

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И
МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

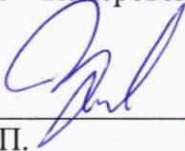
Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Директор
ФБУ «Кемеровский ЦСМ»



М.П.

«22» февраля 2019 г.



В.В. Гринцев

Заместитель директора по развитию
ФГУП «ВНИИР»



М.П.

«22» февраля 2019 г.

А.С. Тайбинский

ИНСТРУКЦИЯ


Государственная система обеспечения единства измерений

КОМПЛЕКСЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ
«ОКТОПУС-Л» («ОСТОРUS-L»)

Методика поверки

МП 0918-1-2019

Начальник научно-
исследовательского отдела



Р.А. Корнеев
Тел.отдела: (843) 272-12-02

г. Казань
2019

СОДЕРЖАНИЕ

1	Операции поверки	1
2	Средства поверки	2
3	Требования безопасности	3
4	Условия поверки	3
5	Подготовка к поверке	3
6	Проведение поверки	4
7	Обработка результатов поверки	8
8	Оформление результатов поверки	16
	Приложение А (рекомендуемое). Схемы определения погрешностей	17
	Приложение Б (рекомендуемое). Формы протоколов поверки	
	ИВК «ОКТОПУС-Л» («ОСТОРУС-Л»	20
	Приложение В (справочное). Коэффициент линейного расширения α_T и модуль упругости материала Е стенок калиброванного участка ТПУ	23

Настоящая методика поверки распространяется на комплексы измерительно-вычислительные «ОКТОПУС-Л» («ОСТОРУС-L») (далее – ИВК), предназначенные для работы в составе систем измерений количества и показателей качества жидкостей (нефти, нефтепродуктов, воды) и газов (газообразных, газожидкостных углеводородных смесей) (далее – СИКН), выпущенные ранее и вновь выпускаемые, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками – три года.

Допускается проводить периодическую поверку ИВК не в полном объеме, а только используемых измерительных каналов (ИК) в рабочих диапазонах измерений, по письменному заявлению владельца с обязательным указанием об этом в свидетельстве о поверке.

1 Операции поверки

При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1. Номенклатуру операций поверки определяют составом объекта, в который включен поверяемый ИВК.

Т а б л и ц а 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции	
		при первичной поверке	при периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	6.1	Да	Да
Опробование	6.2		
- проверка правильности прохождения сигналов от имитаторов преобразователей.	6.2.1	Да	Да
- подтверждение соответствия программного обеспечения СИ	6.2.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	6.3		
Определение погрешности при измерении входных сигналов:			
- постоянного тока;	6.3.1	Да	Да
- периода входного сигнала преобразователей плотности (ПП);	6.3.2	Да	Да
- количества импульсов от преобразователя объемного расхода (ПР) или преобразователя массового расхода (МР);	6.3.3	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
- количества импульсов за интервал времени;	6.3.4	Да	Да
- отношения количества импульсов	6.3.5	Да	Да

2 Средства поверки

При проведении поверки применяют следующие эталонные и вспомогательные средства измерений (СИ):

2.1 Устройство для поверки вторичной измерительной аппаратуры узлов учета нефти и нефтепродуктов УПВА (регистрационный номер № 20103-00); либо устройство для поверки вторичной измерительной аппаратуры узлов учета нефти и нефтепродуктов «УПВА-Т» (регистрационный номер № 39214-08);

– термометр метеорологический стеклянный, диапазон измерений от 0 до 100 °С (регистрационные номера 8718-82, 274-05, 280-05);

– психрометр аспирационный МВ-4-М, МВ-4-2М, М-34, М-34-М (регистрационный номер 10069-96).

2.2 При отсутствии УПВА применяют следующие эталонные и вспомогательные средства поверки:

– генератор сигналов низкочастотный ГЗ-102, диапазон частот от 20 Гц до 200 кГц (регистрационный номер 2864-72);

– частотомер электронно-счетный ЧЗ-33, диапазон измеряемых частот от 10 Гц до 10 МГц (регистрационный номер 2764-71);

– счетчик программный реверсивный Ф5007, диапазон частот входных сигналов от 10 Гц до 1 МГц (регистрационный номер 4754-75);

– магазин сопротивлений Р-33, класс точности 0,2 (регистрационный номер 1321-60);

– катушка электрического сопротивления 100 Ом типа Р331, класс точности 0,01 (регистрационный номер 1162-58);

– вольтметр В7-16, диапазон измерений от 0 до 1000 В (регистрационный номер 6458-78);

– делитель частоты Ф5093, диапазон частот от 10 Гц до 10 МГц (регистрационный номер 5553-76).

2.3 Допускается применение других средств поверки с аналогичными или лучшими

характеристиками. Вместо магазина сопротивлений и эталонной катушки допускается использовать задатчик тока.

2.4 Все средства поверки должны иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

3 Требования безопасности

При проведении поверки соблюдают требования, установленные:

3.1 Правилами безопасности при эксплуатации используемых средств поверки, приведенными в их эксплуатационной документации;

3.2 Правилами технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ);

3.3 Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ).

4 Условия поверки

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

– температура окружающего воздуха, °С	20 ± 5;
– атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7;
– относительная влажность воздуха, %	от 30 до 80;
– напряжение питания, В	220 ^{+10%} _{-15%} ;
– частота питания переменного тока, Гц	50 ± 0,4.

5 Подготовка к поверке

Перед проведением поверки выполняют следующие подготовительные работы:

5.1 Проверяют правильность монтажа ИВК в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации и схем, приведенных в приложении А.

5.2 Включают и прогревают ИВК и СИ не менее 30 минут.

5.3 При подготовке ИВК к проверке алгоритмов вычислений объема, массы жидкости в его память вводят следующие параметры:

- значения коэффициентов преобразования ПР (МР), имп/м³ (имп/т);
- значения коэффициентов преобразования и коррекции ПП, взятые из свидетельств о поверке;
- диапазоны измерений преобразователей температуры (°С) и давления (МПа).

При подготовке ИВК к проверке алгоритмов вычислений объема газа, приведенного к стандартным условиям, в его память вводят следующие параметры:

- тип СУ;
- диапазоны измерений преобразователей температуры ($^{\circ}\text{C}$), давления (Па) и перепада давления на СУ (Па);
- значения коэффициентов преобразования ПР (МР), $\text{имп}/\text{м}^3$ (имп/т) – при выборе соответствующего ПР;
- способ расчета физических свойств газа;
- компонентный состав газа.

5.4 При подготовке ИВК к проверке алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПР (МР) при поверке и контроле по трубопоршневой поверочной установке (ТПУ) вводят следующие параметры:

- диапазоны измерений преобразователей температуры ($^{\circ}\text{C}$) и давления (МПа);
- вместимость ТПУ в нормальных условиях, м^3 ;
- внутренний диаметр калиброванного участка ТПУ, мм;
- толщину стенок ТПУ, мм;
- коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, $^{\circ}\text{C}^{-1}$, в соответствии с приложением В;
- модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа, в соответствии с приложением В.

5.5 При подготовке ИВК к проверке алгоритма вычислений коэффициента преобразования ПР (МР) при поверке и контроле по эталонному или контрольному ПР (МР) вводят следующий параметр:

- коэффициент преобразования эталонного (контрольного) ПР (МР), $\text{имп}/\text{м}^3$ (имп/т).

6 Проведение поверки

6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого ИВК следующим требованиям:

- комплектность ИВК соответствует технической документации;
- на ИВК отсутствуют механические повреждения и дефекты покрытия, ухудшающие внешний вид и препятствующие применению;
- надписи и обозначения на ИВК четкие и соответствуют технической документации.

6.2 Отprobование

6.2.1 Проверка правильности прохождения сигналов от имитаторов преобразователей.

Сигналы преобразователей с токовыми выходами имитируют либо УПВА (рисунок А.1.1), либо источником питания, входящим в состав ИВК и магазином сопротив-

лений 3 (рисунок А.1.2). Во втором случае величины токов определяют косвенным методом, используя цифровой вольтметр 1 и эталонную катушку сопротивления 2.

Сигналы преобразователей с частотными выходами имитируют либо УПВА (рисунок А.2.1), либо делителем частоты 5 (рисунок А.2.2).

Сигналы преобразователей с импульсными выходами имитируют либо УПВА (рисунок А.3.1) либо генератором 6 (рисунок А.3.2).

Сигналы детекторов ТПУ имитируют либо УПВА (рисунок А.4.1) либо контактами реле «Преднаб.min» и «Преднаб.max» счетчика импульсов 7 (рисунок А.4.2).

Сигналы эталонного и рабочего преобразователей расхода имитируют либо УПВА (рисунок А.5.1) либо делителем частоты 5 (рисунок А.5.2).

Изменяя сигналы имитаторов первичных преобразователей, убеждаются во вводе и обработке их ИВК, контролируя значения параметров на экране ИВК.

6.2.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения СИ

Операция «Подтверждение соответствия программного обеспечения» включает:

- определение идентификационного наименования программного обеспечения;
- определение номера версии (идентификационного номера) программного обеспечения;
- определение цифрового идентификатора (контрольной суммы исполняемого кода) программного обеспечения.

В главном меню необходимо выбрать пункт меню «СИСТ.ПАРАМЕТРЫ» и нажать клавишу «↵». В появившемся подменю выбрать подпункт «СВЕДЕНИЯ О ПО». На ЖК дисплее отобразится следующая информация: версия интерфейса программного обеспечения, установленного на контроллере, а также параметры (включая название объектного файла, контрольной суммы, внутренний номер алгоритмов и т.п.) метрологически значимой части программного интерфейса.

АЛГОРИТМЫ: v. X.XXX ФАЙЛ: Formula.o CRC32: XXXXXXXXX ИНТЕРФЕЙС: v. X.XXX

Данная информация используется для контроля неизменности метрологической части ПО.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные ПО (идентификационное наименование, номер версии (идентификационный номер) и цифровой идентификатор) соответствуют идентификационным данным, указанным в свидетельствах о метрологической аттестации (сертификатах подтверждения соответствия) программного обеспечения (программы) для каждой конкретной версии (или диапазона версий) ПО ИВК.

6.3 Определение метрологических характеристик

6.3.1 Определение погрешности при измерениях входных сигналов постоянного тока проводят при наличии в СИКН преобразователей с токовыми выходами.

Определение погрешности при измерениях входных сигналов постоянного тока проводят по всем используемым токовым входам при значениях тока 4, 12, 20 мА. Допускается устанавливать другие значения тока.

Поочередно подключая имитатор тока к токовым входам, устанавливают необходимые значения тока.

Отсчет значений тока проводят с экрана ИВК, значения заносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

6.3.2 Определение погрешности при измерениях периода входного сигнала ПП проводят при наличии в составе СИКН преобразователей с частотными выходами.

Определение погрешности при измерениях периода входного сигнала ПП проводят по всем используемым частотным входам при двух значениях частоты входного сигнала из рабочего диапазона значений частот преобразователей.

Задатчик частоты поочередно подключают ко всем используемым частотным входам и устанавливают необходимые значения периода.

Отсчет значений периода проводят с экрана ИВК, значения заносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

6.3.3 Определение погрешности при измерениях количества импульсов от ПР или МР проводят при наличии в составе СИКН преобразователей с импульсными выходами.

Определение погрешности при измерениях количества импульсов от ПР или МР проводят по всем используемым импульсным входам при одном значении частоты входного сигнала из рабочего диапазона значений частот преобразователей, количество импульсов - не менее 100000.

Задатчик количества импульсов поочередно подключают ко всем используемым импульсным входам.

При использовании УПВА (рисунок А.3.1) на выходе «F4» УПВА устанавливают

необходимое значение частоты, на выходе «N» – необходимое количество импульсов. Нажимают кнопку «Sa» УПВА.

При использовании генератора и счетчика импульсов (рисунок А.3.2) на выходе генератора 6 устанавливают необходимое значение частоты. На переключателях «Преднабор.max» счетчика импульсов 7 устанавливают соответствующее значение количества импульсов. Нажимают кнопку «СБРОС» счетчика импульсов 7. Обнуляют показания счетчиков импульсов ИВК. Нажимают кнопку «СТАРТ» счетчика импульсов 7. Замыкают выключатель «S1». После срабатывания реле «Преднаб.max» нажимают кнопку «СТОП» счетчика импульсов 7 и размыкают выключатель «S1».

Отсчет значений количества импульсов проводят с экрана ИВК, значения заносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

Проводят не менее трех отсчетов.

6.3.4 Определение погрешности при измерениях количества импульсов за интервал времени проводят при наличии в составе СИКН преобразователей расхода с импульсными выходами и для их поверки используют ТПУ.

Определение погрешности при измерениях количества импульсов за интервал времени проводят по любому используемому импульсному входу при одном значении частоты входного сигнала из рабочего диапазона значений частот преобразователей, количество импульсов - не менее 1000.

При использовании УПВА (рисунок А.4.1) выход «F4» УПВА подключают к импульсному входу ИВК, на выходе «F4» УПВА устанавливают необходимое значение частоты, на выходе «N» УПВА – необходимое количество импульсов. Выход «Sa» УПВА подключают к входам «Дт 1» ИВК, а выход «Sb» УПВА – к входам «Дт 2» ИВК.

При имитации однонаправленной ТПУ нажимают кнопку «Sa» УПВА.

При имитации двунаправленной ТПУ нажимают кнопку «Sa» УПВА, после срабатывания выхода «Sb» УПВА нажимают кнопку «Sb» УПВА.

При использовании генератора и счетчика импульсов (рисунок А.4.2) генератор 6 подключают к импульсному входу ИВК, на выходе генератора устанавливают необходимое значение частоты. Контакты реле «Преднаб.min» счетчика импульсов 7 подключают к входам «Дт 1» ИВК, а контакты реле «Преднаб.max» – к входам «Дт 2» ИВК. На переключателях «Преднабор.min» счетчика импульсов 7 устанавливают значение 105, на переключателях «Преднабор.max» устанавливают значение требуемого количества импульсов, увеличенное на 105.

При имитации однонаправленной ТПУ нажимают кнопку «СУММИР.» счетчика импульсов 7. Последовательно нажимают кнопки «СБРОС» и «СТАРТ». После

срабатывания реле «Преднаб.тах» нажимают кнопку «СТОП».

При имитации двунаправленной ТПУ нажимают кнопку «СУММИР.» счетчика импульсов 7. Последовательно нажимают кнопки «СБРОС» и «СТАРТ». После срабатывания реле «Преднаб.тах» последовательно нажимают кнопки «СТОП», «ВЫЧИТ.» и «СТАРТ». После срабатывания реле «Преднаб.мин» нажимают кнопку «СТОП».

Отсчет значений количества импульсов за интервал времени проводят с экрана ИВК, значения заносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

Проводят не менее трех отсчетов.

6.3.5 Определение погрешности при измерениях отношения количества импульсов проводят при наличии в составе СИКН преобразователей расхода с импульсными выходами и эталонного преобразователя расхода с импульсным выходом.

Определение погрешности при измерениях отношения количества импульсов проводят по двум любым используемым импульсным входам при значениях частот входных сигналов из рабочего диапазона значений частот преобразователей.

При использовании УПВА (рисунок А.5.1) выход «F3» УПВА подключают к одному импульсному входу ИВК, а выход «F4» УПВА - к другому импульсному входу ИВК, устанавливают необходимые значения периодов на выходах «F3» и «F4».

При использовании делителя частоты (рисунок А.5.2) один выход делителя частоты 5 подключают к одному импульсному входу ИВК, а второй - к другому импульсному входу ИВК, устанавливают необходимые значения периодов на выходах делителя частоты.

Отсчет значений количества импульсов проводят с экрана ИВК, значения заносят в протокол, форма которого приведена в приложении Б.

Проводят не менее трех отсчетов.

7 Обработка результатов измерений

7.1 Определение погрешности при измерениях входных сигналов

7.1.1 Абсолютную погрешность при измерениях входных сигналов постоянного тока по j-му токовому входу, мА, вычисляют по формуле

$$\Delta I_{ji} = I_{ji} - I_{ди} , \quad (1)$$

где I_{ji} – значение тока по j-му токовому входу для i-й точки, мА;

$I_{ди}$ – действительное значение тока для i-ой точки, мА.

Абсолютная погрешность при измерениях сигналов постоянного тока не должна

превышать ΔI_d , равной $\pm 0,015$ мА.

7.1.2 Абсолютную погрешность при измерениях периода входного сигнала ПП по j -му частотному (импульсному) входу, %, вычисляют по формуле

$$\Delta_{T_{ji}} = T_{ji} - T_{дi}, \quad (2)$$

Относительную погрешность при измерениях периода входного сигнала ПП по j -му частотному (импульсному) входу, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{T_{ji}} = 100 \cdot \frac{\Delta_{T_{ji}}}{T_{дi}}, \quad (3)$$

где T_{ji} – значение периода по j -му частотному (импульсному) входу для i -й точки, мкс;

$T_{дi}$ – действительное значение периода для i -й точки, мкс.

Абсолютная погрешность при измерениях периода входного сигнала ПП не должна превышать $\pm 0,005$ мкс.

Относительная погрешность при измерениях периода входного сигнала ПП не должна превышать $\pm 0,0015$ %.

7.1.3 Относительную погрешность каналов преобразования количества импульсов от ПР или МР по j -му импульсному входу, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{N_{ji}} = 100 \cdot \frac{N_{ji} - N_{дj}}{N_{дj}}, \quad (4)$$

где N_{ji} – значение количества импульсов по j -му импульсному входу при i -м отсчете, имп;

$N_{дj}$ – действительное значение количества импульсов, имп.

Относительная погрешность при измерениях количества импульсов от ПР или МР не должна превышать $\delta_{N_{дj}}$, равной $\pm 0,005$ %.

7.1.4 Относительную погрешность при измерениях количества импульсов за интервал времени от детектора до детектора, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{N_{ддi}} = 100 \cdot \frac{N_{ддi} - N_{ддi}}{N_{ддi}}, \quad (5)$$

где $N_{ддi}$ – количество импульсов за интервал времени от детектора до детектора при i -м отсчете, имп;

$N_{ддi}$ – действительное количество импульсов за интервал времени от детектора до детектора, имп.

Относительная погрешность при измерениях количества импульсов за интервал времени не должна превышать $\delta_{N_{\text{ддд}}}$, равной $\pm 0,01\%$.

7.1.5 Относительную погрешность при измерениях отношения количества импульсов, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{K_{Ni}} = 100 \cdot \frac{\frac{N_{Pi}}{f_P} - \frac{f_P}{f_{\text{Э}}}}{\frac{f_P}{f_{\text{Э}}}}, \quad (6)$$

где N_{Pi} , $N_{\text{Э}i}$ – значения количества импульсов по импульсным входам при i -м отсчете, имп;

f_P , $f_{\text{Э}}$ – значения установленных частот по импульсным входам, Гц.

Относительная погрешность при измерениях отношения количества импульсов не должна превышать $\delta_{K_{Nd}}$, равной $\pm 0,01\%$.

7.2 Вычисление погрешности преобразования входных сигналов в значения величин

7.2.1 Абсолютную погрешность преобразования входных сигналов в значение температуры определяют, если в состав СИКН входят преобразователи температуры.

Абсолютную погрешность преобразования тока в значение температуры, $^{\circ}\text{C}$, вычисляют по формуле

$$\Delta t = \frac{t_{\text{max}} - t_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot \Delta I_{\text{д}}, \quad (7)$$

где t_{max} , t_{min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений преобразователя температуры, $^{\circ}\text{C}$;

I_{max} , I_{min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона выходного тока преобразователя температуры, мА.

7.2.2 Абсолютную погрешность преобразования входных сигналов в значение давления определяют, если в состав СИКН входят преобразователи давления.

Абсолютную погрешность преобразования тока в значение давления, МПа, вычисляют по формуле

$$\Delta P = \frac{P_{\text{max}} - P_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} \cdot \Delta I_{\text{д}}, \quad (8)$$

где P_{max} , P_{min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений преобразователя давления, МПа;

I_{\max} , I_{\min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона выходного тока преобразователя давления, мА.

7.2.3 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение плотности определяют, если в состав СИКН входят ПП.

Абсолютную погрешность преобразования периода в значение плотности для ПП с частотным выходом, кг/м³, вычисляют по формуле

$$\Delta\rho = \frac{\rho_{\max} - \rho_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}} \cdot \frac{\delta_{T_d}}{100} \cdot T_{\max}, \quad (9)$$

где ρ_{\max} , ρ_{\min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений ПП, кг/м³;

T_{\max} , T_{\min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона периода выходного сигнала ПП, мкс.

Относительную погрешность преобразования периода в плотность, %, вычисляют по формуле

$$\delta_{\rho} = 100 \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho_{\phi\min}}, \quad (10)$$

где $\rho_{\phi\min}$ – минимально возможное значение плотности, кг/м³.

7.2.4 Абсолютную погрешность преобразования входных сигналов в значение объемной доли воды определяют, если в СИКН входят влагомеры.

Абсолютную погрешность преобразования тока в значение объемной доли воды для влагомеров с токовым выходом, %, вычисляют по формуле

$$\Delta\varphi_{\text{в}} = \frac{\varphi_{\text{вmax}} - \varphi_{\text{вmin}}}{I_{\max} - I_{\min}} \cdot \Delta I_{\text{д}}, \quad (11)$$

где $\varphi_{\text{вmax}}$, $\varphi_{\text{вmin}}$ – наибольшее и наименьшее значения диапазона измерений влагомера, %;

I_{\max} , I_{\min} – наибольшее и наименьшее значения диапазона выходного тока влагомера, мА.

7.2.5 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение объема определяют, если в состав СИКН входят ПР.

Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение объема продукта $\delta_{\text{в}}$ для ПР принимают равной относительной погрешности измерений количества импульсов $\delta_{\text{нд}}$, %, ($\delta_{\text{в}} = \delta_{\text{нд}}$).

Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение объема продукта не должна превышать $\delta_{\text{вд}}$ равной $\pm 0,01$ %.

7.2.6 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение массы определяют, если в состав СИКН входят ПР и ПП или МР.

Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта при измерениях сигналов ПР и ПП, %, вычисляют по формулам

$$\delta_M = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_V^2 + \delta_p^2 + \delta_t^2 + \delta_P^2}, \quad (12)$$

$$\delta_t = 100 \cdot \beta_{\max} \cdot \sqrt{\Delta t_{ПП}^2 + \Delta t_{ПР}^2}, \quad (13)$$

$$\delta_P = 100 \cdot \gamma_{\max} \cdot \sqrt{\Delta P_{ПП}^2 + \Delta P_{ПР}^2}, \quad (14)$$

где δ_p – составляющая относительной погрешности, обусловленная погрешностью преобразования входного сигнала в значение плотности, %;

δ_t – составляющая относительной погрешности, обусловленная погрешностью преобразования входного сигнала в значение температуры при приведении плотности, измеренной ПП, к условиям измерений объема ПР, %;

δ_P – составляющая относительной погрешности, обусловленная погрешностью преобразования входного сигнала в значение давления при приведении плотности, измеренной ПП, к условиям измерений объема ПР, %;

β_{\max} – максимально возможное значение коэффициента объемного расширения продукта, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

γ_{\max} – максимально возможное значение коэффициента сжимаемости продукта, МПа^{-1} ;

$\Delta t_{ПП}$, $\Delta t_{ПР}$ – абсолютные погрешности преобразования входного сигнала в значение температуры при измерениях плотности ПП и объема ПР соответственно, $^{\circ}\text{C}$, вычисленные по формуле (7);

$\Delta P_{ПП}$, $\Delta P_{ПР}$ – абсолютные погрешности преобразования входного сигнала в значение давления при измерениях плотности ПП и объема ПР соответственно, МПа , вычисленные по формуле (8).

Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта δ_M для МР принимают равной относительной погрешности измерений количества импульсов δ_{N_d} , %, ($\delta_M = \delta_{N_d}$).

Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение массы продукта для ПР и ПП не должна превышать δ_{M_d} , равной $\pm 0,02$ %, для МР - $\pm 0,01$ %.

7.2.7 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение

коэффициента преобразования ПР при поверке по ТПУ определяют, если в состав СИКН входят ПР и для их поверки используют ТПУ.

Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПР при поверке по ТПУ, %, вычисляют по формулам

$$\delta_K = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{N_{дл}}^2 + \delta_{t_k}^2 + \delta_{P_k}^2}, \quad (15)$$

$$\delta_{t_k} = 100 \cdot \beta_{\max} \cdot \sqrt{\Delta t_{ТПУ}^2 + \Delta t_{ПР}^2}, \quad (16)$$

$$\delta_{P_k} = 100 \cdot \gamma_{\max} \cdot \sqrt{\Delta P_{ТПУ}^2 + \Delta P_{ПР}^2}, \quad (17)$$

где δ_{t_k} – составляющая относительной погрешности, обусловленная погрешностью преобразования входного сигнала в значение температуры при приведении объема ТПУ к условиям измерений объема ПР, %;

δ_{P_k} – составляющая относительной погрешности, обусловленная погрешностью преобразования входного сигнала в значение давления при приведении объема ТПУ к условиям измерений объема ПР, %;

$\Delta t_{ТПУ}$ – абсолютная погрешность преобразования входного сигнала в значение температуры продукта в ТПУ, °С, вычисленная по формуле (7);

$\Delta P_{ТПУ}$ – абсолютная погрешность преобразования входного сигнала в значение давления продукта в ТПУ, МПа, вычисленная по формуле (8).

Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПР при поверке по ТПУ не должна превышать $\delta_{КД}$, равной $\pm 0,025$ %.

7.2.8 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПР при поверке по эталонному ПР определяют, если в состав СИКН входят ПР и для их поверки используют эталонный ПР.

Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПР при поверке по эталонному ПР, %, вычисляют по формулам

$$\delta_{K_э} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{K_{эл}}^2 + \delta_{t_э}^2 + \delta_{P_э}^2}, \quad (18)$$

$$\delta_{t_э} = 100 \cdot \beta_{\max} \cdot \sqrt{\Delta t_{ЭПР}^2 + \Delta t_{ПР}^2}, \quad (19)$$

$$\delta_{P_э} = 100 \cdot \gamma_{\max} \cdot \sqrt{\Delta P_{ЭПР}^2 + \Delta P_{ПР}^2}, \quad (20)$$

где δ_{t_3} – составляющая относительной погрешности, обусловленная погрешностью преобразования входного сигнала в значение температуры при приведении объема, прошедшего через эталонный ПР, к рабочим условиям в рабочем ПР, %;

δ_{p_3} – составляющая относительной погрешности, обусловленная погрешностью преобразования входного сигнала в значение давления при приведении объема, прошедшего через эталонный ПР к рабочим условиям в рабочем ПР, %;

$\Delta t_{ЭПР}$ – абсолютная погрешность преобразования входного сигнала в значение температуры продукта в эталонном ПР, °С, вычисленная по формуле (7);

$\Delta P_{ЭПР}$ – абсолютная погрешность преобразования входного сигнала в значение давления продукта в эталонном ПР, МПа, вычисленная по формуле (8).

Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПР при поверке по эталонному ПР не должна превышать $\delta_{К_{ЭД}}$, равной $\pm 0,025$ %.

7.2.9 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования МР при поверке по ТПУ и ПП определяют, если в состав СИКН входят МР и для их поверки используют ТПУ и ПП.

Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования МР при поверке по ТПУ и ПП, %, вычисляют по формулам

$$\delta_{КМ} = 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{N_{ДЦ}}^2 + \delta_p^2 + \delta_{t_{МР}}^2 + \delta_{P_{МР}}^2}, \quad (21)$$

$$\delta_{t_{МР}} = 100 \cdot \beta_{\max} \cdot \sqrt{\Delta t_{ТПУ}^2 + \Delta t_{ПП}^2}, \quad (22)$$

$$\delta_{P_{МР}} = 100 \cdot \gamma_{\max} \cdot \sqrt{\Delta P_{ТПУ}^2 + \Delta P_{ПП}^2}, \quad (23)$$

где $\delta_{t_{МР}}$ – составляющая относительной погрешности, обусловленная погрешностью преобразования входного сигнала в значение температуры при приведении плотности, измеренной ПП, к условиям в ТПУ, %;

$\delta_{P_{МР}}$ – составляющая относительной погрешности, обусловленная погрешностью преобразования входного сигнала в значение давления при приведении плотности, измеренной ПП, к условиям в ТПУ, %.

Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования МР при поверке по ТПУ не должна превышать $\delta_{К_{МД}}$, равной $\pm 0,025$ %.

7.2.10 Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования МР при поверке по эталонному МР определяют, если в состав СИКН входят МР и для их поверки используют эталонный МР.

Относительную погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования МР при поверке по эталонному МР $\delta_{КМЭ}$ принимают равной относительной погрешности при измерениях отношения количества импульсов $\delta_{КНД}$, %, ($\delta_{КМЭ} = \delta_{КНД}$).

Относительная погрешность преобразования входных сигналов в значение коэффициента преобразования МР при поверке по эталонному МР не должна превышать $\delta_{КМЭД}$, равной $\pm 0,025$ %.

7.2.11 Значения коэффициентов объемного расширения β и сжимаемости γ для нефти приведены в ГОСТ 8.602-2010 «ГСИ. Плотность нефти. Таблицы пересчета» и в Рекомендациях по метрологии Р 50.2.076-2010 «ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программа и таблицы приведения».

Коэффициент объемного расширения сырой нефти $\beta_{сн}$ вычисляют по формуле

$$\beta_{сн} = \beta_{н} \cdot \left(1 - \frac{\varphi_{в}}{100}\right) + \beta_{в} \cdot \frac{\varphi_{в}}{100}, \quad (25)$$

где $\beta_{н}$ – коэффициент объемного расширения нефти, $^{\circ}\text{C}^{-1}$;

$\varphi_{в}$ – объемное содержание воды в продукте, %;

$\beta_{в}$ – коэффициент объемного расширения воды ($\beta_{в} = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

Коэффициент сжимаемости сырой нефти $\gamma_{сн}$ вычисляют по формуле

$$\gamma_{сн} = \gamma_{н} \cdot \left(1 - \frac{\varphi_{в}}{100}\right) + \gamma_{в} \cdot \frac{\varphi_{в}}{100}, \quad (26)$$

где $\gamma_{н}$ – коэффициент сжимаемости нефти, МПа^{-1} ;

$\gamma_{в}$ – коэффициент сжимаемости воды ($\gamma_{в} = 4,91 \cdot 10^{-4} \text{ МПа}^{-1}$).

7.2.12 Относительную погрешность ИВК вычисления объема газа, приведенного к стандартным условиям, %, определяют по формуле

$$\delta_{v} = 100 \cdot \frac{V_{изм} - V_{расч}}{V_{расч}}, \quad (27)$$

где $V_{изм}$ – значение объема, приведенного к стандартным условиям, вычисленное ИВК, м^3 ;

$V_{расч}$ – значение объема, приведенное к стандартным условиям, вычисленное аттестованным ПО (например, программным комплексом «Расходомер ИСО», модуль «ГОСТ Р 8.740-2011»), м³.

Относительная погрешность при вычислениях объема газа, приведенного к стандартным условиям, не должна превышать δ_v , равную $\pm 0,01$ %.

8 Оформление результатов поверки

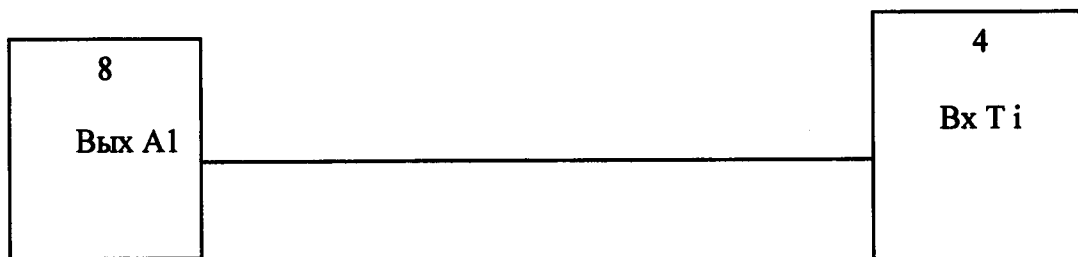
8.1 Результаты поверки оформляют протоколом, форма которого приведена в приложении Б.

8.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке ИВК в соответствии с «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным приказом Минпромторга России от 2 июля 2015 г. № 1815, и (или) делают отметку в формуляре ИВК. Наносят знак поверки давлением на специальную мастику, расположенную в пломбировочной чашке винта крепления на крышке корпуса ИВК в соответствии с описанием типа ИВК.

8.3 При проведении периодической поверки ИВК не в полном объеме, а только используемых измерительных каналов (ИК) в рабочих диапазонах измерений по письменному заявлению заказчика, в свидетельстве о поверке обязательно указывается информация об объеме проведенной поверки.

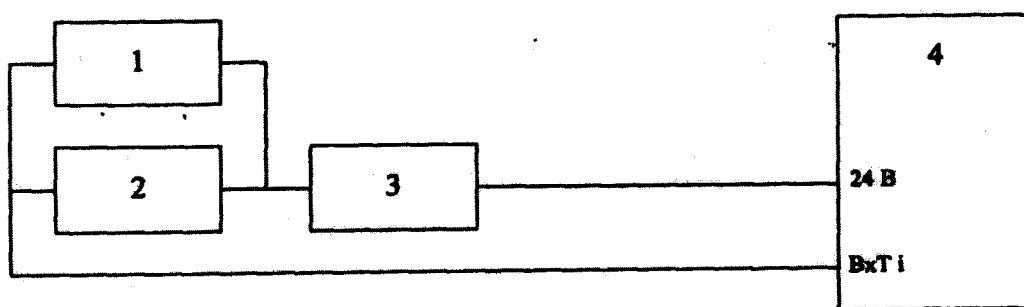
8.4 При отрицательных результатах поверки ИВК к эксплуатации не допускают и оформляют извещение о непригодности к применению с указанием причин в соответствии с «Порядком проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке», утвержденным приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815.

Приложение А
(рекомендуемое)
Схемы определения погрешностей



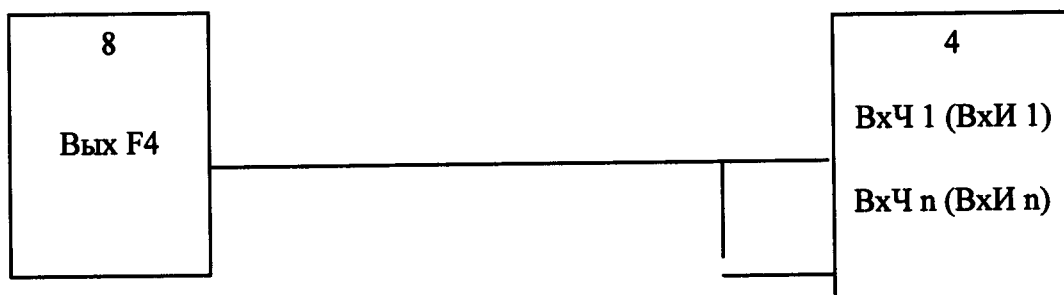
4-ИВК; 8-УПВА.

Рисунок А.1.1 – Схема определения погрешности при измерениях тока



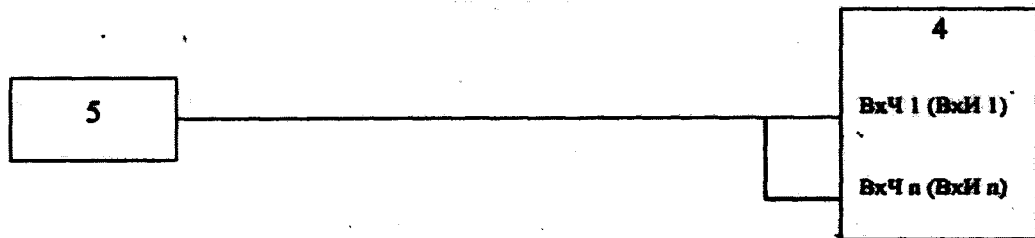
1 - Универсальный вольтметр; 2 - Эталонная катушка сопротивления;
 3 - Магазин сопротивлений; 4 - ИВК.

Рисунок А.1.2 – Схема определения погрешности при измерениях тока



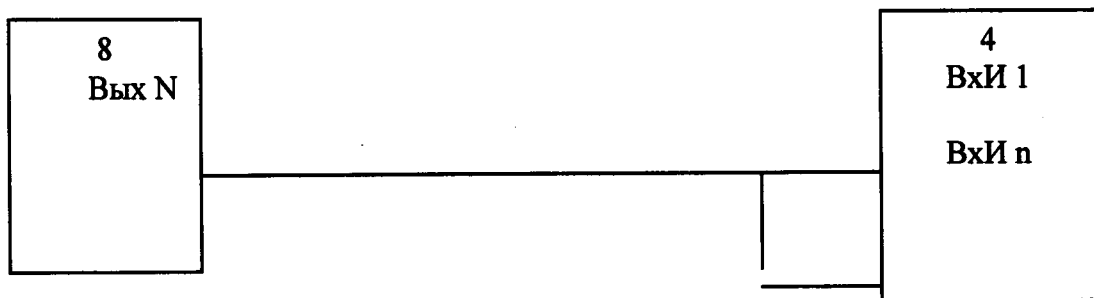
4 - ИВК; 8 - УПВА.

Рисунок А.2.1 – Схема определения погрешности при измерениях периода



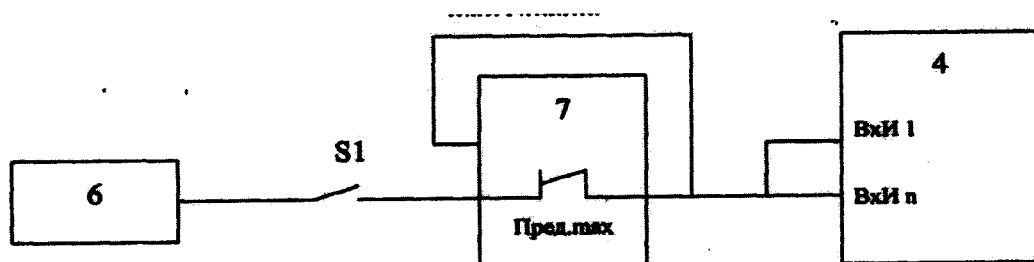
4 - ИВК; 5 - Делитель частоты.

Рисунок А.2.2 – Схема определения погрешности при измерениях периода



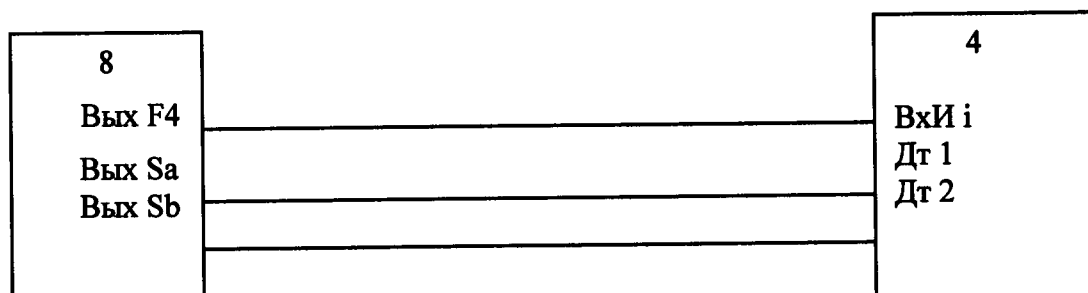
4 - ИВК; 8 - УПВА.

Рисунок А.3.1 – Схема определения погрешности при измерениях количества импульсов



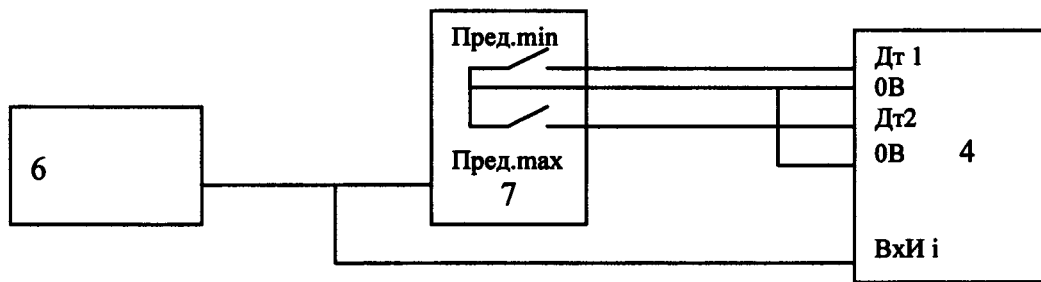
4 - ИВК; 6 – Генератор; 7 - Счетчик импульсов.

Рисунок А.3.2 – Схема определения погрешности при измерениях количества импульсов



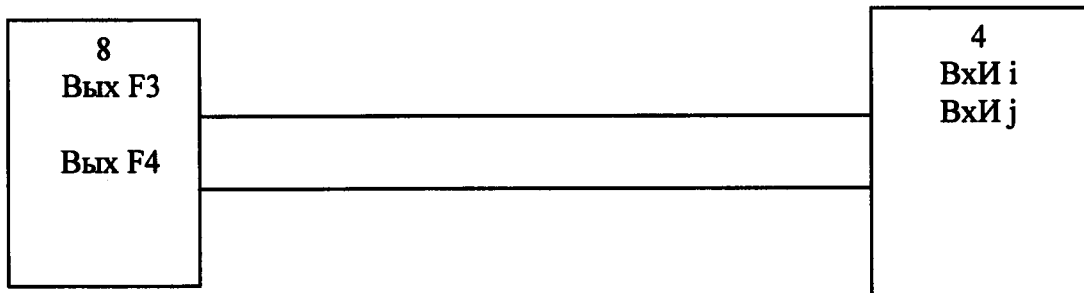
4-ИВК; 8-УПВА.

Рисунок А.4.1 – Схема определения погрешности при измерениях количества импульсов за интервал времени



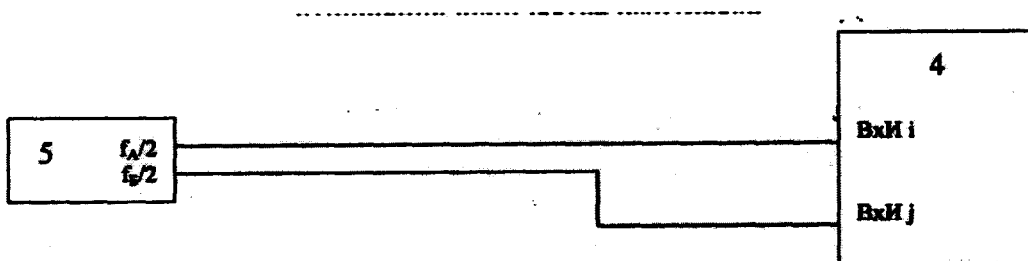
4 – ИВК; 6 – Генератор; 7 - Счетчик импульсов.

Рисунок А.4.2 – Схема определения погрешности при измерениях количества импульсов за интервал времени



4-ИВК; 8-УПВА.

Рисунок А.5.1 – Схема определения погрешности при измерениях отношения количества импульсов



4 – ИВК; 5 - Делитель частоты.

Рисунок А.5.2 - Схема определения погрешности при измерениях отношения количества импульсов

Приложение Б
(рекомендуемое)
Формы протоколов поверки ИВК «ОКТОПУС-Л» («ОСТОРУС-L»)

ПРОТОКОЛ № ____

поверки ИВК «ОКТОПУС-Л» («ОСТОРУС-L»)

(форма)

Заводской номер _____ Дата выпуска _____

Представлен _____

Место проведения поверки _____

Б.1 Определение погрешности при измерениях входных сигналов

Т а б л и ц а Б.1.1 – Результаты определения погрешности при измерениях тока

Вход	$I_{дi}$ мА	I_{ji} мА	ΔI_{ji} мА	$\Delta I_{д}$ мА
ВхТ 1				
...				
ВхТ n				

Т а б л и ц а Б.1.2 – Результаты определения погрешности при измерениях периода

Вход	$T_{дi}$ мкс	T_{ji} мкс	δ_{Tji} %	$\delta_{Tд}$ %
ВхЧ 1 (ВхИ 1)				
...				
ВхЧ n (ВхИ n)				

Т а б л и ц а Б.1.3 – Результаты определения погрешности при измерениях количества импульсов

Вход	f Гц	$N_{д}$ имп	N_{ji} имп	δ_{Nji} %	$\delta_{Nд}$ %
ВхИ 1					
...					
ВхИ n					

Т а б л и ц а Б.1.4 – Результаты определения погрешности при измерениях количества импульсов за интервал времени

Вход	F Гц	N _{ддд} имп	N _{ддi} имп	$\delta_{N_{ддi}}$ %	$\delta_{N_{дд Д}}$ %

Т а б л и ц а Б.1.5 – Результаты определения погрешности при измерениях отношения количества импульсов

Вход	f _p Гц	N _{эi} имп	N _{pі} имп	$\delta_{K_{Ni}}$ %	$\delta_{K_{ND}}$ %

Б.2 Определение погрешности при преобразовании входных сигналов в значения величин

Т а б л и ц а Б.2.1 – Результаты определения погрешности при преобразовании входных сигналов в значения объема, массы

δ_V %	δ_ρ %	δ_t %	δ_P %	δ_M %

Т а б л и ц а Б.2.2 – Результаты определения погрешности при преобразовании входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПР при поверке по ТПУ

$\delta_{N_{ддд}}$ %	δ_{t_K} %	δ_{P_K} %	δ_K %

Т а б л и ц а Б.2.3 – Результаты определения погрешности при преобразовании входных сигналов в значение коэффициента преобразования МР при поверке по ТПУ

$\delta_{N_{ддд}}$ %	δ_ρ %	$\delta_{t_{MP}}$ %	$\delta_{P_{MP}}$ %	δ_{K_M} %

Т а б л и ц а Б.2.4 – Результаты определения погрешности при преобразовании входных сигналов в значение коэффициента преобразования ПР (МР) при поверке по эталонному ПР (МР)

$\delta_{K_{ND}}$ %	δ_{t_3} %	δ_{P_3} %	δ_{K_3} %

Т а б л и ц а Б.2.5 – Результаты определения погрешности при вычислениях объема газа, приведенного к стандартным условиям

Расход при н.у., м ³ /ч	Время замера, мин	$V_{изм}$ м ³	$V_{расч}$ м ³	δ_V %

Должности, подписи _____

и.о. фамилии лиц, _____

проводивших поверку _____

Дата проведения поверки « _____ » _____

**Приложение В
(справочное)****Коэффициент линейного расширения α_t
и модуль упругости материала E стенок калиброванного участка ТПУ****Т а б л и ц а Г.1 – Коэффициент линейного расширения α_t и модуль упругости
материала E стенок калиброванного участка ТПУ**

Материал	$\alpha_t, 1/^\circ\text{C}$	$E, \text{МПа}$
Сталь углеродистая	$11,2 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^5$
Сталь легированная	$11,0 \cdot 10^{-6}$	$2,0 \cdot 10^5$
Сталь нержавеющая	$16,6 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^5$
Латунь	$17,8 \cdot 10^{-6}$	
Алюминий	$24,5 \cdot 10^{-6}$	
Медь	$17,4 \cdot 10^{-6}$	

П р и м е ч а н и е – Если в паспорте на ТПУ приведены значения α_t и E для материала стенок калиброванного участка ТПУ, то для расчетов используют приведенные значения.