij}^{КП} \times 3600}{T_{ij}} \times \rho_{прij}^{ПП} \times 10^{-3}$	16
3а	$Q_{ij} = \frac{V_{o}^{КП} \times 3600}{T_{ij}} \times \rho_{ij}^{ПП} \times 10^{-3}$	16
4	$V_{пр\,ij}^{КП} = V_{o}^{КП} \times \left[1 + 2\alpha_t^{чил} \times \left(t_{ij}^{КП} - 20\right) + \alpha_t^{ст} \times \left(t_{ij}^{ст} - 20\right)\right] \times \left(1 + \frac{0{,}95 \times D}{E \times s} \times P_{ij}^{КП}\right)$	17
5	$Q_{j\,треб}^{БИК} = Q_{j}^{пов} \times \frac{S_{ПЗУ}}{S_{тр}}$	18
6	$K_{ij}^{ТПР} = \frac{\overline{N}_{ij}^{ТПР}}{V_{пр\,ij}^{КП}}$	19
7	$V_{пр\,ij}^{КП} = V_{o}^{КП} \times \left[1 + 2\alpha_t^{чил} \times \left(\overline{t}_{ij}^{КП} - 20\right) + \alpha_t^{ст} \times \left(t_{ij}^{ст} - 20\right)\right] \times \left(1 + \frac{0{,}95 \times D}{E \times s} \times \overline{P}_{ij}^{КП}\right) \times$ $\times \left[1 + \beta_{жij} \times \left(\overline{t}_{ij}^{ТПР} - \overline{t}_{ij}^{КП}\right)\right] \times \left[1 - \gamma_{жij} \times \left(\overline{P}_{ij}^{ТПР} - \overline{P}_{ij}^{КП}\right)\right]$	19
8	$П_{ij} = \frac{K_{ij\,max}^{ТПР} - K_{ij\,min}^{ТПР}}{K_{ij\,min}^{ТПР}} \times 100 \le 0{,}02\,\%$	19
9	$K_{j}^{ТПР} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{icep\,j}} K_{ij}^{ТПР}}{n_{icep\,j}}$	19
10	$\delta_{j}^{K} = \frac{K_{j}^{n\,ТПР} - K_{j}^{ТПР}}{K_{j}^{ТПР}} \times 100 \le 0{,}02\,\%$	20
11а	$M_{ij}^{рэ} = V_{ij}^{ТПР} \times \rho_{прij}^{ПП} \times 10^{-3} = N_{ij}^{ТПР} / K_{j}^{ТПР} \times \rho_{прij}^{ПП} \times 10^{-3}$	21
11б	$M_{ij}^{рэ} = V_{ij}^{ТПР} \times \rho_{ij}^{ПП} \times 10^{-3} = N_{ij}^{ТПР} / K_{j}^{ТПР} \times \rho_{ij}^{ПП} \times 10^{-3}$	22
12а	$M_{ij}^{рэ} = V_{пр\,ij}^{КП} \times \rho_{прij}^{ПП} \times 10^{-3}$	22
12б	$M_{ij}^{рэ} = V_{пр\,ij}^{КП} \times \rho_{ij}^{ПП} \times 10^{-3}$	22
13а	$\rho_{прij}^{ПП} = \rho_{ij}^{БИК} \times \left[1 + \beta_{жij} \times \left(t_{ij}^{ПП} - t_{ij}^{ТПР}\right)\right] \times \left[1 + \gamma_{жij} \times \left(P_{ij}^{ТПР} - P_{ij}^{ПП}\right)\right]$	22
13б	$\rho_{прij}^{ПП} = \rho_{ij}^{БИК} \times \left[1 + \beta_{жij} \times \left(t_{ij}^{ПП} - t_{ij}^{КП}\right)\right] \times \left[1 + \gamma_{жij} \times \left(P_{ij}^{КП} - P_{ij}^{ПП}\right)\right]$	22

Приложение Е
(продолжение)

№ формулы	Формула	Стр
14	$M_{ij}^{мас} = \frac{N_{ij}^{мас}}{KF_{конф}}$	23
15	$MF_{ij} = \frac{M_{ij}^{рэ}}{M_{ij}^{мас}} \times MF_{диап}^{уст}$	23
16	$\overline{MF_j} = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} MF_{ij}}{n_j}$	23
17	$S_{диап}^{MF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n_j}\left(\frac{MF_{ij} - \overline{MF_j}}{\overline{MF_j}}\right)^2}{\Sigma n_j - 1}} \times 100 \le 0{,}03\ \%$	24
18	$MF_{диап} = \frac{\sum_{j=1}^{m} \overline{MF_j}}{m}$	24
19	$K_{гр} = K_{гр}^{ПЭП} \times MF_{диап}$	24
20	$KF_{ij} = \frac{N_{ij}^{мас}}{M_{ij}^{рэ}}$	24
21	$\overline{KF}_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_j} KF_{ij}}{n_j}$	25
22*а*	$S_{диап}^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{m}\sum_{i=1}^{n_j}\left(\frac{KF_{ij} - \overline{KF}_j}{\overline{KF}_j}\right)^2}{\Sigma n_j - 1}} \times 100 \le 0{,}03\ \%$	25
22*б*	$S_k^{KF} = \sqrt{\frac{\sum_{j=k}^{k+1}\sum_{i=1}^{n_j}\left(\frac{KF_{ij} - \overline{KF}_j}{\overline{KF}_j}\right)^2}{(n_j + n_{j+1} - 1)_k}} \times 100 \le 0{,}03\ \%$	25
23	$KF_{диап} = \frac{\sum_{j=1}^{m} \overline{KF}_j}{m}$	25
24	$\varepsilon = t_{(P,n)} \times S_{диап}^{MF}$	26
25	$\theta_\Sigma = 1{,}1 \times \sqrt{(\delta_{КП})^2 + (\delta_{ПП})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_K^{УОП})^2 + (\theta_{диап}^{MF})^2 + (\delta_0^{мас})^2}$	26

Приложение Е
(продолжение)

№ формулы	Формула	Стр
26	$\theta_t = \beta_{ж\ max} \times \sqrt{(\Delta t_{КП})^2 + (\Delta t_{ПП})^2} \times 100$	27
26*а*	$\theta_t = \beta_{ж\ max} \times \Delta t_{КП} \times 100$	27
27	$\theta_{диап}^{MF} = \left\| \frac{\overline{MF}_j - MF_{диап}}{MF_{диап}} \right\|_{max} \times 100$	27
28	$\delta_0^{мас} = \frac{2 \times ZS}{Q_{min} + Q_{max}} \times 100$	27
29	$\delta = \begin{cases} Z_{(P)} \times (\theta_\Sigma + \varepsilon), \text{ если } 0{,}8 \le \theta_\Sigma / S_{диап}^{MF} \le 8 \\ \theta_\Sigma, \quad \text{если } \theta_\Sigma / S_{диап}^{MF} > 8 \end{cases}$	28
30	$\varepsilon = t_{(P,\,n)} \times S_{диап}^{KF}$	28
31	$\theta_\Sigma = 1{,}1 \times \sqrt{(\delta_{КП})^2 + (\delta_{ПП})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_K^{УОИ})^2 + (\theta_{диап}^{KF})^2 + (\delta_0^{мас})^2}$	28
32	$\theta_{диап}^{KF} = \left\| \frac{\overline{KF}_j - KF_{диап}}{KF_{диап}} \right\|_{max} \times 100$	28
33	$\delta = \begin{cases} Z_{(P)} \times (\theta_\Sigma + \varepsilon), \text{ если } 0{,}8 \le \theta_\Sigma / S_{диап}^{KF} \le 8 \\ \theta_\Sigma, \quad \text{если } \theta_\Sigma / S_{диап}^{KF} > 8 \end{cases}$	29
34	$\varepsilon_k = t_{(P,\,n)} \times S_k^{KF}$	29
35	$\theta_\Sigma = 1{,}1 \times \sqrt{(\delta_{КП})^2 + (\delta_{ПП})^2 + (\theta_t)^2 + (\delta_K^{УОИ})^2 + (\theta_k^{KF})^2 + (\delta_{0k}^{мас})^2}$	29
36	$\theta_k^{KF} = \frac{1}{2} \times \left\| \frac{\overline{KF}_j - \overline{KF}_{j+1}}{\overline{KF}_j + \overline{KF}_{j+1}} \right\| \times 100$	29
37	$\delta_{0k}^{мас} = \frac{2 \times ZS}{Q_{k\,min} + Q_{k\,max}} \times 100$	29
38	$\delta_k = \begin{cases} Z_{(P)} \times (\theta_{\Sigma k} + \varepsilon_k), \text{ если } 0{,}8 \le \theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} \le 8 \\ \theta_{\Sigma k}, \quad \text{если } \theta_{\Sigma k} / S_k^{KF} > 8 \end{cases}$	30
39	$\lvert\delta\rvert \le 0{,}20\,\%; \qquad \lvert\delta_k\rvert \le 0{,}20\,\%$	30
40	$\lvert\delta\rvert \le 0{,}25\,\%; \qquad \lvert\delta_k\rvert \le 0{,}25\,\%$	30

Приложение Е
(окончание)

№ формулы	Формула	Стр
В.1	$\beta_{ж} = \beta_{н} \times \left(1 - \frac{W_{в}}{100}\right) + \beta_{в} \times \frac{W_{в}}{100}$	39
В.2	$\gamma_{ж} = \gamma_{н} \times \left(1 - \frac{W_{в}}{100}\right) + \gamma_{в} \times \frac{W_{в}}{100}$	39
В.3*а*	$\beta_{в} = \frac{CTL_{W}(t^{ТПР}) - CTL_{W}(t^{КП})}{CTL_{W}(t^{КП}) \times \left(t^{КП} - t^{ТПР}\right)}$	40
В.3*б*	$\beta_{в} = \frac{CTL_{W}(t^{ПП}) - CTL_{W}(t^{КП})}{CTL_{W}(t^{КП}) \times \left(t^{КП} - t^{ПП}\right)}$	40
В.3*в*	$\beta_{в} = \frac{1}{CTL_{W}(t^{КП})}$	40
В.4	$CTL_{W}(t) = 1 - (1{,}8526 \times 10^{-4} + 1{,}2882 \times 10^{-5} \times W_{хс}) \times \Delta t - (4{,}1151 \times 10^{-6} - 1{,}4464 \times 10^{-7} \times \times W_{хс}) \times \Delta t^{2} + (7{,}1926 \times 10^{-9} - 1{,}3085 \times 10^{-10} \times W_{хс}) \times \Delta t^{3}$, где: $CTL_{W}(t) = CTL_{W}(t^{ТПР})$, или $CTL_{W}(t) = CTL_{W}(t^{КП})$, или $CTL_{W}(t) = CTL_{W}(t^{ПП})$ $\Delta t = t^{ТПР} - 15$, или $\Delta t = t^{КП} - 15$, или $\Delta t = t^{ПП} - 15$	40

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора ФГУП ВНИИМС

_____ В.Н. Яншин

«04» _____ 2011 г.

МИ 3272-2010 ГСИ. [illegible]-расходомеры массовые. Методика поверки на месте эксплуатации компакт-прувером в комплекте с турбинным преобразователем расхода и поточным преобразователем плотности

Изменение № 1

Пункт 8.3.2.6 (стр. 19). Изложить в измененной редакции:

«8.3.2.6 Оценивают повторяемость коэффициентов преобразования ТПР, определенных в *j*-й точке расхода согласно 8.3.2.4, ($П_j$, %) по формуле

$$П_j = \frac{K_{jmax}^{ТПР} - K_{jmin}^{ТПР}}{K_{jmin}^{ТПР}} \times 100 \le 0{,}03\ \%\ , \qquad (8)$$

где $K_{jmax}^{ТПР}$ и $K_{jmin}^{ТПР}$ - максимальное и минимальное значения коэффициентов преобразования ТПР соответственно из ряда значений, определенных по 8.3.2.4 [формула (6)] в *j*-й точке расхода, имп/м^3.

Приложение А (стр. 34). Таблица 2, часть I. В колонке 13 обозначение $П_{ij}$ (%) заменить обозначением $П_j$ (%).

Приложение Д (стр. 42). На стр. 44 обозначения $K_{ijmax}^{ТПР}$, $K_{ijmin}^{ТПР}$ и $П_{ij}$ заменить обозначениями $K_{jmax}^{ТПР}$, $K_{jmin}^{ТПР}$ и $П_j$ соответственно с нижеследующими пояснениями:

- $K_{jmax}^{ТПР}$ - максимальное значение коэффициента преобразования ТПР в *j*-й точке расхода из ряда значений, определенных по 8.3.2.4 [формула (6)], имп/м^3;
- $K_{jmin}^{ТПР}$ - минимальное значение коэффициента преобразования ТПР в *j*-й точке расхода из ряда значений, определенных по 8.3.2.4 [формула (6)], имп/м^3;
- $П_j$ - повторяемость коэффициентов преобразования ТПР в *j*-й точке расхода, %.

ИСПОЛНИТЕЛИ:

от ОАО «Нефтеавтоматика»:

- первый заместитель генерального директора — Э.И. Глушков
- главный специалист по метрологии — Р.Ф. Магданов

от ОП ГНМЦ ОАО «Нефтеавтоматика»:

- директор — М.С. Немиров
- начальник отдела — А.А. Шахов

gost.e-ecolog.ru