

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ**

(ФГУП "ВНИИМС")

Утверждаю



Руководитель ЦИ СИ ФГУП "ВНИИМС"

В.Н. Яншин

" *шкя* " 2011 г.

**СЧЕТЧИКИ-РАСХОДОМЕРЫ МАССОВЫЕ
ЭЛМЕТРО-ФЛОМАК**

Методика поверки (калибровки)

3124.0000.00 МП

Настоящая методика распространяется на счетчики-расходомеры массовые «Элметро-Фломак» изготавливаемые по ТУ 4213-025-99278829-2011 (далее – расходомеры), предназначенные для измерения массового расхода и количества массы жидкости.

Методика применима к их первичной (перед вводом в эксплуатацию и после ремонта) и периодической поверки.

Межповерочный интервал – четыре года.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.1

Таблица 1.1

Наименование операций	Номер пункта методики
Внешний осмотр	6
Опробование	7
Определение основной относительной погрешности при измерении массового расхода	8.1
Определение основной абсолютной погрешности при измерении температуры	8.2
Определение основной абсолютной погрешности при измерении плотности	8.3
Оформление результатов поверки	9

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки расходомеров применяются средства, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование образцового средства измерения или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средствам поверки; метрологические и технические характеристики	Номер пункта инструкции
Поверочная проливочная установка УПСЖ-400/ВМ (далее ППУ) с комплектом мерных емкостей с диапазоном расходов, соответствующих диапазону расходов поверяемого расходомера ¹ . Пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,05\%$	5.1, 8.1.9, 8.1.11
Поверочная весовая установка РУ-50 (в дальнейшем ПВУ) с диапазоном расходов, соответствующих диапазону расходов поверяемого расходомера ¹ . Пределы допускаемой относительной погрешности $\pm 0,05\%$.	5.1, 8.1.10, Приложение А
Трубопоршневая установка (далее ТПУ) – пружер или компакт-пружер СР, СР-М Emerson Process Management с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,1\%$	5.1, 8.1.12
Поточный преобразователь плотности Solartron 7835 (далее ПП) с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,3 \text{ кг/м}^3$ (пределы допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,03\%$)	5.1, 8.1.12
Весы лабораторные СПВ-120, диапазон измерения 0,05-120 кг, пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,005 \text{ кг}$	8.1.13
Счетчик импульсов Овен СИ-8, частота следования импульсов до 10 кГц, предел допустимой погрешности ± 1 импульс	8.1.13
Устройство обработки информации (далее контроллер-вычислитель) OMNI, обеспечивающее прием и обработку сигналов: - датчика температуры (далее ДТ), с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,03 \text{ }^\circ\text{C}$; - датчика давления (далее ДД) с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,025\%$; - ПП с относительной погрешностью не более $\pm 0,025\%$; - массового расхода с импульсного выхода поверяемого расходомера за одно измерение ² с погрешностью не более ± 1 имп. за один проход поршня	8.1.12
Ареометр АОН-5 (ГОСТ-18481-81), диапазон измерения $930-1000 \text{ кг/м}^3$, $1000-1070 \text{ кг/м}^3$, погрешность $\pm 0,5 \text{ кг/м}^3$	8.1.9, 8.1.11, Приложение Б
Психрометр М-34 по ТУ 25-16-07054-85	4.1
Мера электрического сопротивления многозначная МС-3006 класс точности 0,002 или электронный калибратор сопротивления	8.2.1

Продолжение таблицы 2.1

Наименование образцового средства измерения или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средствам поверки; метрологические и технические характеристики	Номер пункта инструкции
ТСП класса А Pt100 сопротивление при температуре 100°С 138,5 Ом	8.2.2
Многофункциональный калибратор Метран-510 ПКМ, погрешность измерения температуры по сигналу ТС: ±0,05 °С	8.1.12, 8.2.2

Примечание 1 – для расходомеров типоразмеров Ду80 и выше допускается поверка на проливочной, весовой и трубопоршневой установках с диапазоном расхода, меньшим максимального для данного расходомера (пояснение в п. 8.1.6).

Примечание 2 – в качестве одного измерения принимают:

- для однонаправленных ТПУ: прохождение поршнем калиброванного участка от детектора «пуск» до детектора «стоп»;
- для двунаправленных ТПУ: прохождение поршнем калиброванного участка от детектора «пуск» до детектора «стоп» и обратно при установленном значении поверочного расхода;
- для компакт-пруверов: заданное (задаваемое) количество единичных проходов поршнем калиброванного участка от детектора «пуск» до детектора «стоп» при установленном значении поверочного расхода.

Примечание 3 – допускается использование аналогичных приборов, имеющих метрологические характеристики, не уступающие указанным, аттестованные или поверенные в установленном порядке.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования:

Монтаж и демонтаж расходомера на поверочной установке должен производиться согласно руководству по эксплуатации на расходомер 3124.0000.00 РЭ (далее РЭ) и руководству по эксплуатации на поверочную установку.

Электрические провода должны быть предохранены от возможности случайного нарушения изоляции.

Заземление должно выполняться в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.007.0.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны выдерживаться условия, изложенные в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Условия проведения поверки	Параметр
Температура окружающего воздуха, °С	20±3
Относительная влажность, %	45-80
Поверочная среда при измерении массы	водопроводная вода
Температура жидкости, °С	20±10
Напряжение питания, В	24±2
Внешние магнитные поля и вибрации	отсутствуют
Изменение массового расхода жидкости в процессе поверки не должно превышать, %	±2,5
Изменение температуры поверяемой жидкости за время одного измерения при поверке массового расхода не должно превышать, °С: - при поверке на ПВУ или на ППУ сличением с массовым расходомером - при поверке объемным методом (в том числе ТПУ)	± 2 ± 0,2

Примечание – При поверке на месте эксплуатации значение температуры измеряемой среды, температуры окружающего воздуха, влажности окружающего воздуха не должны выходить за пределы, указанные в паспорте на расходомер.

5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки расходомера выполнить следующие работы:

- расходомер необходимо проверить на работоспособность согласно требованиям РЭ;
- перед каждым измерением должна быть выполнена процедура установки «нуля» согласно РЭ на расходомер;
- поверочная установка должна быть проверена на работоспособность согласно «Инструкции по эксплуатации» на нее;
- весы и счетчик импульсов должны быть проверены на работоспособность согласно их «Инструкциям по эксплуатации».

Все средства измерения (приборы), участвующие в поверке, должны иметь действующие свидетельства о поверке (аттестации) или оттиски поверительных клейм.

6 ВНЕШНИЙ ОСМОТР

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности и маркировки расходомера требованиям документации фирмы;
- отсутствие видимых механических повреждений и дефектов, препятствующих применению расходомера и проведению поверки.

7 ОПРОБОВАНИЕ

При опробовании расходомера проверяется его работоспособность на поверочной установке или иным способом. При опробовании необходимо:

- убедиться, что при отсутствии потока жидкости через расходомер показания расходомера по всем выходным сигналам соответствуют нулевому значению расхода;
- Убедиться, что при увеличении расхода через расходомер показания расходомера пропорционально увеличиваются по частотно-импульсному сигналу и локальному операторскому интерфейсу или цифровому выходу.

Опробование поверочных установок и другого оборудования выполняется согласно указаниям их инструкций по эксплуатации.

8 ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК РАСХОДОМЕРА

8.1 Определение основной относительной погрешности при измерении массового расхода.

8.1.1 Поверка расходомеров при измерении массового расхода может производиться одним из следующих методов:

- на поверочной проливочной установке методом сличения с эталонным массовым расходомером или эталонным расходомером, измеряющим объем и эталонным ареометром (п.8.1.9);
- на поверочной весовой установке (п.8.1.10);
- на проливочной расходомерной установке комплектом мерных емкостей и образцовым ареометром (п.8.1.11);
- на месте эксплуатации трубопоршневой установкой (прувером, компакт-прувером) в комплекте с проточным преобразователем плотности (п.8.1.12);

Поверка расходомеров с номинальным расходом меньше или равным 3 т/ч может выполняться весовым методом (п.8.1.13).

8.1.2 Перед началом измерения массового расхода провести настройку «нуля» расходомера в соответствии с РЭ.

8.1.4 Определение основной относительной погрешности измерения массового расхода (массы) проводить по импульсному выходу расходомера, который должен быть настроен на отображение массового расхода. Цена импульса задается в соответствии с таблицей А.1 приложения А. Импульсный выход поверяемого расходомера подключается к соответствующему входу поверочной установки, отдельного контроллера-вычислителя или счетчика импульсов согласно схеме на рисунке Е.1 в приложении Е.

8.1.5 Масса жидкости при одном измерении не должна быть меньше значений, указанных в таблице А.1 приложения А.

8.1.6 Определить основную относительную погрешность измерения массового расхода одним из способов, указанных в п.8.1.1 при значениях массового расхода, выбранных из рабочего диапазона расходомера в трех точках: 5-10%, 20-25%, 75-100% от номинального расхода расходомера.

Примечание – если максимальный расход поверочной установки меньше номинального, то в этом случае допускается в качестве наибольшего расхода установить максимальный расход установки или проводить определение погрешности только при двух значениях расхода, соответственно равных 5-10% номинального расхода поверяемого прибора и при максимальном расходе установки.

При каждом значении массового расхода измерение проводить до трех раз. Если по результатам первого измерения основная относительная погрешность измерения массового расхода (δ_M) не превышает предела допускаемой основной погрешности, повторные измерения не проводить. В противном случае измерения повторить и за результат принять среднеарифметическое из полученных значений.

Значение δ_M вычислять по формуле (8.1), (8.4), (8.7) или (8.15) – в зависимости от выбранного метода измерений.

8.1.7 Если каждое из значений δ_M (результат первого измерения или среднее арифметическое по трем измерениям), полученных в п.8.1.6 удовлетворяет требованиям, указанным в паспорте, расходомер признается годным для измерения массового расхода.

8.1.8 По результатам измерений, выполненных в п. 8.1.6 допускается выполнить калибровку коэффициента наклона расходной характеристики расходомера. Методика калибровки приведена в приложении В.

После проведения калибровки необходимо повторно выполнить действия п.8.1.6. Значения δ_M , полученные при повторном измерении не должны превышать значения, указанного в паспорте на расходомер. При выполнении этого условия расходомер признается годным для измерения массового расхода. Иначе расходомер признается непригодным для измерения массового и объемного расходов с точностью, указанной в паспорте, либо по желанию Заказчика расходомеру присваивается большее значение базовой погрешности.

8.1.9 Определение основной относительной погрешности расходомера на ППУ методом сличения проводится следующим образом.

Задается выбранный режим измерения по расходу.

Контроль объемного расхода ведется по эталонному расходомеру.

Фиксируется температура и плотность жидкости, прошедшей через поверяемый прибор в период измерения. Фиксируется количество импульсов выходного сигнала расходомеров.

Основная относительная погрешность измерения массового расхода жидкости (δ_M) рассчитывается по формуле:

$$d_M = \frac{Q_{mi} - Q_{mi\delta}}{Q_{mi\delta}} \times 100\% , \quad (8.1)$$

где Q_{mi} – масса жидкости, определяемая по импульсному сигналу поверяемого расходомера, кг;

$Q_{тобр}$ – масса жидкости вычисленная по показаниям эталонного расходомера, кг.

Q_{mi} вычисляется по формуле:

$$Q_{mi} = i \cdot n_{np}, \quad (8.2)$$

где i – значение цены импульса выходного сигнала, кг/имп.;

n_{np} – количество импульсов подсчитанное по импульсному сигналу поверяемого расходомера.

$Q_{тобр}$ вычисляется по формуле:

$$Q_{тобр} = V \cdot \rho, \quad (8.3)$$

где V – объем жидкости измеренный эталонным расходомером, м³;

ρ – плотность рабочей жидкости поверочной установки, кг/м³, измеренная рабочим ареометром по методике, изложенной в приложении Б.

При наличии в составе ППУ эталонного массового расходомера значение массы жидкости $Q_{тобр}$ снимают с показаний эталонного массового расходомера.

8.1.10 Определение относительной погрешности расходомера при измерении массового расхода на поверочной весовой установке проводится следующим образом.

Задается режим измерения по расходу. В это время переключатель потока направляет поток жидкости в емкость хранения.

После стабилизации расхода поток жидкости переключателем потока переводится в емкость, установленную на весах, одновременно начинается отсчет количества импульсов на выходе поверяемого расходомера.

После заполнения емкости (не менее значения объема, приведенного в таблице А.1 приложения А) поток жидкости переводится переключателем потока в емкость хранения, при этом его контакт отключает отсчет импульсов.

Снимаются показания массы жидкости в емкости по электронному прибору весов и количество импульсов на выходе расходомера с приборов установки.

Основная относительная погрешность измерения массового расхода жидкости поверяемого расходомера (d_M) рассчитывается по формуле:

$$d_M = \frac{Q_{mn} - Q_{mi\ddot{a}d}}{Q_{mi\ddot{a}d}} \times 100\% , \quad (8.4)$$

где Q_{mn} – значение массы жидкости вычисляемое по импульсному сигналу поверяемого расходомера, кг;

$Q_{тобр}$ – масса жидкости в емкости, кг.

Q_{mn} вычисляется по формуле:

$$Q_{mn} = i \cdot n_{np}, \quad (8.5)$$

где i – значения цены импульса выходного сигнала, кг/имп.;

n_{np} – количество импульсов подсчитанное по импульсному сигналу поверяемого расходомера во время проливки.

$Q_{тобр}$ вычисляется по формуле:

$$Q_{тобр} = M_i \cdot C, \quad (8.6)$$

где M_i – показания весов, кг;

$C = 1,0013$ – коэффициент, учитывающий потерю веса жидкости при измерении в воздухе.

8.1.11 Определение основной относительной погрешности расходомера при измерении массового расхода жидкости на ППУ комплект мерных емкостей и образцовым ареометром проводят следующим образом.

Регулятором расхода устанавливается выбранное значение расхода.

После стабилизации расхода поток жидкости переключателем потока переводится в мерную емкость, одновременно начинается отсчет количества импульсов на выходе поверяемого расходомера.

После заполнения емкости (не менее значения объема, приведенного в таблице А.1 приложения А) поток жидкости переводится переключателем потока в емкость хранения, одновременно при этом останавливается отсчет импульсов.

Измеряется объем жидкости в емкости комплектом мерных емкостей и количество импульсов поверяемого расходомера по показаниям установки.

Измеряется температура и плотность жидкости, прошедшей через поверяемый расходомер в период измерения массы. Плотность жидкости измеряется рабочим ареометром по методике, изложенной в приложении Б.

Основная относительная погрешность измерения массового расхода жидкости (d_M) рассчитывается по формуле:

$$d_M = \frac{Q_{mn} - Q_{mi\acute{a}\acute{o}}}{Q_{mi\acute{a}\acute{o}}} \times 100\% , \quad (8.7)$$

где Q_{mn} – значение массы жидкости, определяемое по импульсному сигналу поверяемого расходомера, кг;

$Q_{тобр}$ – значение массы жидкости прошедшей через поверочную установку, кг.

Q_{mn} вычисляется по формуле:

$$Q_{mn} = i \cdot n_{np}, \quad (8.8)$$

где i – значение цены импульса выходного сигнала, кг/имп.;

n_{np} – количество импульсов подсчитанное по импульсному сигналу поверяемого расходомера.

$Q_{тобр}$ вычисляется по формуле:

$$Q_{тобр} = V \cdot \rho, \quad (8.9)$$

где V – объем жидкости измеренный с помощью комплекта мерных емкостей, м³;

ρ – плотность рабочей жидкости поверочной установки, кг/м³.

8.1.12 Определение основной относительной погрешности поверяемого расходомера (далее – ПР) на месте эксплуатации с использованием ТПУ в комплекте с ПП проводится следующим образом.

ТПУ включается в измерительную линию (далее – ИЛ) до ПР или после него по потоку жидкости согласно общей схеме представленной на рисунке 1. При поверке может использоваться поточный ПП смонтированный стационарно в ИЛ, если его характеристики удовлетворяют требованиям п.2 и он имеет действующее свидетельство о поверке (аттестации).

В качестве контроллера-вычислителя может применяться как специальное устройство так и устройство обработки информации, входящее в состав узла учета, если оно удовлетворяет требованиям п.2 и имеет действующее свидетельство о поверке (аттестации).

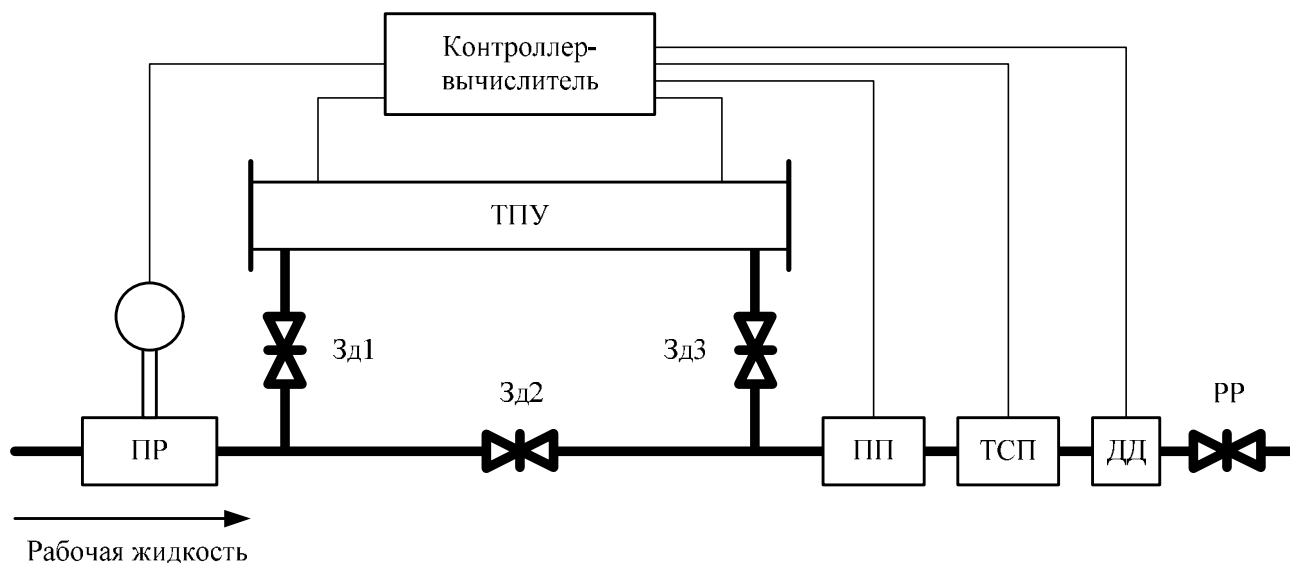


Рисунок 1 – Схема установки ТПУ и ПП в измерительную линию.

При проведении поверки задвижка (шаровый кран) Зд2 перекрывается, а задвижки (шаровые краны) Зд1, Зд3 открываются для прохождения всей жидкости через ТПУ.

Избыточное давление рабочей жидкости в конце технологической схемы поверки рекомендуется устанавливать не менее 0,3 МПа. Содержания свободного газа в рабочей жидкости не допускают.

Выбранный режим измерения по расходу задается с помощью регулятора расхода РР, установленного в конце технологической схемы поверки по потоку жидкости. Контроль соответствия массового расхода требуемому значению ведется по времени однократного прохождения поршня по калиброванному участку ТПУ. Массовый расход определяется по формуле (8.10).

$$Q_m = \frac{V \times \rho_{ПП} \times 3600}{T}, \quad (8.10)$$

где V – вместимость калиброванного участка ТПУ, согласно свидетельству о поверке ТПУ, м³;

T – время прохождения поршнем калиброванного участка ТПУ, с;

$\rho_{ПП}$ – плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП, кг/м³.

Если в соответствии с типом ТПУ число проходов поршня больше одного, то в качестве значения массового расхода принимают среднее арифметическое за количество проходов.

Отклонение установленного поверочного расхода в точке от требуемого (задаваемого) значения не должно превышать 2,0 %. Изменение температуры рабочей жидкости за время измерения не должно превышать 0,2 °С.

После стабилизации расхода и температуры рабочей жидкости проводят серию измерений (каждое измерение в соответствии с примечанием 2 к таблице 2.1). Количество измерений в каждой точке расхода не менее пяти.

Общее количество проходов поршня в течение одного измерения в соответствии с примечанием 2 к таблице 2.1. Для каждого измерения регистрируют средние арифметические значения в расчете на один проход поршня.:

- времени измерения (T , с);
- значения массового расхода (Q_m , кг/ч) по формуле (8.10);
- количества импульсов, выдаваемых ПР за время одного измерения ($n_{пр}$, имп.);
- температуры ($t_{ПП}$, °С) и давления ($P_{ПП}$, МПа) жидкости в ТПУ; в качестве значений принимают среднее арифметическое значений на входе и выходе ТПУ;
- плотности рабочей жидкости, измеренной поточным ПП ($\rho_{ПП}$, кг/м³);
- температуры и давления рабочей жидкости в поточном ПП ($t_{ПП}$, °С и $P_{ПП}$, МПа).

Для каждого измерения вычисляют значение массы рабочей жидкости ($M_{РЭ}$, кг), используя результаты измерений рабочих эталонов (ТПУ и поточного ПП), по формуле:

$$M_{РЭ} = V_{пр} \times \rho_{пр}, \quad (8.11)$$

где $V_{пр}$ – вместимость калиброванного участка ТПУ, приведенная к рабочим условиям в ТПУ, м³ по формуле (8.12);

$\rho_{пр}$ – плотность рабочей жидкости, измеренная поточным ПП и приведенная к рабочим условиям в ТПУ, кг/м³ по формуле (8.13).

Значение $V_{пр}$ вычисляют по формуле:

$$V_{пр} = V \times \left[1 + 3\alpha_t \cdot (t_{ПП} - 20) \right] \times \left[1 + \frac{0,95 \times D}{E \times s} \times P_{ПП} \right] \times \frac{\rho}{\rho_0}, \quad (8.12)$$

где α_t – коэффициент линейного расширения материала стенок ТПУ, °С-1 (из таблицы Ж.1 приложения Ж);

E – модуль упругости материала стенок ТПУ, МПа (из таблицы Ж.1 приложения Ж);

D и s – диаметр и толщина стенок калиброванного участка ТПУ соответственно, мм (из эксплуатационной документации на ТПУ).

Значение ρ_{np} вычисляют по формуле:

$$r_{np} = r_{пл} \times [1 + b \times (t_{пл} - t_{ТПУ})] \times [1 + g \times (P_{ТПУ} - P_{пл})], \quad (8.13)$$

где β – коэффициент объемного расширения (°С⁻¹) рабочей жидкости (по приложению И);

γ – коэффициент сжимаемости (МПа⁻¹) рабочей жидкости, (по приложению И).

Масса жидкости, прошедшей через ПР за время измерения ($M_{ПР}$, кг) определяется по формуле:

$$M_{ПР} = i \cdot n_{np}, \quad (8.14)$$

где i – значение цены импульса выходного сигнала, кг/имп.;

n_{np} – количество импульсов подсчитанное по импульсному сигналу поверяемого расходомера.

Основная относительная погрешность измерения массового расхода жидкости (δ_M) рассчитывается по формуле:

$$d_M = \frac{M_{ПР} - M_{РЭ}}{M_{РЭ}} \times 100\%, \quad (8.15)$$

8.1.13 Определение относительной погрешности расходомера при измерении массового расхода на весовым методом проводится следующим образом.

Расходомер включить в измерительную схему в соответствии с рисунком 2.

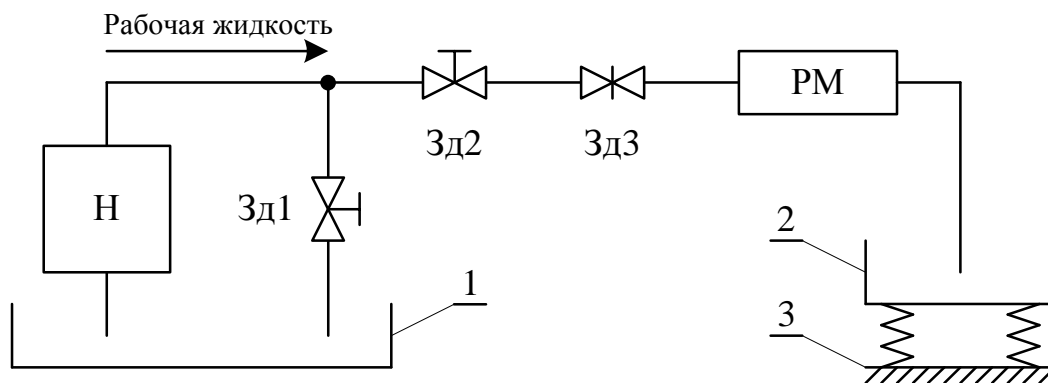


Рисунок 2 – Схема подключения расходомера при проверке весовым методом.

1 – Емкость с рабочей жидкостью (водой); 2 – Мерная емкость; 3 – Весы.

Задвижки Зд1 и Зд2 применяются для регулирования расхода воды через расходомер, задвижка Зд3 применяется для отсечки потока от расходомера.

Полностью открыть задвижки (например, шаровые краны) Зд1 и Зд3. Включить насос Н. Регулируя положение задвижек Зд1 и Зд2 задать поток воды через поверяемый расходомер, соответствующий точке расхода.

Перекрыть задвижку Зд3. Освободить от воды емкость 2 или обнулить показания весов 3. Обнулить показания счетчика импульсов.

Полностью открыть задвижку Зд3, таким образом обеспечивая заданный расход через расходомер. Массу жидкости, прошедшей через расходомер контролировать по показаниям весов. Элметро-Фломак, Методика поверки 3124.0000.00 МП

сов 3. Когда масса жидкости будет не менее значений, указанных в таблице А.1 приложения А перекрыть задвижку Зд3 и выключить насос Н.

Снять показания массы жидкости в емкости по электронному прибору весов и количество импульсов на выходе расходомера со счетчика импульсов.

Основную относительную погрешность измерения массового расхода жидкости поверяемого расходомера (d_M) рассчитать по формуле:

$$d_M = \frac{Q_{mn} - Q_{mi\ddot{a}\delta}}{Q_{mi\ddot{a}\delta}} \times 100\% , \quad (8.16)$$

где Q_{mn} – значение массы жидкости вычисляемое по импульсному сигналу поверяемого расходомера, кг;

$Q_{тобр}$ – масса жидкости в емкости, кг.

Q_{mn} вычисляется по формуле:

$$Q_{mn} = i \cdot n_{np}, \quad (8.17)$$

где i – значения цены импульса выходного сигнала, кг/имп.;

n_{np} – количество импульсов подсчитанное по импульсному сигналу поверяемого расходомера во время проливки.

$Q_{тобр}$ вычисляется по формуле:

$$Q_{тобр} = M_i \cdot C, \quad (8.18)$$

где M_i – показания весов, кг;

$C = 1,0013$ – коэффициент, учитывающий потерю веса жидкости при измерении в воздухе.

8.2 Определение основной абсолютной погрешности измерения температуры.

Определение основной абсолютной погрешности измерения температуры проводят в два этапа:

1) Определение погрешности канала измерения температуры электронного преобразователя (ЭП).

2) Определение погрешности первичного преобразователя температуры, входящего в состав датчика (термометр сопротивления платиновый градуировки Pt100 класса С);

8.2.1 Определение погрешности канала измерения температуры ЭП.

Определение погрешности проводить в трех точках, равномерно распределенных в диапазоне измерений в соответствии с температурным диапазоном датчика (по таблице 8.1).

Таблица 8.1

Температурный диапазон датчика	Значение температуры в точке поверки, $T_{ЭПобр}$, °С	Расчетное значение сопротивления, Ом
Н – от минус 60 до плюс 125 °С	-60	76,33
	33	112,83
	125	147,95
С – от минус 60 до плюс 200 °С	-60	76,33

	70	127,08
	200	175,86
В – от минус 60 до плюс 350 °С	-60	76,33
	145	155,46
	350	229,72

При определении основной погрешности канала измерения сопротивления ТСП для каждой поверяемой точки проводить следующие операции:

1) Подключить меру сопротивления или калибратор с функцией генерации сопротивления в соответствии с инструкцией, приведенной в приложении Г.

2) Установить на эталонном приборе (мере сопротивления) значение сопротивления, соответствующее поверяемой точке.

3) Зафиксировать измеренное расходомером значение температуры ($T_{ЭПизм}$, °С) по дисплею или цифровому выходу (с помощью ПК и сервисной программы).

4) Вычислить абсолютную погрешность канала измерения температуры ($\Delta T_{ЭП}$, °С) по формуле:

$$\Delta T_{ЭП} = T_{ЭПизм} - T_{ЭПобр}, \quad (8.19)$$

По окончании измерения во всех точках, следует отключить меру сопротивления от расходомера, выполнив действия инструкции (приложение Г) в обратном порядке.

8.2.2 Определение основной абсолютной погрешности измерения температуры среды первичным преобразователем проводят на ППУ при постоянном расходе жидкости не менее 10% от номинального расхода для расходомера. При этом нестабильность температуры жидкости в течение 1 минуты до начала измерения и в течение измерения не должна превышать 1/5 допустимой погрешности ТСП в составе датчика при данной температуре, определенной по формуле (8.21). Предварительно в ППУ в потоке жидкости в удобном месте следует разместить рабочий термометр сопротивления класса А по ГОСТ Р 8.625-2008. Преобразование сопротивления рабочего ТС в значение температуры проводить вторичным прибором с погрешностью не более 0,05°С.

К датчику расходомера подключить мультиметр с функцией преобразования сопротивления ТС в значение температуры с погрешностью не более 0,05 °С в соответствии с инструкцией, приведенной в приложении Д.

Проверку проводить сравнением значения температуры, измеренной мультиметром, подключенным к датчику ($T_{ТСПизм}$, °С) с показаниями рабочего термометра ($T_{ТСПобр}$, °С).

Допускается измерять сопротивление рабочего ТС и ТСП в составе датчика одним мультиметром. В этом случае измерить температуру рабочим термометром до и после измерения температуры по сигналам датчика. При этом разность показаний рабочего термометра до и после не должна превышать 0,2 °С. В качестве результата ($T_{ТСПобр}$) следует взять среднее арифметическое полученных значений.

Основную абсолютную погрешность измерения температуры среды первичным преобразователем ($\Delta T_{ТСП}$, °С) определить по формуле:

$$\Delta T_{ТСП} = T_{ТСПизм} - T_{ТСПобр}. \quad (8.20)$$

По окончании измерения во всех точках, следует отключить мультиметр от расходомера, выполнив действия инструкции (приложение Д) в обратном порядке.

8.2.3 Измерение температуры допускается проводить на датчике, заполненном воздухом при НКУ, разместив датчик и рабочий термометр сопротивления в камере, защищающей от конвекции и градиентов температуры воздуха. Температура воздуха в камере в течение 10 минут до начала измерения и в течение измерения не должна изменяться более, чем на 1/5 допустимой погрешности ТСП в составе датчика при данной температуре, определенной по формуле (8.21).

8.2.4 Расходомер признается годным для измерения температуры, если:

1) Значение $\Delta T_{ЭП}$ при каждом измерении п. 8.2.1 не превышает 0,3 °С;

2) Значение $\Delta T_{ТСП}$ не превышает допустимого значения ($\Delta T_{ТСПmax}$, °С)

$$\Delta T_{ТСПmax} = 0,6 + 0,008 * |t|, \quad (8.21)$$

где t – температура среды, °С, считается равной $T_{ТСПобр}$, при выполнении измерений п. 8.2.3.

8.3 Определение основной абсолютной погрешности измерения плотности среды.

Определение основной абсолютной погрешности измерения плотности среды проводится методом сравнения с рабочим ареометром, абсолютная погрешность которого не превышает 0,5 кг/м³.

8.3.1 Заполнить датчик расходомера водой. Наполнить водой испытательную емкость.

8.3.2 С помощью рабочего ареометра определить плотность воды в испытательной емкости ($\rho_{обр1}$, кг/м³) по методике, изложенной в приложении В.

8.3.3 По индикатору или цифровому выходному сигналу определить измеренное расходомером значение плотности ($\rho_{изм}$, кг/м³).

8.3.4 Вылить воду из мерной емкости. Наполнить мерную емкость водой из датчика.

8.3.5 Повторить измерение п.8.3.1 и получить значение плотности ($\rho_{обр2}$, кг/м³).

8.3.6 Если изменение плотности жидкости по абсолютной величине ($|\rho_{обр2} - \rho_{обр1}|$) превышает 0,5 кг/м³, повторить действия п.п. 8.3.1-8.3.3.

8.3.7 Основную абсолютную погрешность измерения плотности ($\Delta\rho$, кг/м³) определить по формуле:

$$\Delta\rho = \pm (\rho_{изм} - 0,5 * (\rho_{обр1} + \rho_{обр2})). \quad (8.22)$$

8.3.8 Расходомер считается выдержавшим испытания, если $\Delta\rho$ по абсолютной величине не превышает 2 кг/м³.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Расходомер признается прошедшим поверку, если получены положительные результаты по каждой операции поверки.

9.2 При наличии отрицательных результатов по отдельным испытаниям или при проведении проверки по части величин, допускается использование расходомера для измерения той части физических величин, по которым получены положительные результаты проверки. При этом расходомер считается прошедшим поверку в части измерения выбранных физических величин.

9.3 Расходомеры, не удовлетворяющие требованиям настоящей инструкции, к применению не допускаются и оформляется «Извещение о непригодности».

9.4 В паспорте расходомера в разделе «Поверка» делают запись о результатах поверки.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Таблица А.1 – Минимальная масса жидкости при поверочной проливке

Диаметр датчика расходомера, мм	Минимальная проливаемая масса жидкости, кг	Цена импульса выходно- го сигнала поверяемого расходомера, кг.
4,5 6 8 10	30	0,01
15 20 25	100	0,03
Свыше 32	250	0,05

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Измерение плотности жидкости ареометром

В отобранную в цилиндр жидкость осторожно погружается ареометр так, чтобы он не задевал стенок цилиндра. Ареометр должен плавать вертикально и свободно.

Для выравнивания температуры ареометр выдерживается в жидкости 2-3 мин, после этого при полностью спокойной жидкости снимаются показания по шкале. Показания ареометра отсчитываются по нижнему краю мениска.

При выполнении измерений п.8.1.9, 8.1.11 одновременно с измерением плотности измеряется температура жидкости в цилиндре термометром с ценой деления 0,1 °С. Разность между температурой жидкости в цилиндре и температурой жидкости в ППУ или ПВУ во время измерения расхода не должна превышать 0,5 °С.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Методика калибровки коэффициента наклона расходной характеристики расходомера

В.1 Считать из расходомера с помощью сервисной программы или локального интерфейса действующий коэффициент наклона линейной коррекции массового расхода K_0 (РЭ п.2.15.2).

В.2 Рассчитать новое значение коэффициента наклона линейной коррекции массового расхода K по формуле:

$$K = K_0 \times \frac{100\%}{d_{M3} + 100\%}, \quad (8.1)$$

где d_{M3} – значение основной относительной погрешности измерения массового расхода в точке с наибольшим расходом, измеренным по п. 8.1.6.

В.3 Записать коэффициент K в память расходомера, используя локальный интерфейс или технологическое программное обеспечение CorService. Инструкция по вводу коэффициента наклона линейной коррекции массового расхода приведена в РЭ (п.2.15.2).

В.4 Записать новое значение коэффициента в паспорт на расходомер в таблицу «Коэффициенты линейной коррекции».

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

Подключение меры сопротивления к каналу измерения температуры в измерительном модуле.

Процедура подключения меры сопротивления (МС) зависит от исполнения расходомера – способа соединения датчика (Д) с измерительным модулем (ИМ).

ВНИМАНИЕ: ВСЕ РАБОТЫ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ПРОВОДИТЬ ПРИ ОТКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ РАСХОДОМЕРА.

ИМ соединяется с Д посредством кабеля (исполнения Р, РВ).

- 1) С корпуса ИМ снять крышку (исполнение Р – рисунок Г.1, исполнение РВ – рисунок Г.2);
- 2) Ослабить зажим клемм «DT1», «DT2», «DT3»;
- 3) Извлечь из клемм «DT1», «DT2», «DT3» проводники кабеля, идущего от датчика;
- 4) Зажать провода, соединенные с МС в клеммы в соответствии со схемой на рисунке Г.4.

ИМ закреплен на корпусе Д (исполнения И, В).

- 1) С корпуса ИМ снять крышку (рисунок Г.3);
- 2) Ослабить зажим клемм «DT1 М, S», «DT2 М, S», «DT3 М, S»;
- 3) Удалить перемычки, соединяющие клеммы;
- 4) Зажать провода, соединенные с МС в клеммы в соответствии со схемой на рисунке Г.5.

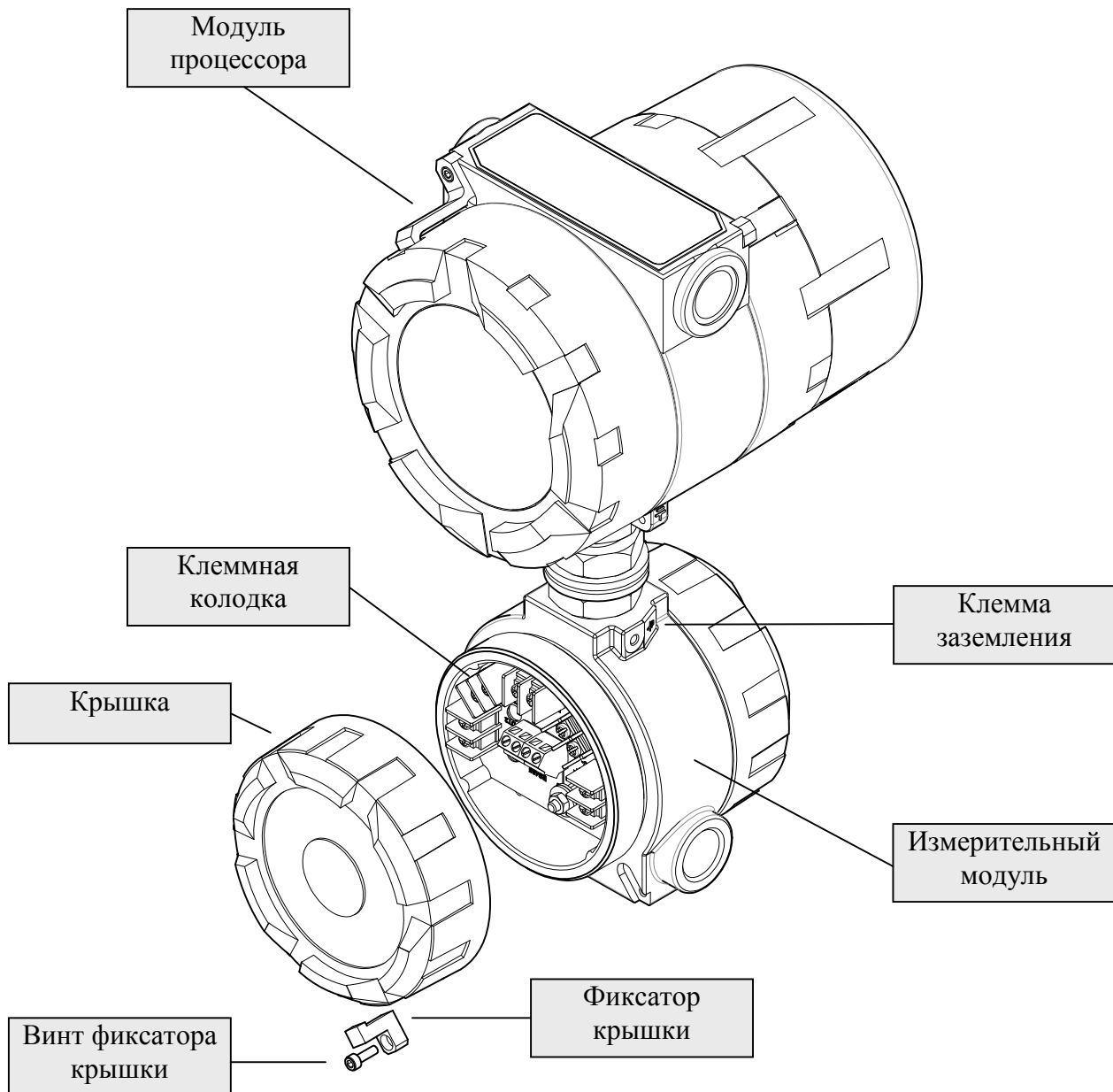


Рисунок Г.1 – Корпус измерительного модуля (исполнение Р).

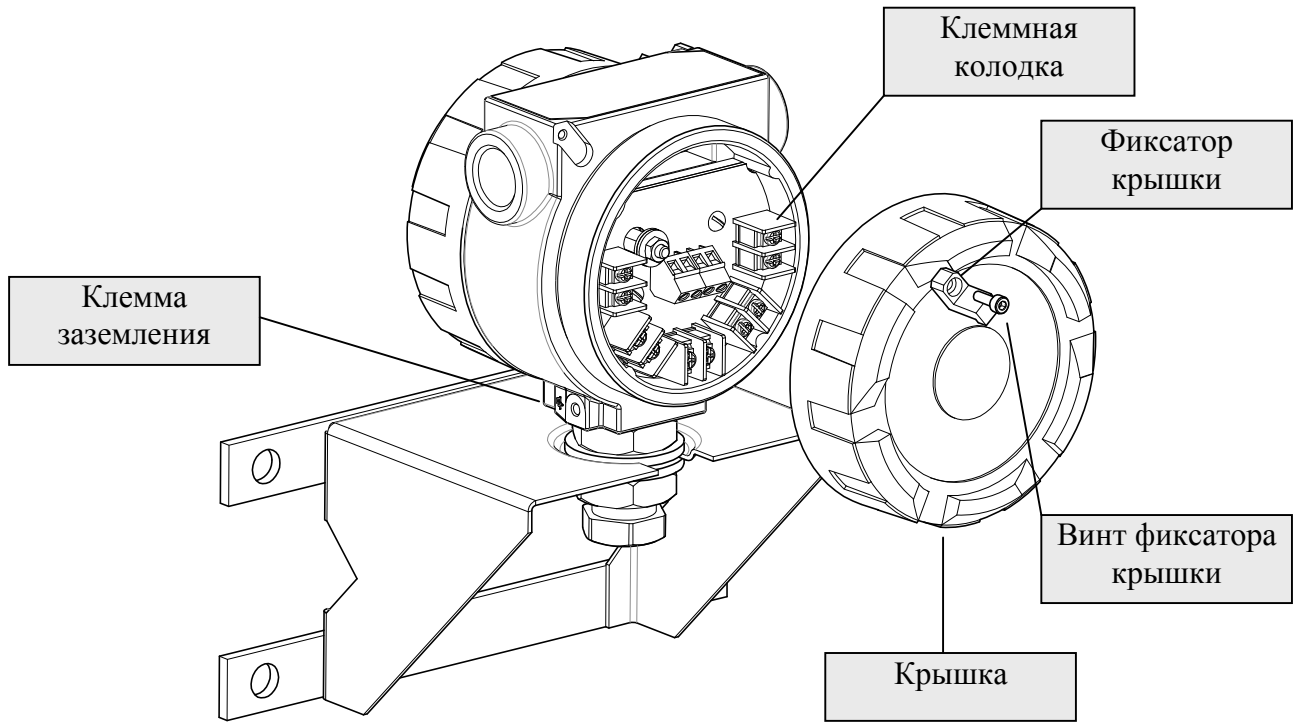


Рисунок Г.2 – Корпус измерительного модуля (исполнение РВ).

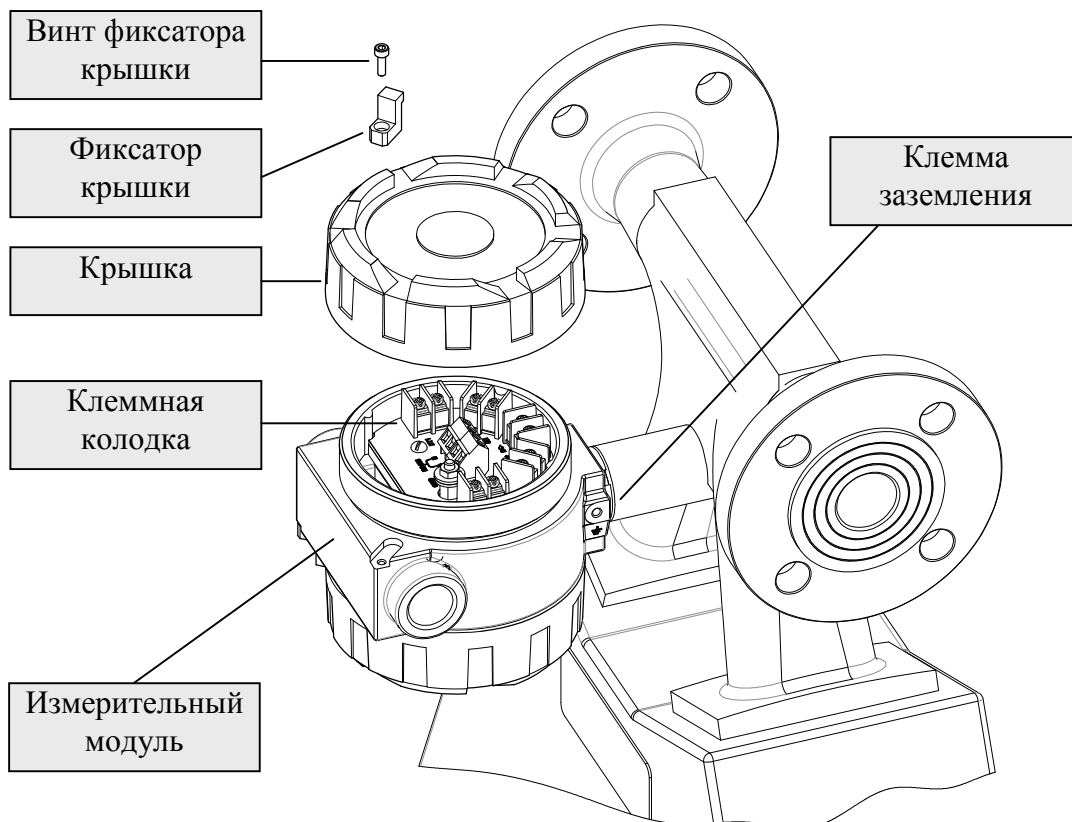


Рисунок Г.3 – Корпус измерительного модуля (исполнения В, И).

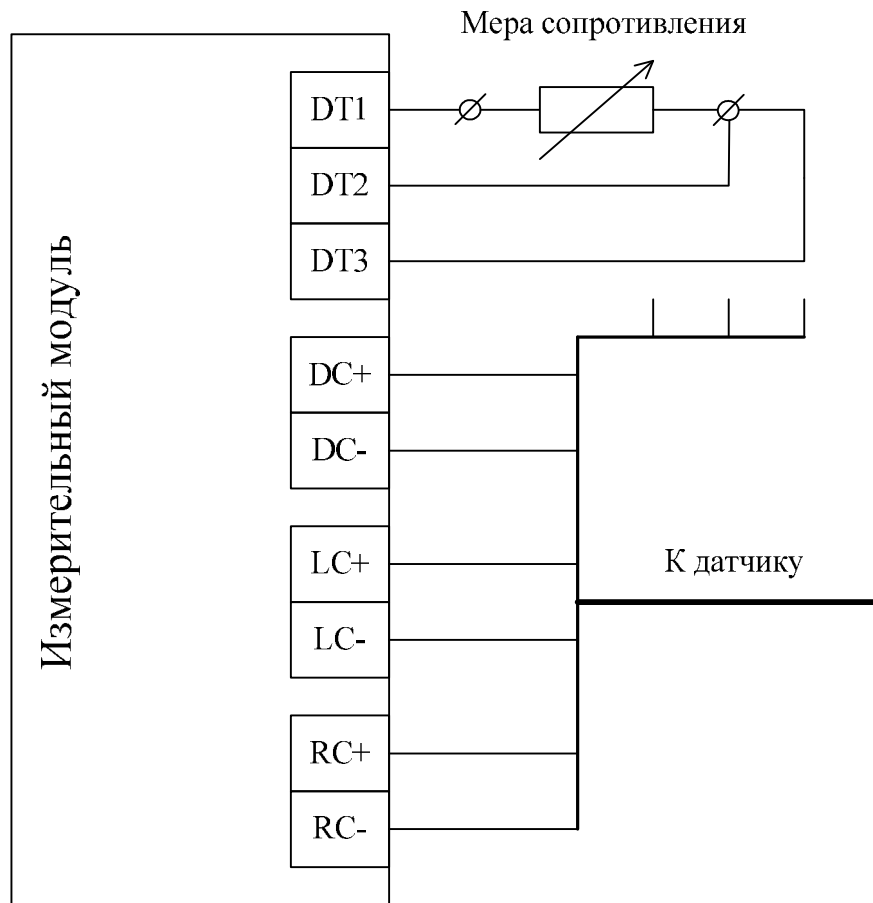


Рисунок Г.4 – Подключение меры сопротивления к измерительному модулю.

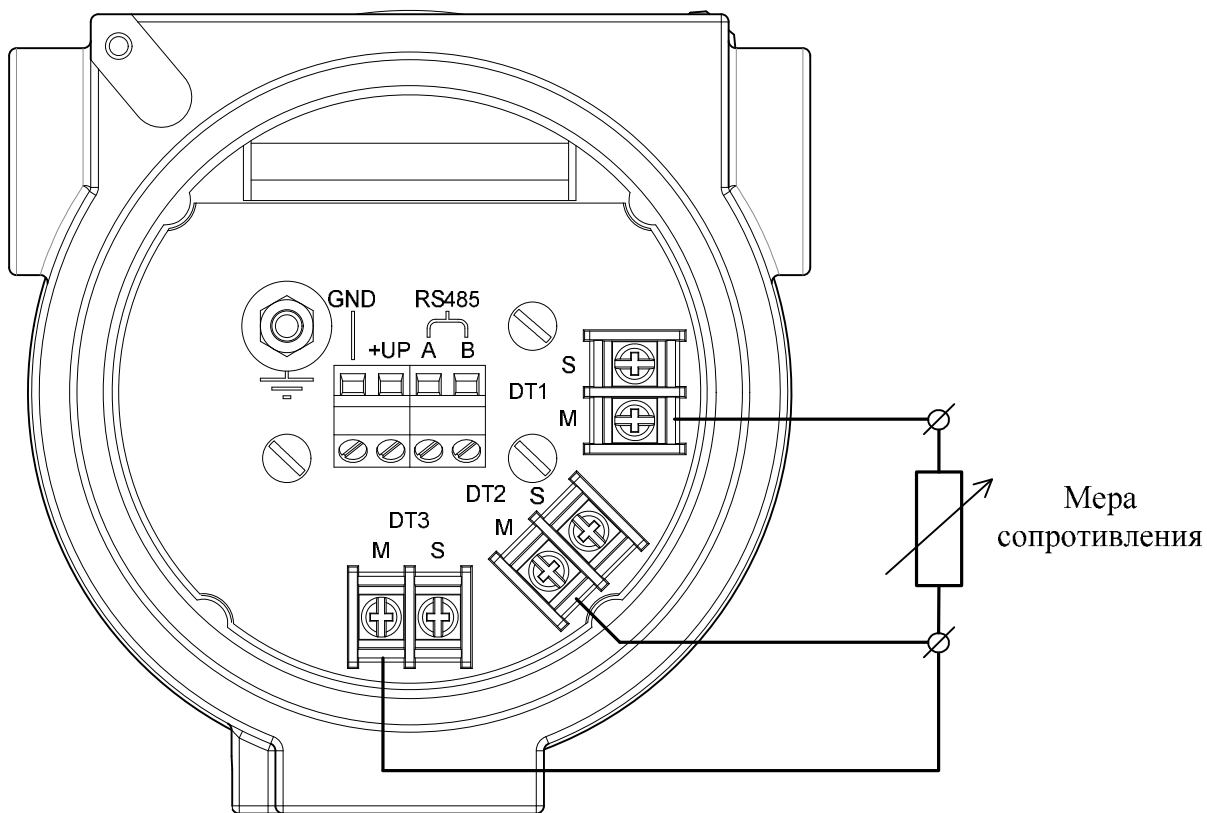


Рисунок Г.5 – Подключение меры сопротивления к измерительному модулю, установленному на датчик.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(обязательное)

Подключение мультиметра к ТСП в составе датчика.

Процедура подключения меры сопротивления (МС) зависит от исполнения расходомера – способа соединения датчика (Д) с измерительным модулем (ИМ).

ВНИМАНИЕ: ВСЕ РАБОТЫ ПО ПОДКЛЮЧЕНИЮ ПРОВОДИТЬ ПРИ ОТКЛЮЧЕННОМ ПИТАНИИ РАСХОДОМЕРА.

ИМ соединяется с Д посредством кабеля (исполнения Р, РВ).

1) С корпуса ИМ снять крышку (исполнение Р – рисунок Г.1, исполнение РВ – рисунок Г.2);

2) Ослабить зажим клемм «DT1», «DT2», «DT3»;

3) Извлечь из клемм «DT1», «DT2», «DT3» проводники кабеля, идущего от датчика;

4) Соединить проводники кабеля, идущего от датчика со входами мультиметра, предназначенными для подключения ТС по трехпроводной схеме. ТСП в составе датчика подключен между проводниками, отсоединенными от клемм DT1 и DT2 (рисунок Г.4).

Цвета изоляции проводников, подключенных к клеммам в ИМ приведены в таблице Д.1

Таблица Д.1

Клемма	Цвет изоляции проводника
DT1	Оранжевый
DT2	Черный
DT3	Зеленый

ИМ закреплен на корпусе Д (исполнения И, В).

1) С корпуса ИМ снять крышку (рисунок Г.3);

2) Ослабить зажим клемм «DT1 М, S», «DT2 М, S», «DT3 М, S»;

3) Удалить перемычки, соединяющие клеммы;

4) Соединить входы мультиметра, предназначенные для подключения ТС по трехпроводной схеме с клеммами DT1-S, DT2-S, DT3-S. ТСП в составе датчика подключен между клеммами DT1-S и DT2-S (рисунок Г.5).

ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

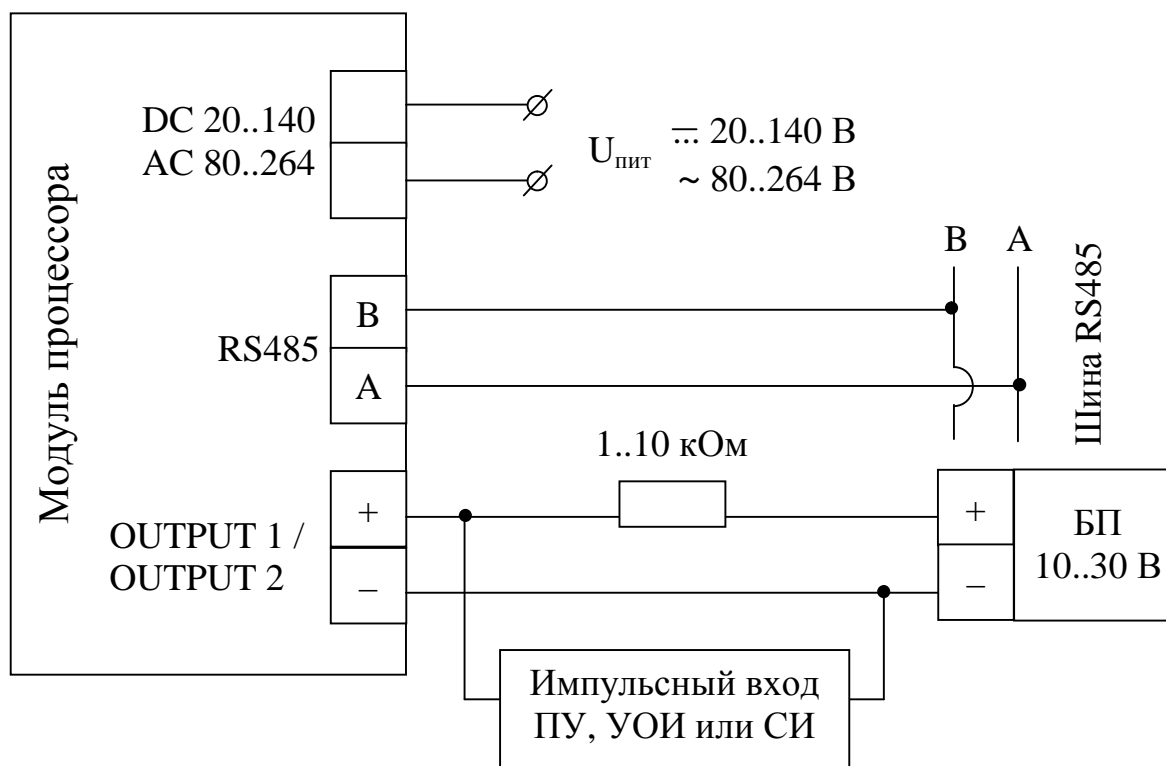


Рисунок Е.1 – Схема подключения расходомера к импульсному входу проливочной установки (ПУ), устройства обработки информации (УОИ) или счетчика импульсов (СИ).

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(обязательное)

Коэффициенты линейного расширения (α_t) и значения модуля упругости (E)
материала стенок ТПУ

Ж.1 Коэффициенты линейного расширения и значения модуля упругости (E) материала стенок ТПУ определяются из таблицы Ж.1.

Таблица Ж.1

Материал стенок ТПУ	$\alpha_t, ^\circ\text{C}^{-1}$	$E, \text{МПа}$
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	$17,4 \cdot 10^{-6}$	-

Примечание – Если значения α_t и E приведены в паспорте ТПУ, то в расчетах используют паспортные значения

ПРИЛОЖЕНИЕ И

(обязательное)

Определение коэффициентов объёмного расширения и сжимаемости рабочей жидкости

И.1 Коэффициенты объёмного расширения (β , $^{\circ}\text{C}^{-1}$) и сжимаемости (γ , МПа^{-1}) определяют по реализованным в контроллере-вычислителе или другом счетном устройстве (ЭВМ) алгоритмам, разработанным согласно:

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

В этом случае значения коэффициентов определяют при каждом измерении.

И.2 При отсутствии алгоритмов согласно И.1 коэффициенты объёмного расширения и сжимаемости определяют:

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

И.3 Для сырой нефти коэффициенты объёмного расширения (β , $^{\circ}\text{C}^{-1}$) и сжимаемости (γ , МПа^{-1}) определяют по формулам:

$$b = b_n \times \frac{\beta}{\beta_e} - \frac{W_e \cdot \beta}{100 \cdot \beta_e} + b_e \times \frac{W_e}{100}, \quad (\text{Г.1})$$

$$g = g_n \times \frac{\gamma}{\gamma_e} - \frac{W_e \cdot \gamma}{100 \cdot \gamma_e} + g_e \times \frac{W_e}{100}, \quad (\text{Г.2})$$

где β_n и γ_n – коэффициенты объёмного расширения и сжимаемости обезвоженной нефти ($^{\circ}\text{C}^{-1}$ и МПа^{-1} соответственно), значения которых берут из МИ 2153;

W_e – объемная доля воды в нефти, определенная лабораторным способом или поточным влагомером, %;

β_e и γ_e – коэффициенты объёмного расширения и сжимаемости воды соответственно.

Принимают: $\beta_e = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$ и $\gamma_e = 49,1 \cdot 10^{-5} \text{ МПа}^{-1}$.