

Расходомеры-счетчики газа  
ультразвуковые  
**ЭЛМЕТРО-Флоус (ДРУ)**

Руководство по эксплуатации  
3068.00.00.000 РЭ



## Содержание

1	Описание и характеристики .....	6
1.1	Назначение .....	6
1.2	Состав .....	6
1.3	Технические характеристики.....	9
1.4	Состав изделия .....	18
1.5	Устройство и работа .....	19
1.6	Маркировка и пломбирование .....	20
1.7	Упаковка .....	21
2	Подготовка к использованию .....	22
2.1	Эксплуатационные ограничения.....	22
2.2	Выбор места установки, исполнения расходомера и состава измерительной линии .....	23
2.3	Монтаж и подключение .....	31
2.4	Включение и настройка.....	36
3	Использование по назначению.....	37
3.1	Описание функционирования.....	37
3.2	Лицевая панель .....	39
3.3	Дисплей и кнопки .....	39
3.3.1	Назначение кнопок в различных режимах.....	40
3.3.2	Главный экран .....	44
3.3.3	Главное меню .....	46
3.4	Инструкция по работе с главным меню.....	47
3.5	Защита паролем .....	48
3.6	Сообщения.....	49
3.6.1	Классификация сообщений.....	50
3.6.2	Отображение .....	51
3.7	Связь по Modbus.....	53
3.7.1	Технология Modbus .....	53
3.7.2	Пакет данных Modbus .....	54
3.7.3	Коды функций Modbus .....	55
3.7.4	Задержка ответа.....	57
3.7.5	Адреса регистров .....	57

3.7.6	Представление данных.....	57
3.7.7	Исключения Modbus.....	58
3.7.8	Настройка линии связи .....	60
3.8	Сервисная программа .....	61
3.9	Выходные сигналы .....	63
3.9.1	Дискретные выходы .....	64
3.9.2	Токовый выход.....	72
3.10	Дискретные входы .....	75
3.11	Микропереключатели.....	76
3.12	Основные единицы измерения.....	76
3.13	Настройка измерения расхода при рабочих условиях.....	77
3.13.1	Отсечка .....	77
3.13.2	Линейная коррекция.....	77
3.13.3	Демпфирование .....	79
3.14	Настройка измерения температуры и давления .....	80
3.14.1	Измерение с помощью датчиков, подключенных к токовым входам.....	81
3.14.2	Ввод условно-постоянных значений. ....	82
3.15	Настройка измерения расхода, приведённого к стандартным условиям ....	83
3.16	Измерение теплоты сгорания .....	85
3.17	Сумматоры .....	86
3.18	Часы реального времени .....	90
3.19	Журнал .....	91
3.19.1	Назначение и содержимое записей .....	91
3.19.2	Длительность хранения записей.....	92
3.19.3	Сброс и очистка журнала через Modbus .....	93
3.19.4	Просмотр журнала через экранное меню прибора.....	93
3.20	Настройка нуля .....	94
3.21	Включение.....	95
3.22	Идентификационные данные .....	96
4	Поверка .....	97
5	Техническое обслуживание, текущий ремонт.....	97
6	Транспортирование, хранение и утилизация.....	99
Приложение А – Структура кода заказа .....		101
Приложение Б – Габаритные и присоединительные размеры .....		110

Приложение В – Внешние подключения .....	118
Приложение Г – Клеммы для внешних подключений.....	121
Приложение Д – Структура экранного меню .....	123
Приложение Е – Диагностические сообщения .....	124
Приложение Ж – Сведения для монтажа.....	136
Приложение И – Чертежи средств взрывозащиты .....	138
Приложение К – Требования к монтажу ПЭА врезного расходомера .....	142
Приложение Л – Сведения о встроенном ПО .....	143
Приложение М – Измерительная линия.....	146
Приложение Н – Прямые участки .....	160
Приложение П – Датчики температуры и давления .....	163
Приложение Р – Формирователи потока.....	169
Приложение С – Конфигурация измерительной линии при калибровке и поверке ..	171
Приложение Т – Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведённых к стандартным условиям, массового расхода и массы газа, теплоты сгорания .....	172

Настоящее руководство по эксплуатации распространяется на расходомер-счётчик газа ультразвуковой ЭЛМЕТРО-Флоус (ДРУ) и содержит технические характеристики, описание принципа работы, а также сведения, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации изделия.

К эксплуатации и обслуживанию расходомера-счётчика расхода газа ЭЛМЕТРО-Флоус (ДРУ) допускаются лица, имеющие группу допуска по электробезопасности не ниже третьей, знакомые с расходоизмерительной техникой и изучившие настоящее руководство по эксплуатации.

Уровень квалификации - слесарь КИПиА не ниже пятого разряда.

Расходомер газа ЭЛМЕТРО-Флоус (ДРУ) соответствует обязательным требованиям АМПД.407151.032 ТУ «Расходомеры-счётчики газа ультразвуковые ЭЛМЕТРО-Флоус, ДРУ. Технические условия».

#### Контактные данные

ООО «ЭлМетро Групп»

Адрес: 454106, г. Челябинск,  
ул. Неглинная д. 21, пом. 106

Тел.: 8-800-222-14-19,  
+7 (351) 220-1234

E-mail: [info@elmetro.ru](mailto:info@elmetro.ru)  
[support@elmetro.ru](mailto:support@elmetro.ru)

Web: <http://elmetro.ru>

vCard



## **1 Описание и характеристики**

### **1.1 Назначение**

1.1.1 Расходомеры-счётчики газа ЭЛМЕТРО-Флоус (ДРУ) (далее – расходомеры) предназначены для измерения объёмного расхода и объема газа при рабочих условиях, вычисления объёмного расхода и объема газа, приведенного к стандартным условиям, вычислений массового расхода, массы и теплоты сгорания газов, в том числе природного и попутного нефтяного. Расходомер преобразует измеренные и рассчитанные значения в стандартные выходные сигналы:

- частотно-импульсный (максимальная частота выходного сигнала расходомера настраивается в диапазоне от 1 до 10000 Гц);
- токовый (4-20 мА);
- цифровой (Modbus RTU через интерфейс RS-485 или HART по токовой петле).

1.1.2 Расходомеры предназначены как для технологического контроля, так и для использования в системах коммерческого учёта.

### **1.2 Состав**

1.2.1 Расходомеры-счетчики состоят из:

- электроакустических преобразователей (далее – ПЭА);
- измерительного участка (далее – ИУ);
- устройства обработки сигналов (далее – ЭП).

1.2.2 ИУ представляет собой корпус расходомера-счетчика круглого или прямоугольного сечения (корпусное исполнение) или участок существующего трубопровода (врезное исполнение). ПЭА устанавливаются в ИУ и находятся в контакте с измеряемым газом. ЭП осуществляет передачу и приём зондирующих сигналов посредством ПЭА, их преобразование, обработку и вычисление расхода и объема газа при рабочих условиях, с последующим формированием стандартных выходных сигналов, передающих измеренные величины.

1.2.3 Расходомеры-счетчики могут поставляться с преобразователями давления, температуры и вычислителем (при реализации вычислений в ЭП, внешний вычислитель не поставляется).

1.2.4 Расходомеры имеют исполнения в зависимости от состава и измеряемых величин (таблица 1).

Таблица 1.1 – Исполнения расходомеров

Исп.	Комплект расходомера				Измеряемые величины	
	Расходомер	Встроенный вычислитель	ДТ	ДД	Расход и объём газа в рабочих условиях	расход и объём в стандартных условиях, масса, теплота сгорания
W	+	-	+/-	+/-	+	-
I	+	+	+/-	+/-	+	+

Примечание:

«+» – входит в состав расходомера

«-» – не входит в состав расходомера

«+/-» – наличие зависит от комплектности поставки; если датчики температуры и/или давления отсутствуют, то используются условно-постоянные значения температуры и/или давления газа. Погрешность, приписываемая условно-постоянным значениям должна находиться в пределах допускаемой погрешности измерения соответствующих физических величин

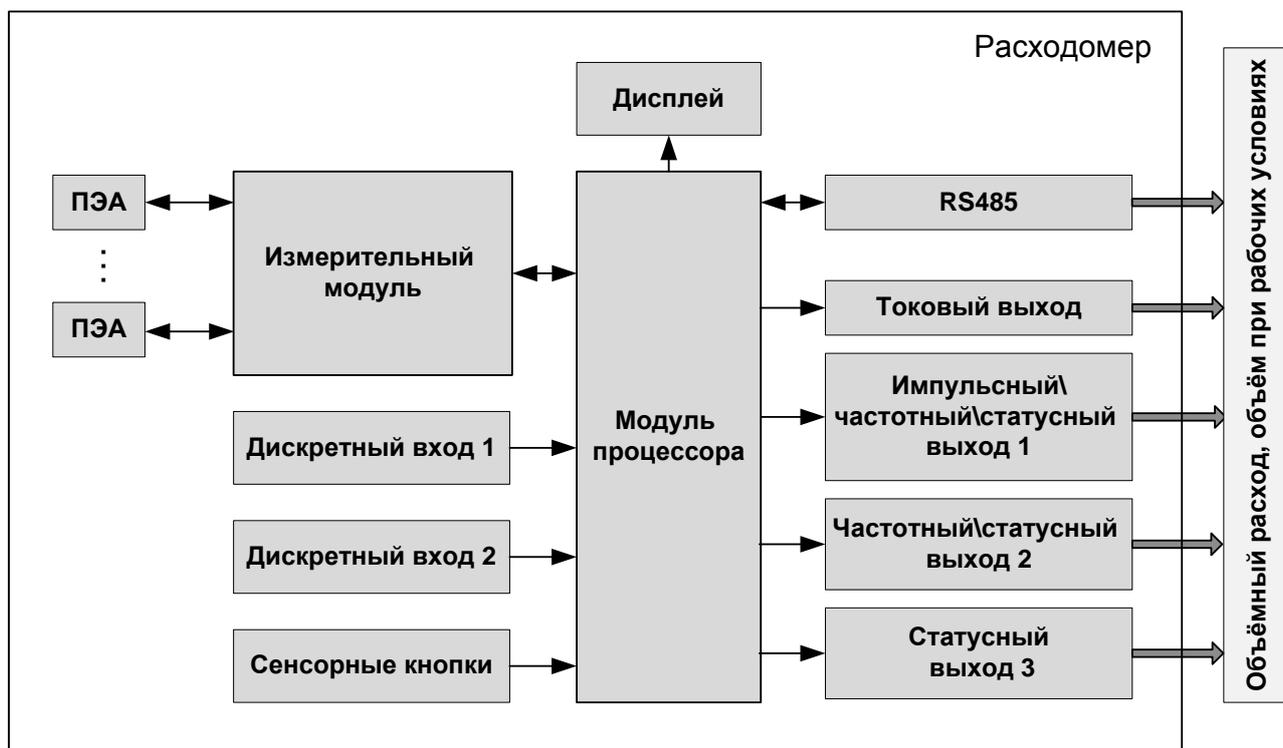


Рисунок 1.1 — Структурная схема расходомера исполнения W

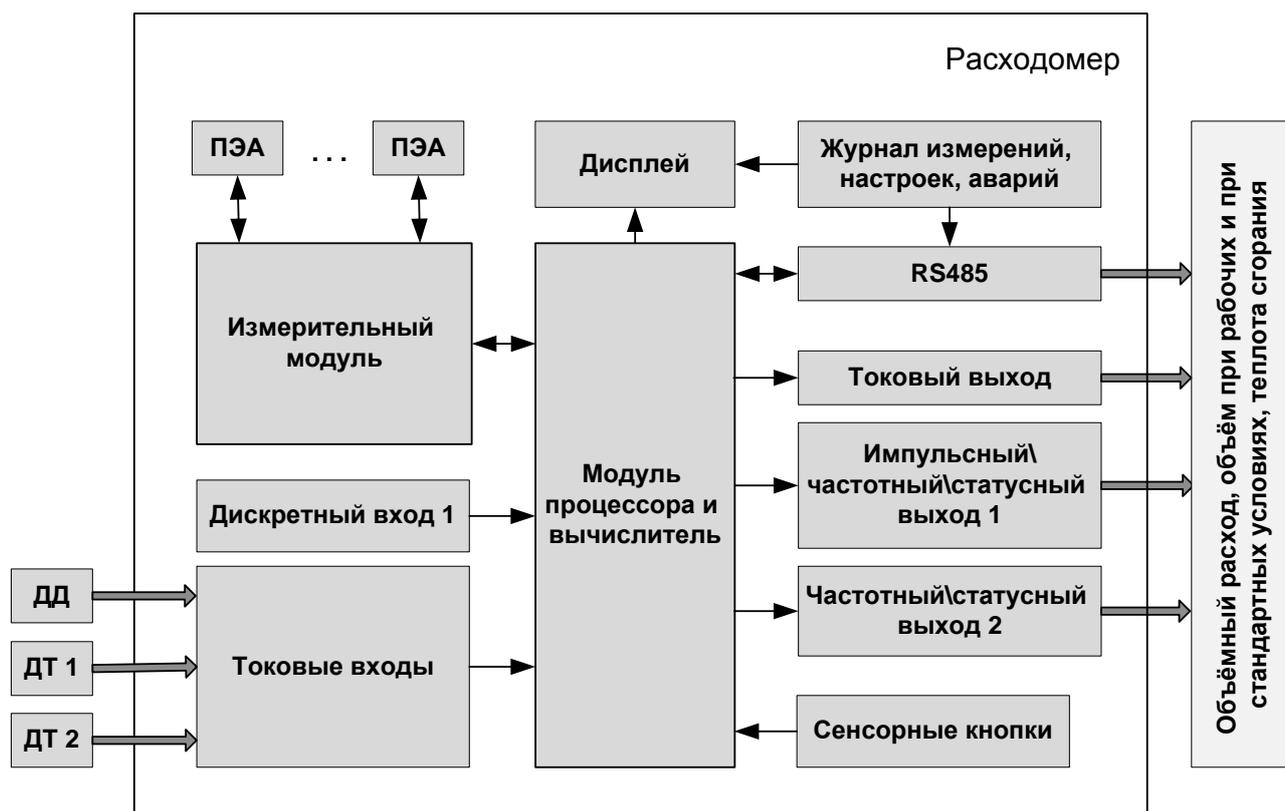


Рисунок 1.2 — Структурная схема расходомера исполнения I

1.2.5 Расходомеры имеют исполнения по способу установки излучателей:

- корпусное – излучатели устанавливаются в корпус расходомера при производстве;
- врезное – излучатели устанавливаются на имеющийся трубопровод на месте эксплуатации в соответствии с Руководством по монтажу.

1.2.6 В зависимости от исполнения в состав расходомера могут входить устройства подготовки потока:

- прямые участки, в том числе с местами для установки датчиков температуры и давления;
- формирователь потока – позволяет уменьшить необходимую длину прямого участка перед расходомером;
- устройство очистки газа – рекомендуется для загрязнённых газов;
- шумоглушитель – рекомендуется при установке расходомера после регуляторов давления, работающих на критических режимах течения газа.

1.2.7 Заводская калибровка и поверка расходомера может выполняться с включением в измерительную линию (ИЛ) всех компонентов, входящих в состав расходомера (исполнение повышенной точности по специальному заказу).

### 1.3 Технические характеристики

1.3.1 Расходомер обеспечивает взрывозащиту вида "взрывонепроницаемая оболочка", в соответствии с маркировкой 1 Ex d (IIB, IIC) (T4, T6) Gb X, в зависимости от исполнения по диапазону температур измеряемой среды и исполнения по категории взрывоопасной смеси (п. 1.3.20 ).

1.3.2 Чертежи средств взрывозащиты приведены в приложении И.

1.3.3 Расходомер соответствует требованиям ГОСТ 31610.0-2014, ГОСТ IEC 60079-1-2013 и обеспечивает безопасную эксплуатацию во взрывоопасных зонах помещений класса В-1а, В-1б, В-1г согласно ПУЭ гл.7.3.

1.3.4 Знак «X» стоящий после маркировки взрывозащиты датчиков означает:

- при эксплуатации необходимо принимать меры защиты поверхности датчиков от нагрева (вследствие теплопередачи от измеряемой среды) выше температуры, допустимой для электрооборудования соответствующего температурного класса;
- датчики должны применяться с сертифицированными кабельными вводами и заглушками, которые обеспечивают необходимый вид и уровень взрывозащиты и степень защиты оболочки.

1.3.5 Расходомер соответствует требованиям ГОСТ 15150 для климатического исполнения УХЛ1, в диапазоне температур окружающего воздуха от минус 60 до плюс 50 °С и относительной влажности до 95%, без конденсации влаги. Жидкокристаллический индикатор функционирует при температурах от минус 20 до плюс 50 °С, дисплей OLED – в полном температурном диапазоне.

1.3.6 По прочности к воздействию синусоидальных вибраций расходомер соответствует требованиям ГОСТ Р 52931 для группы N2.

1.3.7 По устойчивости к воздействию атмосферного давления расходомер соответствует требованиям ГОСТ Р 52931 для группы P1.

1.3.8 Расходомер измеряет объёмный расход и объём при рабочих условиях различных газов и газовых смесей, в том числе, природного и попутного нефтяного.

1.3.9 Расходомер исполнения I измеряет объёмный расход и объём газа, приведённый к стандартным условиям по методике ГОСТ 8.611 с расчётом коэффициента сжимаемости газа по следующим стандартизованным методикам расчёта:

- ГОСТ 30319.2-2015
- ГОСТ 30319.3-2015
- ГСССД МР 113-03

- ГСССД МР 118-05.

1.3.10 Расходомер исполнения I вычисляет теплоту сгорания для газов и газовых смесей по методике расчёта ГОСТ 31369-2008.

1.3.11 Максимальный измеряемый расход газа при рабочих условиях для расходомеров корпусного исполнения в зависимости от DN расходомера соответствует таблице 1.2.

Таблица 1.2

DN	Максимальный расход $Q_{max}$ , м <sup>3</sup> /ч
50	200-300 <sup>1)</sup>
80	550-770 <sup>1)</sup>
100	800-1060 <sup>1)</sup>
150	1600-2200 <sup>1)</sup>
200	3600
250	5300
300	7600

Примечания:

- 1) Значение максимального расхода зафиксировано в паспорте на расходомер.
- 2) Расходомеры с максимальным расходом за пределами значений, указанных в таблице 2, выпускаются по специальному заказу.
- 3) Расходомер допускает "перегрузку" по расходу в пределах от  $Q_{max}$  до  $1,1 Q_{max}$  с сохранением пределов относительной погрешности.

1.3.12 Минимальный измеряемый расход газа при рабочих условиях для расходомеров корпусного исполнения должен соответствовать таблице 1.3 .3 в зависимости от класса точности расходомера и исполнения по диапазону расходов

Таблица 1.3 – Минимальный расход  $Q_{min}$ , м<sup>3</sup>/ч

Класс точности	Исполнение по диапазону расходов	
	S (стандартный)	E (расширенный)
A	0,01 $Q_{max}$	0,0025 $Q_{max}$
B		0,0035 $Q_{max}$
C		0,0050 $Q_{max}$
D		0,0075 $Q_{max}$
F		0,0100 $Q_{max}$

1.3.13 Верхняя граница диапазона измерений расхода газа, приведённого к стандартным условиям ( $Q_{NCmax}$ ), определяется выражением:

$$Q_{NCmax} = Q_{max} \cdot \frac{P}{P_0} \cdot \frac{T_0}{T} \cdot Z,$$

где  $P$  – рабочее давление,  
 $P_0$  – давление стандартных условий (101,325 кПа),  
 $T_0$  – температура стандартных условий (20 °С),  
 $T$  – рабочая температура,  
 $Z$  – коэффициент сжимаемости.

1.3.14 Расходомеры врезного исполнения допускают установку электроакустических преобразователей (далее – ПЭА) на имеющийся трубопровод диаметром от 100 до 1000 мм. Требования к монтажу приведены в приложении К.

1.3.15 Расходомеры врезного исполнения должны измерять расход газа при скорости потока от 0,03 м/с. Верхний предел скорости потока, в зависимости от исполнения, должен находиться в диапазоне от 30 до 90 м/с.

1.3.16 Относительная погрешность измерения объёмного расхода и объёма газа при рабочих условиях, включая погрешность преобразования в частотно-импульсный или цифровой сигнал ( $\delta_V$ , %), находится в следующих пределах (значение в скобках – при поверке имитационным методом):

1.3.16.1 В диапазоне расходов  $0,03Q_{max} \leq |Q| \leq Q_{max}$  (таблица 1.4)

Таблица 1.4

Класс точности	$\delta_V$ , %
A	$\pm 0,5$ ( $\pm 0,7$ )
B	$\pm 0,7$ ( $\pm 0,9$ )
C	$\pm 1,0$ ( $\pm 1,3$ )
D	$\pm 1,5$ ( $\pm 1,8$ )
F	$\pm 3,0$ ( $\pm 3,5$ )

1.3.16.2 В диапазоне расходов  $0,01Q_{max} \leq |Q| < 0,03Q_{max}$  (таблица 1.5)

Таблица 1.5

Класс точности	$\delta_V$ , %
A	$\pm 1,0$ ( $\pm 1,2$ )
B	$\pm 1,4$ ( $\pm 1,6$ )
C	$\pm 2,0$ ( $\pm 2,6$ )
D	$\pm 3,0$ ( $\pm 3,6$ )
F	$\pm 6,0$ ( $\pm 7,0$ )

1.3.16.3 При расходе ниже  $0,01Q_{\max}$  пределы допускаемой погрешности, приведённой к расходу  $0,01Q_{\max}$  (таблица 1.6)

Таблица 1.6

Класс точности	
A	$\pm 1,0$ ( $\pm 1,2$ )
B	$\pm 1,4$ ( $\pm 1,6$ )
C	$\pm 2,0$ ( $\pm 2,6$ )
D	$\pm 3,0$ ( $\pm 3,6$ )
F	$\pm 6,0$ ( $\pm 7,0$ )

1.3.17 Вычисление объёмного расхода и объёма, приведённого к стандартным условиям выполняется в соответствии с методикой ГОСТ 8.611-2013. Вычисление в ЭП выполняется по методу *pTZ*-пересчёта;

1.3.18 Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объёмного расхода и объёма газа, приведённого к стандартным условиям, а также массового расхода и массы газа определяются по методике ГОСТ 8.611-2013;

1.3.19 Расходомер выполняет измерения при давлении газа, указанном в таблице 1.7, в зависимости от исполнения расходомера.

Таблица 1.7

Исполнение расходомера	Диапазон абсолютного давления газа, МПа
B	от 0,05 до 2,5
L	от 0,05 до 4,0
S	от 0,05 до 6,3
M	от 0,05 до 10
E	от 0,05 до 16

1.3.20 Расходомер выполняет измерения при температуре газа, указанной в таблице 1.8, в зависимости от исполнения расходомера.

Таблица 1.8

Исполнение расходомера	Диапазон температур измеряемой среды, °С	Маркировка взрывозащиты в зависимости от исполнения по категории смеси	
		исп. В (категория IIB)	исп. С (категория IIC)
U	от минус 70 до плюс 50	1 Ex d IIB T6 Gb X	1 Ex d IIC T6 Gb X
N	от минус 50 до плюс 50	1 Ex d IIB T6 Gb X	1 Ex d IIC T6 Gb X
T	от минус 50 до плюс 120	1 Ex d IIB T4 Gb X	1 Ex d IIC T4 Gb X
J	от минус 70 до плюс 120	1 Ex d IIB T4 Gb X	1 Ex d IIC T4 Gb X

1.3.21 Температурный класс расходомера по ГОСТ 31610.0 определяется фактическим диапазоном температур измеряемой среды по месту применения следующим образом (таблица 1.9).

Таблица 1.9

Диапазон температур измеряемой среды, °С	Температурный класс по ГОСТ 31610.0
от минус 70 до плюс 60	T6
от минус 70 до плюс 75	T5
от минус 70 до плюс 120	T4

1.3.22 Пределы допускаемой приведенной погрешности при измерении аналоговых сигналов силы постоянного тока от 4 до 20 мА (от датчиков давления и температуры):  $\pm 0,05$  %;

1.3.23 Пределы допускаемой приведенной погрешности при преобразовании цифрового сигнала в выходной аналоговый сигнал силы постоянного тока от 4 до 20 мА:  $\pm 0,05$  %;

1.3.24 Пределы допускаемой относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа (исполнение I):  $\pm 0,01$  %;

1.3.25 Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении времени (исполнение I):  $\pm 0,01$  %;

1.3.26 Методика определения Z и прочих теплофизических свойств газов (исполнение I): ГОСТ 30319.2-2015, ГОСТ 30319.3-2015, ГСССД МР 113-03, ГСССД МР 118-05;

1.3.27 Расходомер исполнения I может выполнять расчёт теплоты сгорания природного газа по методике ГОСТ 31369-2008;

1.3.28 Расходомеры имеют следующие основные выходные сигналы:

- импульсный/частотный/статусный (оптопара) – 1 канал;
- частотный/статусный (оптопара) – 1 канал;
- токовый 4–20 мА (пассивный) + протокол HART – 1 канал;
- цифровой интерфейс RS-485 (Modbus RTU) – 1 канал.

1.3.28.1 Расходомеры имеют канал дискретного универсального входного сигнала.

1.3.28.2 Характеристики частотного, импульсного и статусного выходных сигналов.

1.3.28.2.1 Частотный (Ч) выходной сигнал может настраиваться на соответствие массовому расходу, объемному расходу в рабочих условиях, объемному расходу в стандартных условиях.

1.3.28.2.2 Значения частоты, соответствующие нижнему (НПИ) и верхнему пределу (ВПИ) измеряемого параметра, настраиваются в диапазоне от 0 до 10000 Гц.

1.3.28.2.3 Насыщение по частоте при выходе измеряемого параметра за пределы диапазона (НПИ...ВПИ) соответствует 110% от разности частот, соответствующих ВПИ и НПИ.

1.3.28.2.4 Импульсный выходной сигнал соответствует, объемному расходу в рабочих условиях, в стандартных условиях или массовому расходу. Длительность импульса настраивается в пределах 0,04 – 100 мс. Максимальная частота (уровень насыщения) импульсного сигнала – 11000 Гц.

1.3.28.2.5 Уровень индикации неисправности по частотному и импульсному сигналам – 0 Гц, 12500 Гц или настраиваемый пользователем.

1.3.28.2.6 Максимальное напряжение коммутации составляет 30 В. Максимальный коммутируемый ток 50 мА, при этом падение напряжения на выходе ЭП расходомера составляет не более 5 В.

1.3.28.2.7 Цепи сигналов гальванически изолированы от остальных внутренних цепей электронного преобразователя.

1.3.28.3 Характеристики токового выходного сигнала.

1.3.28.3.1 Токовый выходной сигнал может быть настроен для преобразования массового расхода, объемного расхода, плотности либо температуры.

1.3.28.3.2 Токовый выходной сигнал имеет нижнее и верхнее предельные значения, соответствующие минимальному и максимальному значениям измеряемого параметра (4 и 20 мА соответственно), и наоборот (20 и 4 мА) при инверсной настройке.

1.3.28.3.3 Абсолютная погрешность преобразования измеренной величины в токовый выходной сигнал находится в пределах  $\pm 10$  мкА.

1.3.28.3.4 Диапазон рабочих напряжений внешнего источника питания от 12 до 30 В.

1.3.28.3.5 Цепь токового сигнала гальванически изолирована от остальных внутренних цепей электронного преобразователя.

1.3.28.3.6 Токи насыщения при выходе значения измеряемого параметра за пределы рабочего диапазона:  $20,5 \pm 0,05$  мА и  $3,8 \pm 0,05$  мА.

1.3.28.3.7 Ток индикации неисправности: не более 3,6 мА (нижний аларм), не менее 22,5 мА (верхний аларм).

1.3.28.4 Характеристики токовых входных сигналов

1.3.28.4.1 Расходомер исполнения I имеет три канала для измерения силы тока от датчиков температуры и давления;

1.3.28.4.2 Диапазон силы тока: от 3,6 до 22 мА;

1.3.28.4.3 Пределы допускаемой приведённой погрешности измерения силы тока в диапазоне от 4 до 20 мА:  $\pm 0,05$  %;

1.3.28.4.4 Расходомер преобразует токовый сигнал от датчиков в значения температуры и давления газа в соответствии с заданными настройками.

1.3.28.5 Характеристики дискретных входов.

1.3.28.5.1 Тип сигнала – потенциальный любой полярности:

– уровень логического «нуля»: не более 5 В;

– уровень логической «единицы»: не менее 10 В.

1.3.28.5.2 Максимально допустимое напряжение любой полярности – не более 30 В.

1.3.28.6 Характеристики цифрового интерфейса RS-485.

1.3.28.6.1 Скорость двоичной передачи составляет от 1200 до 115200 бод (конфигурируется), с одним стоповым битом, с/без контроля четности (настраивается).

1.3.28.6.2 Протокол передачи соответствует спецификации Modbus RTU, команды и назначение регистров описаны в настоящем Руководстве по эксплуатации.

1.3.28.7 Характеристики локального операторского интерфейса (дисплей + клавиатура).

1.3.28.7.1 Расходомеры имеют локальный операторский интерфейс, включающий графический дисплей с жидкокристаллическим или OLED экраном 128x64 пикселей, две емкостные кнопки управления и светодиоды состояния расходомера и статуса кнопок.

1.3.28.7.2 Дисплей имеет возможность поворота на модуле на  $\pm 90$  градусов. Возможность поворота изображения на дисплее на  $180^\circ$  реализована программно.

1.3.28.7.3 На дисплей выводятся текущие значения объемного расхода при рабочих или при стандартных условиях, массового расхода, суммарных значений объема и массы и другие измеряемые и расчётные значения.

1.3.28.7.4 На дисплей выводится мнемоника технических единиц пользователя, в которых измеряется выводимый параметр.

1.3.28.7.5 Вывод информации на экран предусмотрен на русском и английском языках.

1.3.28.7.6 На дисплее выводятся диагностические сообщения, которые могут быть использованы при поиске неисправностей.

1.3.29 Расходомеры устойчивы к следующим условиям эксплуатации:

1.3.29.1 Температура окружающего воздуха: от минус 50 до плюс 50 °С;

1.3.29.2 Влажность  $(95\pm 3)\%$  при температуре плюс 35°С и меньших температурах без конденсации влаги;

1.3.29.3 Атмосферное давление в диапазоне от 84,0 до 106,7 кПа (согласно группе исполнения Р1 по ГОСТ Р 52931)

1.3.29.4 Вибрация, соответствующая группе N3 по ГОСТ Р 52931

1.3.29.5 Условия, соответствующие требованиям по электромагнитной совместимости к оборудованию класса А по ГОСТ Р 51522.

1.3.30 Требования к питанию расходомеров.

1.3.30.1 Питание должно осуществляться от сети постоянного тока напряжением от 20 до 42 В или от сети переменного тока напряжением от 100 до 242 В частотой  $50 \pm 1$  Гц. Переключение режимов осуществляется расходомером автоматически.

1.3.30.2 Потребляемая мощность не превышает 12 или 18 Вт, в зависимости от исполнения по составу.

1.3.30.3 Электрическая изоляция между электрическими цепями питания, с одной стороны, и корпусом, всеми другими входными и выходными цепями электронного преобразователя, с другой стороны, при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  и относительной влажности 30-80% выдерживает напряжение переменного тока 1500 В (среднеквадратичное значение) частотой от 50 до 60 Гц в течение 1 мин.

1.3.30.4 Электрическая изоляция между независимыми электрическими цепями (кроме цепи питания) электронного преобразователя, а также между этими цепями и корпусом при температуре  $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$  и относительной влажности 30-80% выдерживает напряжение переменного тока 500 В (среднеквадратичное значение) частотой от 50 до 60 Гц в течение 1 мин.

1.3.30.5 Сопротивление электрической изоляции между независимыми электрическими цепями

- 1) при нормальных климатических условиях (п. 1.3.30.4 ) – 40 МОм;
- 2) при верхнем значении температуры (плюс  $50^\circ\text{C}$ ) – 10 МОм;
- 3) при повышенной влажности ( $95 \pm 3\%$ ) – 5 МОм.

1.3.31 Защищённость оболочки от проникновения внешних твёрдых предметов и воды соответствует степени IP65 или IP67 по ГОСТ 14254 (в зависимости от исполнения).

1.3.32 Характеристики надёжности

1.3.32.1 Надёжность в условиях и режимах эксплуатации, установленных в ТУ, характеризуется следующими значениями:

- средняя наработка на отказ – не менее 60000 ч;
- среднее время восстановления – не более 8 ч;
- средний срок службы – не менее 12 лет.

1.3.32.2 Расходомер относится к восстанавливаемым, многоканальным, многофункциональным изделиям. Закон распределения времени наработки на отказ – экспоненциальный.

1.3.33 Масса расходомеров корпусного исполнения без комплекта монтажных частей в зависимости от DN, PN приведена в приложении Б.

1.3.34 Габаритные и присоединительные размеры, общий вид расходомера приведены в приложении Б.

1.3.35 Расходомеры в транспортной таре прочны к воздействию вибрации по группе F3 согласно ГОСТ Р 52931-2008.

1.3.36 Расходомер в транспортной таре выдерживает воздействие температур от минус 50 до плюс 40°С и относительной влажности (95±3)% при температуре 25 °С.

1.3.37 Детали расходомера, изготовленные из материалов, подверженных коррозии, защищены гальваническими или лакокрасочными покрытиями. Качество покрытия деталей должно быть не хуже IV класса ГОСТ 9.032.

## 1.4 Состав изделия

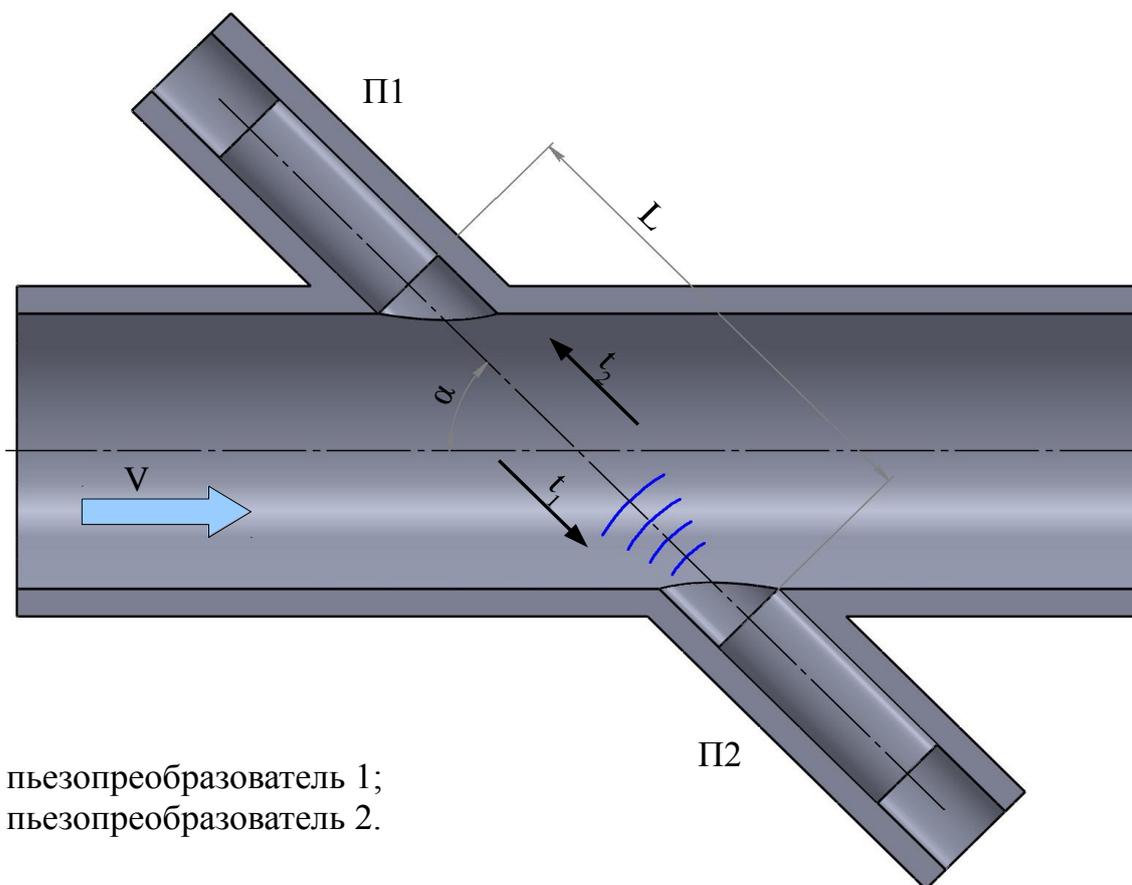
1.4.1 Комплект поставки расходомера приведен в таблице 1.10.

Таблица 1.10

Наименование	Количество	Примечание
Расходомер	1 шт.	Состав в завис-ти от заказа
Руководство по эксплуатации	1 экз.	
Паспорт	1 экз.	
Методика поверки	1 экз.	
Комплект монтажных частей	1 комплект	Состав в завис-ти от заказа
Устройства подготовки потока	1 комплект	Состав в завис-ти от заказа
Датчики температуры и давления	1 комплект	Состав в завис-ти от заказа
Сервисное ПО расходомера	1 экз.	По заказу
Упаковка	1 шт.	

1.4.2 По требованию заказчика в комплект поставки может входить комплект кабелей и кабельных вводов для подключения расходомера к вторичной аппаратуре, поставляемых за отдельную плату.

### 1.5 Устройство и работа



П1 — пьезопреобразователь 1;  
П2 — пьезопреобразователь 2.

Рисунок 1.3 – Принцип работы расходомера

Два чувствительных элемента (преобразователи электроакустические, далее - ПЭА) П1 и П2 расположены на противоположных сторонах корпуса под определённым углом к направлению потока<sup>1</sup>. Пьезоэлементы работают попеременно как приёмник и как передатчик. Ультразвуковые импульсы излучаются под углом  $\alpha$  к направлению потока газа. Время прохождения импульса в направлении потока газа (прямое направление) равно:

$$t_1 = \frac{L}{c + v \cdot \cos(\alpha)}, \quad (1)$$

а в направлении против потока газа (обратное направление):

$$t_2 = \frac{L}{c - v \cdot \cos(\alpha)}, \quad (2)$$

где  $L$  — измерительное расстояние (акустический путь), м;  
 $v$  — скорость газа, м/с;  
 $c$  — скорость звука, м/с.

<sup>1</sup> Количество чувствительных элементов зависит от исполнения расходомера.

Отсюда

$$V = \frac{L}{2 \cdot \cos(\alpha)} \cdot \left( \frac{1}{t_1} - \frac{1}{t_2} \right). \quad (3)$$

Таким образом, для расчёта скорости газа необходимо знать только времена прохождения сигнала, измерительное расстояние и угол установки.

Объёмный расход газа  $Q_v$  вычисляется по формуле:

$$Q_v = S \cdot V, \quad (4)$$

где  $S$  - площадь поперечного сечения расходомера, м<sup>2</sup>.

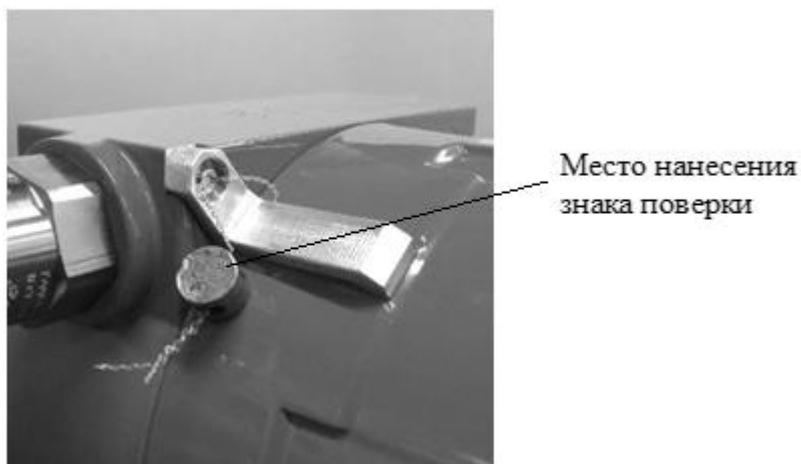
Из формулы (4) видно, что изменения скорости звука в результате колебаний давления или температуры при этом способе измерения не влияют на измеряемую скорость газа.

## 1.6 Маркировка и пломбирование

1.6.1 На корпусе расходомера нанесены следующие надписи:

- наименование и (или) товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение типоразмера корпуса;
- обозначение технических условий;
- маркировка взрывозащиты 1ExdIICT6X или 1ExdIICT4X по ГОСТ Р 30852.14;
- степень защиты от воздействия внешних твёрдых предметов и воды IP65 по ГОСТ 14254;
- заводской номер;
- дата изготовления;
- номинальное давление измеряемой среды;
- диапазон температур измеряемой среды;
- стрелка с указанием направления потока газа.

1.6.2 Места пломбирования компонентов расходомера и место нанесения знака поверки указаны на рисунке 1.4.



*Рисунок 1.4 – Схема пломбировки от несанкционированного доступа, обозначение места нанесения знака поверки*

1.6.3 На транспортной таре нанесены несмываемой краской основные (наименование грузополучателя и пункта назначения – при необходимости), дополнительные (наименование грузоотправителя, условное обозначение изделия) и информационные (масса брутто и нетто) надписи, а также манипуляционные знаки, соответствующие надписям: "Хрупкое. Осторожно", "Беречь от влаги", "Верх" по ГОСТ 14192-96.

## **1.7 Упаковка**

1.7.1 Консервация и упаковка производятся по конструкторской документации в соответствии с ГОСТ 9.014 (вариант защиты В0).

1.7.2 Допускается упаковка монтажных частей расходомера в отдельный ящик.

1.7.3 В каждый ящик вкладывается упаковочный лист, содержащий следующие сведения:

- наименование и условное обозначение поставляемого расходомера;
- дату упаковки;
- подпись и штамп ответственного за упаковку и штамп технического контроля предприятия-изготовителя.

1.7.4 В первый ящик партии отправляемой продукции вкладывается сопроводительная документация с указанием в ней наименования и количества отправляемой продукции и номеров ящиков.

## 2 Подготовка к использованию

### 2.1 Эксплуатационные ограничения

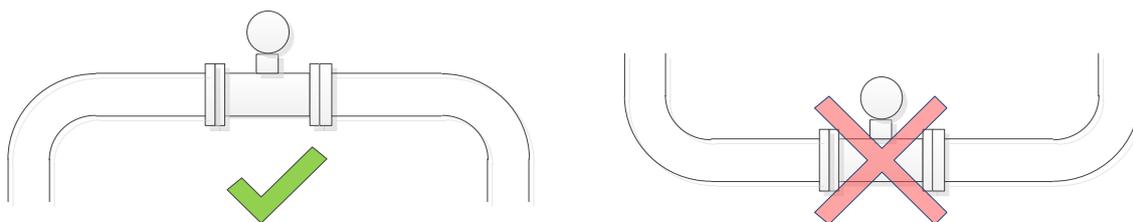
2.1.1 Расходомеры допускают эксплуатацию при температуре окружающего воздуха от минус 50 до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха до 95% при температуре 35°С, устанавливаются в помещении или на открытом воздухе (под навесом).

2.1.2 Трубопровод в месте установки расходомера не должен испытывать постоянно действующих вибраций, ударов, влияющих на работу расходомера. Допустимый уровень вибраций соответствует группе N2 по ГОСТ Р 52931.

2.1.3 При выполнении сварочных работ на трубопроводе запрещается использовать расходомер в качестве монтажной вставки.

2.1.4 При установке расходомера в непосредственной близости от регулятора давления необходимо обеспечить работу регулятора в штатном режиме (соответствие пропускной способности регулятора измеряемому расходу, отсутствие "качков" давления и т. д.). Если регулятор давления создаёт ультразвуковой шум (работает в критическом режиме течения), то расходомер следует располагать перед регулятором или установить шумоглушитель между регулятором давления и расходомером с соблюдением требуемой длины прямого участка (приложение М);

2.1.5 Расходомер не рекомендуется устанавливать на участках трубопровода, где возможно скопление конденсата:



2.1.6 Не допускается наличие осадков и отложений на внутренней поверхности измерительной линии (ИЛ) и расходомера. Особое внимание должно быть обращено на обеспечение чистоты мест установки ПЭА;

Примечание – Отложения, которые могут присутствовать в технологическом процессе, могут воздействовать на точность показаний расходомера путем уменьшения площади его поперечного сечения.

2.1.7 Если в газовом потоке предполагается наличие инородных веществ, рекомендуется установка устройства очистки газа (УОГ) выше по течению, а в случае измерения расхода и количества газа реверсивных потоков рекомендуется установка УОГ как выше по течению, так и ниже по течению от измерительной линии.

2.1.8 Профиль потока существенно влияет на точность измерений расхода. Для формирования стандартного развитого профиля потока обеспечивают необходимую длину прямых участков (ПУ) на входе и выходе из расходомера. Сократить длину прямых участков позволяет применение специального формирователя потока (ФП). Рекомендации по выбору состава измерительной линии для конкретных условий применения приведены в приложении М.

Если обеспечить рекомендуемую длину прямых участков невозможно, то изготовитель может выполнить расчёт профиля потока, который формируется к входу в измерительное сечение в конкретных условиях применения. Если полученный профиль обеспечивает измерение расхода с показателями точности, соответствующими исполнению расходомера, то оформляется индивидуальное приложение к паспорту расходомера с описанием параметров измерений и эскизом измерительной линии.

2.1.9 Установка в измерительную линию датчиков температуры и давления должна удовлетворять требованиям приложения П.

2.1.10 Если температура окружающей среды в процессе эксплуатации расходомера может отличаться от температуры измеряемого газа более чем на 40°C, то корпус расходомера и участки измерительного трубопровода должны быть теплоизолированы (п. 2.3.5).

## **2.2 Выбор места установки, исполнения расходомера и состава измерительной линии**

2.2.1 При выборе исполнения расходомера ставится задача определения следующих параметров: DN расходомера, класс точности, исполнение по количеству лучей и состав измерительной линии: длина прямого участка на входе, наличие формирователя потока. Эти параметры взаимосвязаны: увеличение количества лучей уменьшает требования к измерительной линии и наоборот. Также требования к составу измерительной линии зависят от ближайшего местных сопротивлений выше по потоку от расходомера – их типа и углового положения относительно плоскости лучей. Это даёт основания для выбора места установки расходомера.

2.2.2 Для выбора исполнения расходомера, состава измерительной линии и места установки последовательно определяют:

- 1) DN расходомера (п. 2.2.4 );
- 2) класс точности (п. 2.2.5 );
- 3) предполагаемое место установки (п. 2.2.6 );
- 4) DN прямых участков (п. 2.2.7 );
- 5) расстояние до ближайшего местного сопротивления (таблица 2.1);
- 6) наличие на расстоянии до 50 DN выше по потоку от расходомера местных сопротивлений, создающих закрутку потока и/или существенную асимметрию распределения скоростей потока (таблица 2.1) и расстояние до ближайшего из них;
- 7) максимальную доступную длину прямого участка на входе в расходомер, выраженную в DN (п. 2.2.8 );
- 8) возможность применения формирователя потока (п. 2.2.10 );
- 9) исполнение расходомера по количеству лучей (п. 2.2.11 );
- 10) наличие и тип формирователя потока (п. 2.2.11 ).

2.2.3 Перечисления 3-10 из п. 2.2.2 могут быть выполнены для каждого из возможных мест установки расходомера с целью выбора оптимального варианта.

2.2.4 По расходу и DN трубопровода определяют DN расходомера. Если максимальный и номинальный эксплуатационные расходы попадают в диапазон 20..100% от  $Q_{max}$  (таблица 1.2), то DN расходомера выбирают равным DN трубопровода. Иначе DN расходомера выбирают исходя из диапазона расходов.

2.2.5 Класс точности расходомера выбирают исходя из требований к погрешности измерений при номинальном или максимальном эксплуатационном расходе. Пределы допускаемой погрешности расходомера указаны в п. 1.3.16 .

Хотя первичная поверка расходомеров всегда выполняется проливным методом, если планируется проведение периодической поверки имитационным методом, то при выборе класса точности расходомера следует ориентироваться на значения погрешности после имитационной поверки (указаны в скобках).

2.2.6 Определяют предполагаемое место установки расходомера. Для установки расходомера рекомендуется выбирать длинный прямолинейный участок трубопровода. Расходомер может монтироваться на горизонтальном, вертикальном или наклонном участке. Рекомендуемой является установка на горизонтальном участке с вертикальной ориентацией электронного блока. Установка на

вертикальном или наклонном участке, установка на горизонтальном участке с наклонной ориентацией электронного блока – допускается только для измерения сухих газов.

2.2.7 Определение DN прямых участков и ближайшего местного сопротивления (МС).

2.2.7.1 Если входной диаметр расходомера  $d$  (таблица Ж.1) отличается от DN трубопровода более, чем на 3 %, то применяются конусные переходы в следующем порядке:

2.2.7.1.1 Если диаметр  $d$  меньше диаметра трубопровода, то конусные переходы можно установить на входе в прямой участок (рисунок 2.1).

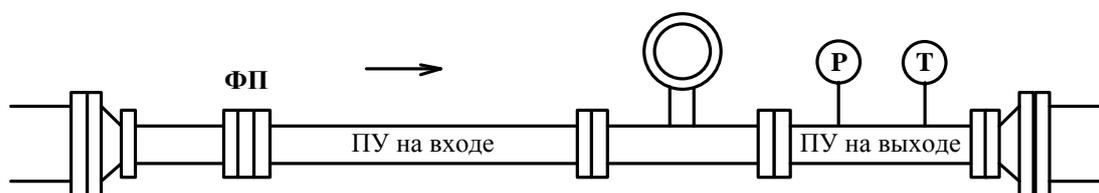


Рисунок 2.1 – Установка конфузора перед входным прямым участком

При этом DN прямого участка считается равным DN расходомера, ближайшим местным сопротивлением считается конфузур.

Примечание: на этом и следующих рисунках – в состав измерительной линии могут не входить формирователь потока (ФП), датчики температуры (Т) и давления (Р).

Конусный переход можно установить между прямым участком и расходомером при соблюдении следующих условий (рисунок 2.2):

- угол конуса не должен превышать  $10^\circ$  ( $5^\circ$  на сторону);
- отличие диаметров конусного перехода, трубопровода и расходомера в местах стыков не должно превышать 1 %.

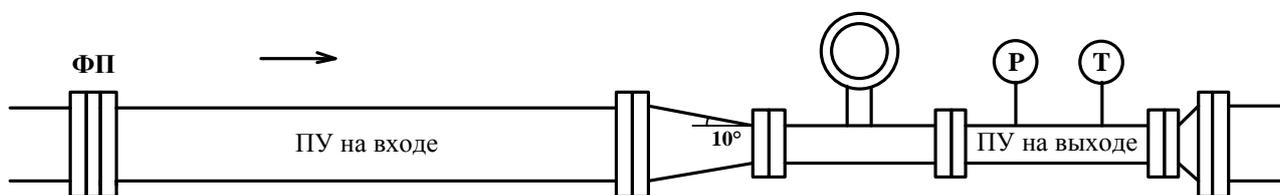
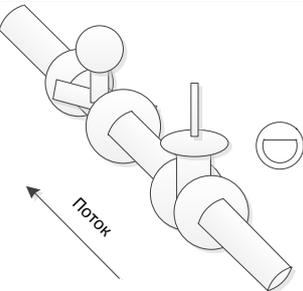
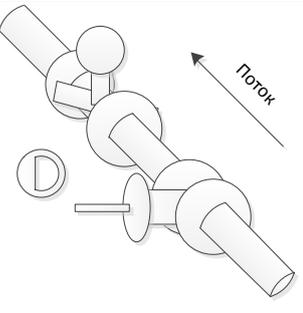
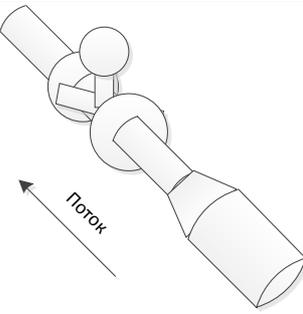
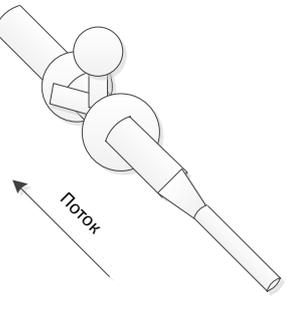
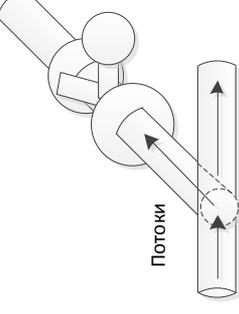
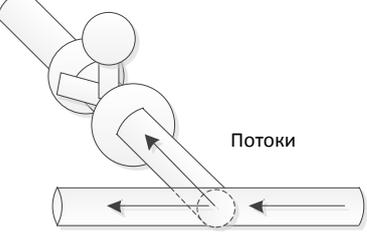
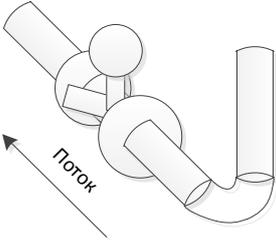
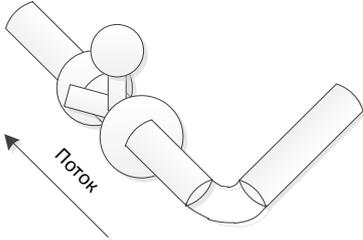
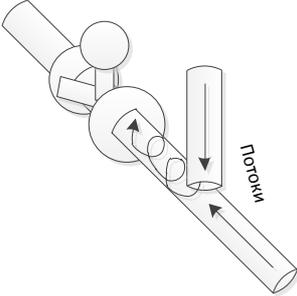
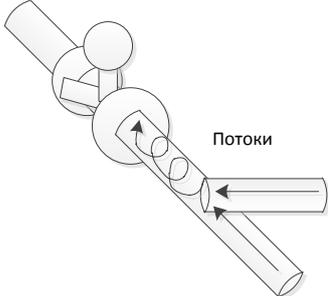
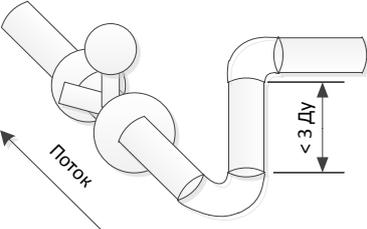
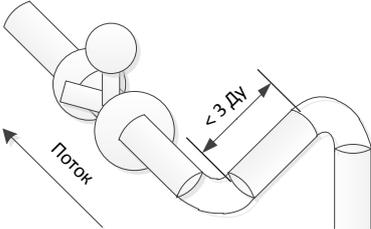


Рисунок 2.2 – Установка конфузора перед расходомером

В этом случае DN прямого участка считается равным DN трубопровода, ближайшее МС следует искать выше по потоку от конфузур (на расстоянии до 50 DN). Виды МС приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Типовые МС и варианты их углового положения относительно расходомера

Вид МС	Угловое положение относительно расходомера	
	0° (180°)	90° (270°)
Регуляторы давления, не полностью открытая запорная арматура		
Сужение потока (конфузор)		
Расширение потока (диффузор)		
Тройник, разделяющий потоки		

Вид МС	Угловое положение относительно расходомера	
	0° (180°)	90° (270°)
Колено		 создаёт закрутку потока
Тройник, смешивающий потоки		 создаёт закрутку потока
Группа колен в разных плоскостях		 создаёт закрутку потока

2.2.7.1.2 Если диаметр  $d$  больше диаметра трубопровода, то конусный переход устанавливается на входе в прямой участок (рисунок 2.3).

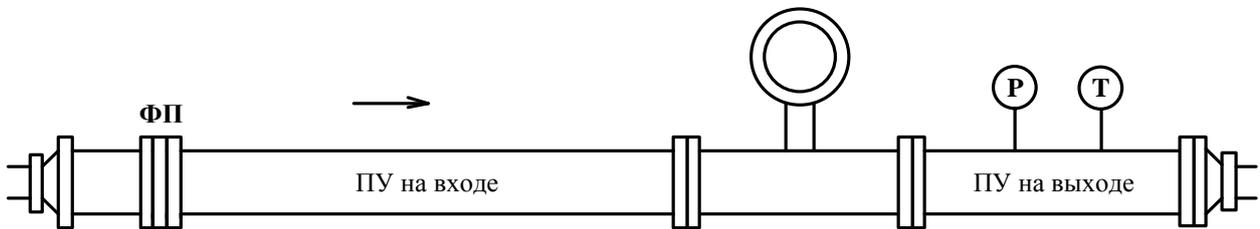


Рисунок 2.3 – Установка диффузора перед входным прямым участком

DN прямого участка считается равным DN трубопровода, ближайшим местным сопротивлением считается диффузор.

2.2.7.2 Если входной диаметр расходомера  $d$  (таблица Ж.1) **не** отличается от DN трубопровода более, чем на 3 %, то ближайшее МС следует искать выше по потоку от входного фланца расходомера (таблица 2.1).

2.2.8 Определение максимальной доступной длины  $L_1$  прямого участка на входе в расходомер (рисунок 2.4).

2.2.8.1 Если прямые участки заказывают в комплекте с расходомером, то максимальная доступная длина определяется расстоянием до ближайших МС (весь участок трубопровода  $L$  можно вырезать и установить расходомер и прямые участки):

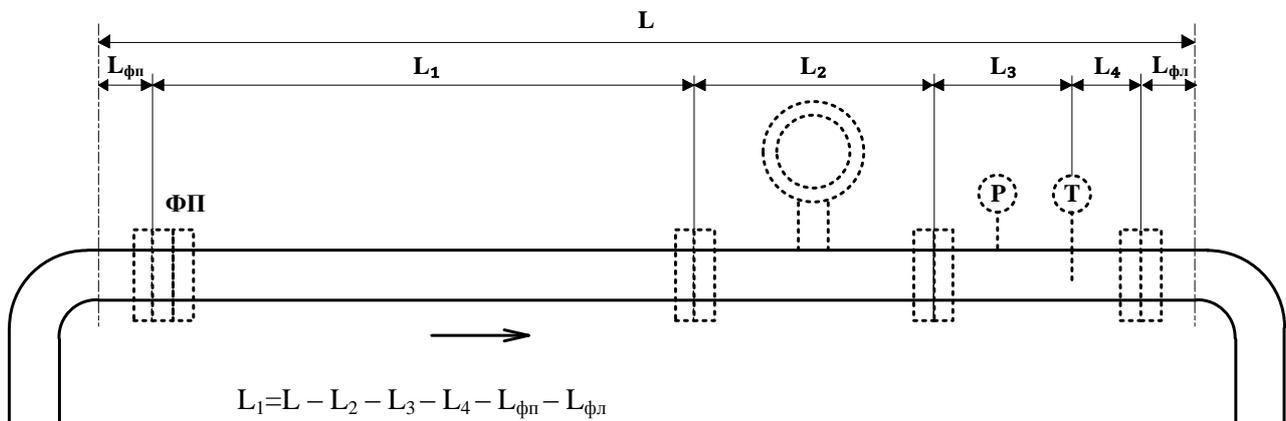


Рисунок 2.4 – Максимальная допустимая длина прямого участка до расходомера (ПУ в комплекте с расходомером)

$L_{\text{фл}}$  – рекомендуемая длина прямого участка перед ФП (п.М.3), если применяется ФП или технологический запас для приварки ответного фланца, если ФП не применяется.

$L_{\text{фл}}$  – технологический запас для приварки ответного фланца.

Габаритные размеры расходомера  $L_2$  определяют по приложению Б. Расстояния от расходомера до датчика температуры  $L_3$  и от датчика температуры до МС  $L_4$  определяют по приложению П.

2.2.8.2 Если будут использованы прямые участки существующего трубопровода (рисунки 2.5, 2.6), то максимальная доступная длина определяется выполнением требований к ПУ – на каком расстоянии от входного фланца расходомера прямой участок ещё отвечает требованиям (приложение Н):

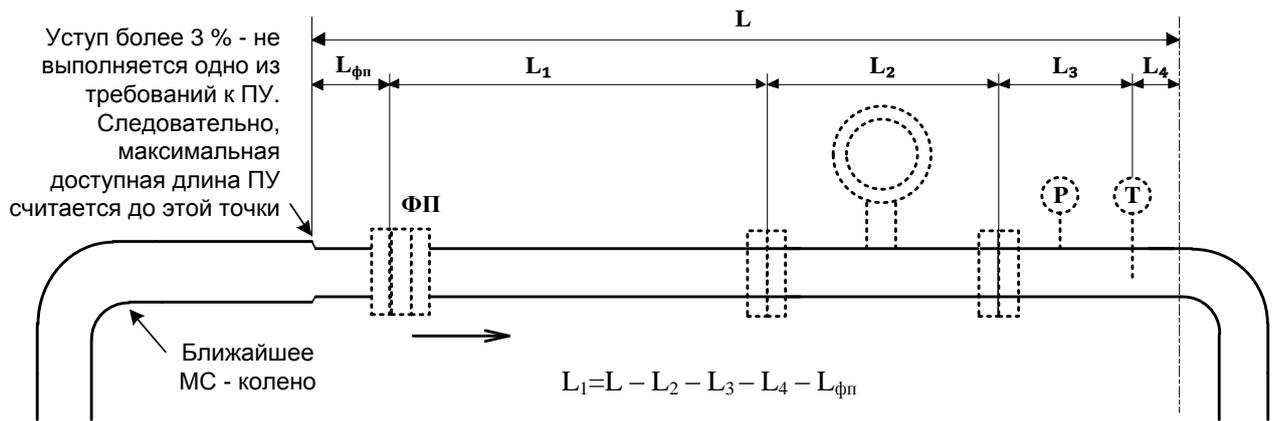


Рисунок 2.5 – Максимальная допустимая длина прямого участка до расходомера (ПУ существующего трубопровода) - вариант 1

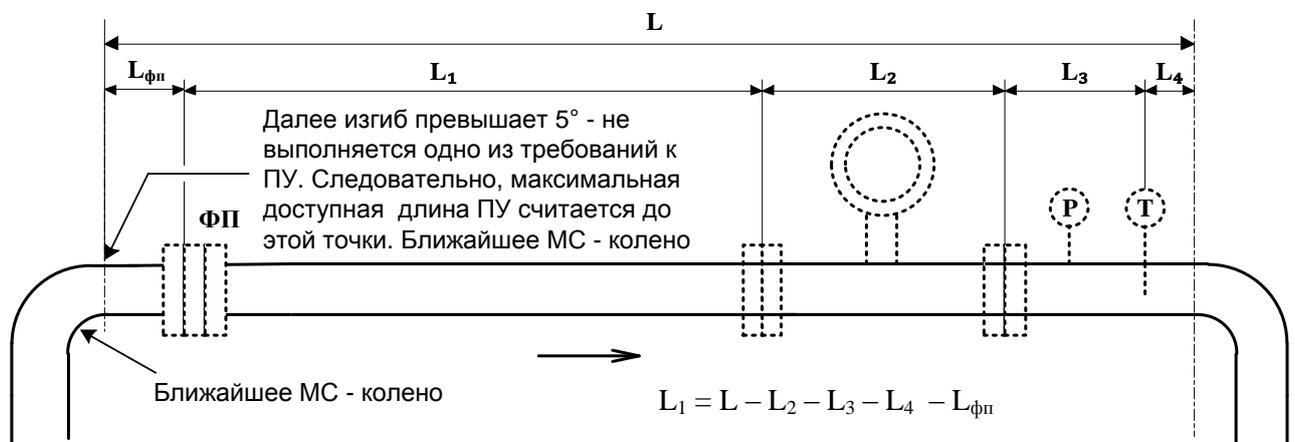


Рисунок 2.6 – Максимальная допустимая длина прямого участка до расходомера (ПУ существующего трубопровода) - вариант 2

и т.д. по списку требований к ПУ (приложение Н).

Габаритные размеры расходомера  $L_2$  определяют по приложению Б. Расстояния от расходомера до датчика температуры  $L_3$  и от датчика температуры до МС  $L_4$  определяют по приложению П.  $L_{\text{фп}}$  – рекомендуемая длина прямого участка перед ФП (п.М.3), если применяется ФП, иначе  $L_{\text{фп}} = 0$ .

2.2.9 На расстоянии до 50 DN выше по потоку от расходомера определяют наличие местных сопротивлений, создающих закрутку потока и/или существенную асимметрию распределения скоростей потока (таблица 2.1) и расстояние до ближайшего из них.

2.2.10 Возможность применения формирователя потока (ФП) определяют исходя из требований технологического процесса к перепаду давления на измерительной линии расходомера, к отсутствию препятствий на пути потока (существенно загрязнённый газ, возможность попадания в газопровод посторонних предметов). Оценку перепада давления допускается выполнять по методике приложения Р.

Применение формирователя потока уменьшает фактическую погрешность измерений (но не максимальную допускаемую согласно ОТСИ) и снижает стоимость измерительной линии за счёт уменьшения длины прямого участка на входе в расходомер. Поэтому применение формирователей потока рекомендовано, если не противоречит требованиям технологического процесса.

2.2.11 Значения, определённые в ходе выполнения действий п.п. 2.2.4 .. 2.2.10 заносят в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Значения для определения исполнения расходомера и состава ИЛ

DN	Класс точности, %	Ближайшее МС			Ближайшее МС, создающее закрутку потока			Максимальная доступная длина прямого участка		Допустимость применения формирователя потока
		Тип, угол	Расстояние		Тип, угол	Расстояние		мм	DN	
			мм	DN		мм	DN			

2.2.12 Исполнение расходомера по количеству лучей, а также состав измерительной линии определяют по алгоритму приложения М на основе данных в таблице 2.2.

2.2.13 Если требуется измерение двунаправленного потока, то состав измерительной линии определяют независимо для каждого направления потока (рисунок 2.7).

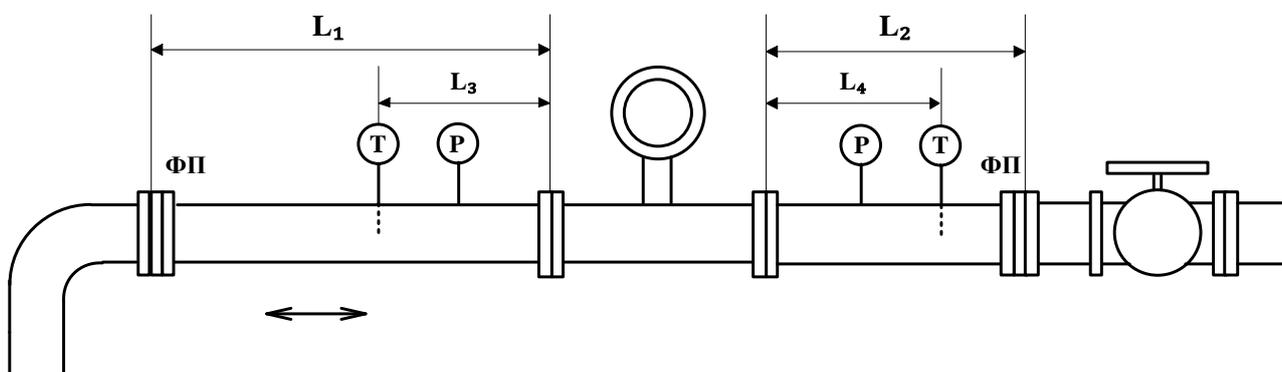


Рисунок 2.7 – Состав измерительной линии для двунаправленного потока

Исполнение по количеству лучей выбирают наибольшее для двух направлений.

Допустимые значения расстояний  $L_3$  и  $L_4$  определяют по приложению П.

## **2.3 Монтаж и подключение**

### **2.3.1 Меры безопасности при подготовке изделия**

- Запрещается устанавливать расходомер на трубопроводах с давлением выше паспортного значения.

- Монтаж и демонтаж расходомера производить только при отсутствии давления в трубопроводе, и при отключенном электрическом питании.

2.3.2 Место для установки расходомера следует проверить на соответствие рекомендациям п. 2.1 ;

### **2.3.3 Порядок монтажа**

- После транспортирования при отрицательных температурах перед распаковыванием в отапливаемых помещениях (в условиях, предполагающих конденсацию влаги из окружающего воздуха) необходима выдержка расходомера в упаковке в нормальных условиях в течение 1 ч.

- При монтаже расходомера и датчиков температуры, давления учитывают сведения приложения Ж.

- Рекомендуется формирование измерительной линии в соответствии с эскизом, составленным по рекомендациям п. 2.2 .

- Для установки корпусного расходомера на участке трубопровода должны быть смонтированы ответные фланцы, входящие в комплект монтажных частей. Если расходомер стыкуется с существующим трубопроводом (в комплект не входят прямые участки), то после приварки ответных фланцев и зачистки швов следует проверить выполнение требований п.Н.6.

- Если в состав измерительной линии входит формирователь потока, то смонтировать его на трубопровод. Если в комплекте с расходомером заказаны прямые участки, то смонтировать прямые участки. Смонтировать расходомер.

- Уплотнение достигается установкой уплотнительных прокладок и стягиванием фланцев расходомера с ответными фланцами с помощью болтов или шпилек. Для уплотнения фланцевых соединений следует применять уплотнительные прокладки с ровными краями по внутреннему и наружному контуру. Установку уплотнительных прокладок следует производить таким образом, чтобы они не выступали во внутреннюю полость трубопровода;

- После установки расходомера следует проверить соблюдение эксплуатационных ограничений (п. 2.1 );

- В случае несовпадения стрелки направления потока на корпусе расходомера с направлением потока газа в трубопроводе, измеряемый расход будет индцироваться со знаком "-". Выходные сигналы расходомера можно настроить на инверсию показаний расхода (п. 3.9 ).

2.3.4 Если предусмотрено подключение к расходомеру датчиков температуры и давления, то их устанавливают на трубопровод в соответствии с указаниями приложения П.

Электрическое соединение датчиков с расходомером осуществляется через клеммную коробку (КК). Клеммную коробку устанавливают на крепление (приложение Ж) и прикручивают к нему болтами. Крепление хомутами закрепляют к измерительному трубопроводу или другой трубе (например, к столбику):

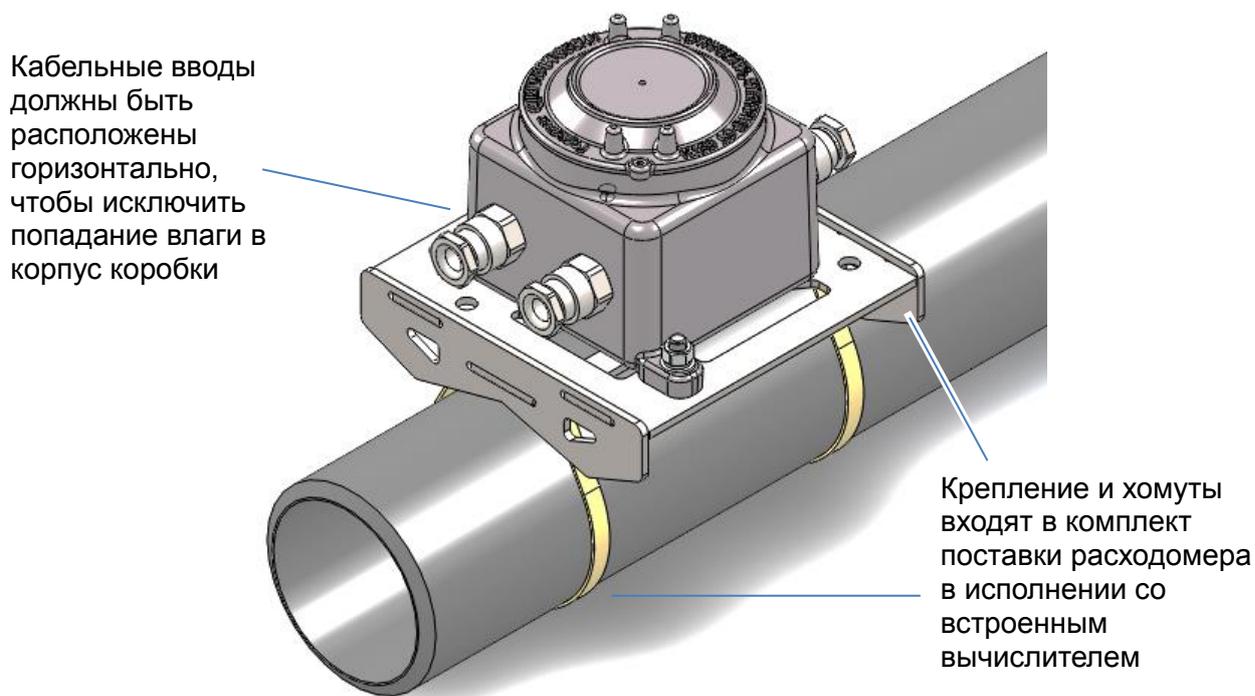


Рисунок 2.8 – Предлагаемое решение по установке клеммной коробки

Через кабельные вводы коммутационной коробки вводят кабели от датчиков и кабель для подключения к расходомеру. Коммутацию осуществляют с помощью клеммников, находящихся внутри коробки в соответствии со схемой на рисунке В..

2.3.5 Если температура окружающей среды в процессе эксплуатации расходомера может отличаться от температуры измеряемого газа более чем на 40°C, то теплоизолируют корпус расходомера и участки измерительного трубопровода, как показано на рисунке 2.9.

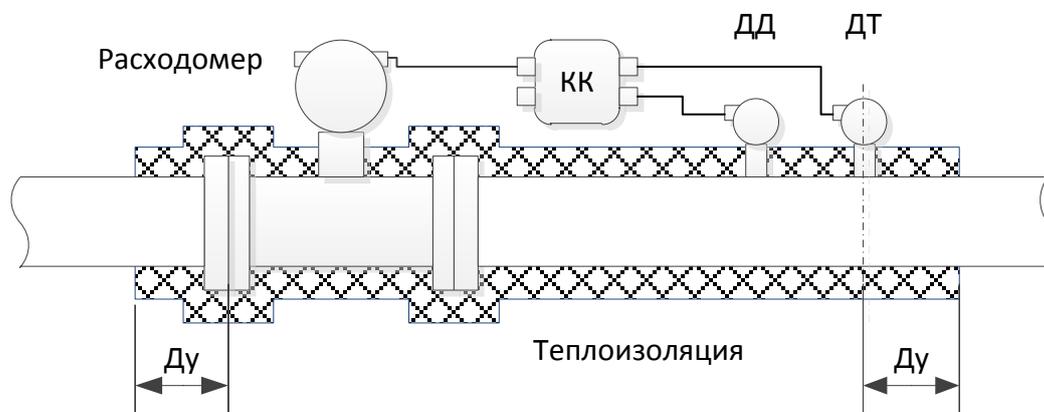


Рисунок 2.9 – Пример теплоизоляции корпуса расходомера и участков измерительного трубопровода

2.3.6 Электрические соединения расходомера с внешними устройствами выполняют согласно схеме подключений (Приложение В) с обязательным соблюдением требований ПУЭ к кабельным линиям и их монтажу при установке во взрывоопасных зонах классов В-1а, В-1б, В-1г.

2.3.7 Подключение кабелей выполняют в следующей последовательности:

1. Открутите винт стопора крышки и снимите стопор (рисунок 2.10);
2. Снимите крышку с корпуса электронного блока;
3. Пропустите концы кабелей через кабельные вводы внутрь корпуса электронного блока. Через каждый кабельный ввод может проходить только один кабель;
4. Подготовьте кабели к подключению, срезав оболочку и зачистив концы проводов;
5. Подключите кабели в соответствии со схемой подключения. Расположение клемм указано на рисунке Г.1.
6. Если для подключения используются экранированные кабели, подсоедините экранировки к винтам заземления внутри корпуса датчика (Рисунок Г.);
7. Затяните гайки кабельных вводов для уплотнения кабелей;

8. Если кабели помещены в металлические кабелепроводы, присоедините провода заземления кабелепроводов к клемме заземления на корпусе датчика (рисунок 2.10).

9. Поставьте на место крышку корпуса датчика и заверните до сжатия уплотнительного кольца;

10. Установите стопор крышки и закрутите винт стопора.

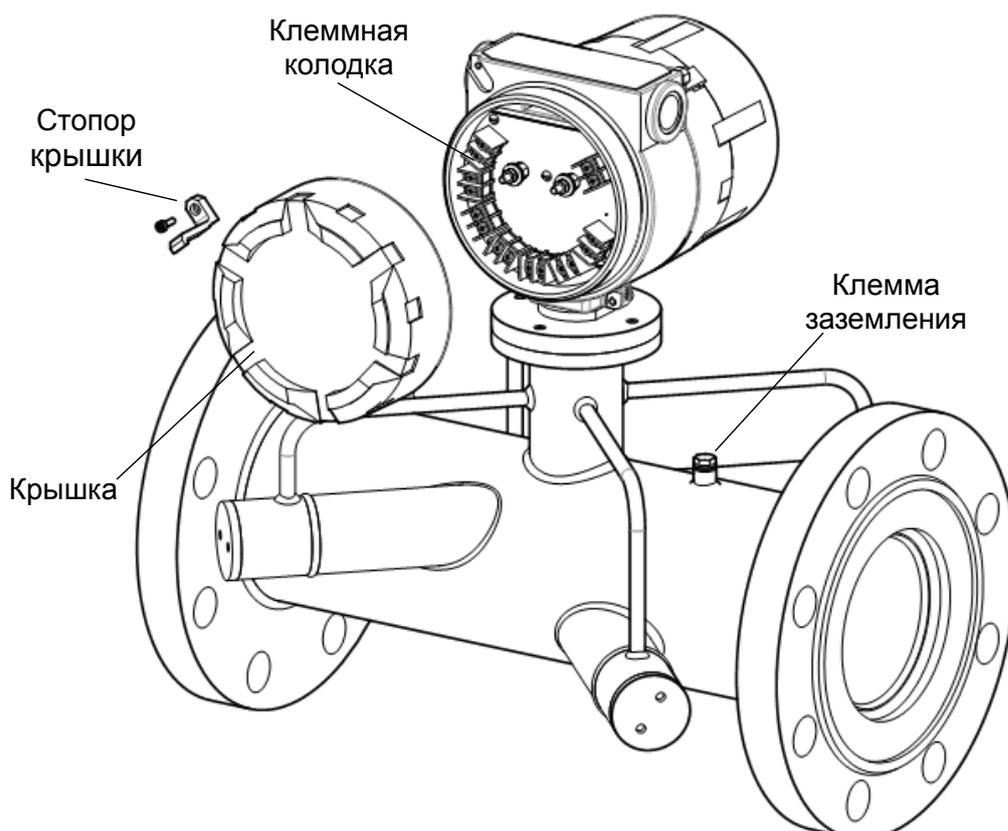


Рисунок 2.10 – Подключение кабелей к расходомеру

### 2.3.8 Поворот дисплея расходомера.

Дисплей расходомера можно поворачивать на  $\pm 90^\circ$ . Также существует программная возможность поворота изображения на  $180^\circ$ .

#### **ВНИМАНИЕ!**

Снятие крышки дисплея при включенном питании во взрывоопасной атмосфере может привести к взрыву. Запрещается снимать крышку дисплея во взрывоопасной атмосфере при включенном питании любой из цепей, подключенных к расходомеру.

**ВНИМАНИЕ!**

Применение сухой ткани для очистки крышки дисплея может привести к возникновению разряда статического электричества, что во взрывоопасной атмосфере может вызвать взрыв. Во взрывоопасной атмосфере для очистки крышки дисплея разрешается использовать только влажную ткань.

Для поворота дисплея расходомера выполните следующие процедуры:

1. Снимите стопор крышки, вывернув удерживающий винт (рисунок 2.11);
2. Отверните крышку дисплея для снятия ее с корпуса;
3. Ослабьте винты дисплея, придерживая на месте модуль;
4. Поверните модуль дисплея в требуемое положение;
5. Затяните винты дисплея;
6. Поместите крышку дисплея на корпус и заверните ее до полного уплотнения.
7. Установите стопор крышки, вставив и затянув винт.

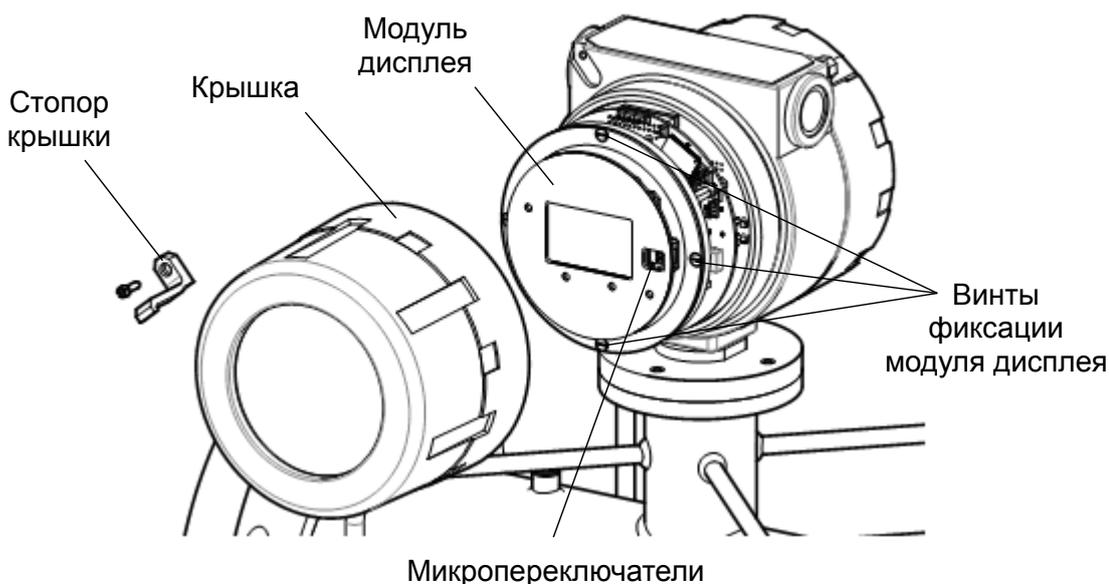


Рисунок 2.11 – Компоненты дисплея расходомера

## 2.4 Включение и настройка

Для подготовки расходомера к эксплуатации рекомендуется следующая последовательность действий:

- 1) Включить питание;
- 2) Убедиться в наличии индикации, работе кнопок (п. 3.3 );
- 3) Качество сигнала должно быть 100 %, индикатор состояния должен светиться зелёным (п. 3.2 ). При наличии расхода, близкого к ВПИ расходомера, допускается снижение качества сигнала. Минимальным допусковым значением является 30 %. При меньшем качестве сигнала устанавливается соответствующая ошибка процесса. Наличие ошибки процесса может отражаться на выходных сигналах (п. 3.9 );
- 4) При необходимости настроить отсечку (п. 3.13.1 );
- 5) Для расходомеров исполнения I (со встроенным вычислителем): настроить измерение температуры и давления (п. 3.14 );
- 6) Для расходомеров исполнения I: настроить измерение расхода, приведённого к стандартным условиям (п. 3.15 );
- 7) Для расходомеров исполнения I: если требуется измерение теплоты сгорания, то выполнить соответствующие настройки (п. 3.16 );
- 8) Если требуется функция счётчика, то настроить сумматоры (п. 3.17 );
- 9) Настроить выходные сигналы (п. 3.9 )
- 10) При необходимости настроить связь по Modbus (п. 3.7 )
- 11) Настроить индикацию на главном экране (п. 3.3.2 )
- 12) При необходимости настроить дискретные входы (п. 3.10 );
- 13) При необходимости настроить защиту паролем (п. 3.5 ).

### 3 Использование по назначению

#### 3.1 Описание функционирования

3.1.1 Структурные схемы расходомера для исполнений W, I приведены в п. 1.2.4 . Преобразователи электроакустические П1..П4 излучают и принимают ультразвуковые импульсы.

Измерительный модуль преобразует электрические сигналы, поступающие от пьезоэлементов, в первичные данные о потоке;

##### Модуль процессора

Функции модуля процессора перечислены ниже;

Дисплей служит для отображения информации;

Сенсорные кнопки служат для управления расходомером с помощью экранного меню;

Токовый выход формирует гальванически изолированный токовый выходной сигнал;

Импульсный выход формирует гальванически изолированный импульсный выходной сигнал;

Частотный выход (1, 2) формирует гальванически изолированный частотный выходной сигнал;

Статусный выход (1, 2, 3) формирует выходной сигнал в соответствии с заданным условием;

Дискретный вход (1, 2) служит для выполнения определённых действий при обнаружении соответствующих событий на входе;

RS485 служит для связи модуля процессора с внешними устройствами по интерфейсу RS485.

##### **Функции модуля процессора:**

1. Обработка первичных данных от измерительного модуля. Результатом обработки является объёмный расход газа в рабочих условиях, скорость потока среды и скорость звука в измеряемой среде, а также диагностическая информация;

2. Корректировка результатов измерения в соответствии с калибровками;

3. Накопление значений измеряемых параметров в сумматорах;

4. Управление частотными/статусными и токовым выходами в соответствии с их настройками;

5. Обработка управляющих воздействий на входы в соответствии с настройками входов;
6. Хранение в энергонезависимой памяти настроек и показаний сумматоров;
7. Индикация режима работы расходомера с помощью индикаторов на лицевой панели; вывод информации об измеряемых величинах и ошибках в работе на встроенный дисплей;
8. Предоставление возможности настраивать параметры работы через меню с использованием дисплея и кнопок на лицевой панели;
9. Обеспечение обмена данными с ПК или вторичной аппаратурой по протоколу Modbus через интерфейс RS485 или по протоколу HART через токовый интерфейс (4-20 мА).

### **Параметры работы**

Все данные, которые влияют на работу расходомера или представляют результаты измерений и которые доступны пользователю, называются *параметрами* (в этом документе и других эксплуатационных документах на расходомер). Значения параметров могут быть прочитаны и отредактированы (некоторые параметры доступны только для чтения) с помощью экранного меню и по протоколу Modbus. Описание параметров представлено в документе 3068.00.00.000 ИС1 "Расходомер-счётчик газа ультразвуковой ЭЛМЕТРО-Флоус. Сведения для автоматизации."

### **Способы конфигурирования**

Предусмотрены следующие возможности для настройки и управления работой расходомера:

#### **1. Дисплей и кнопки, расположенные на лицевой панели модуля процессора.**

Дисплей позволяет просматривать результаты измерений и расчетов, информацию о состоянии расходомера и процесса измерения, информацию об ошибках. Также с помощью кнопок можно настраивать параметры работы расходомера;

#### **2. Сервисное ПО**

В комплекте с расходомером поставляется сервисная программа, которая позволяет получать данные о процессе измерения, конфигурировать расходомер и управлять его работой по протоколу Modbus через интерфейс RS485;

### 3. Микрореле

С помощью микрореле можно заблокировать работу с кнопками расходомера и заблокировать изменение данных расходомера по протоколу Modbus. Подробнее о микрореле см. п. 3.11

#### 3.2 Лицевая панель

На лицевой панели расположены элементы управления и контроля работы расходомера.

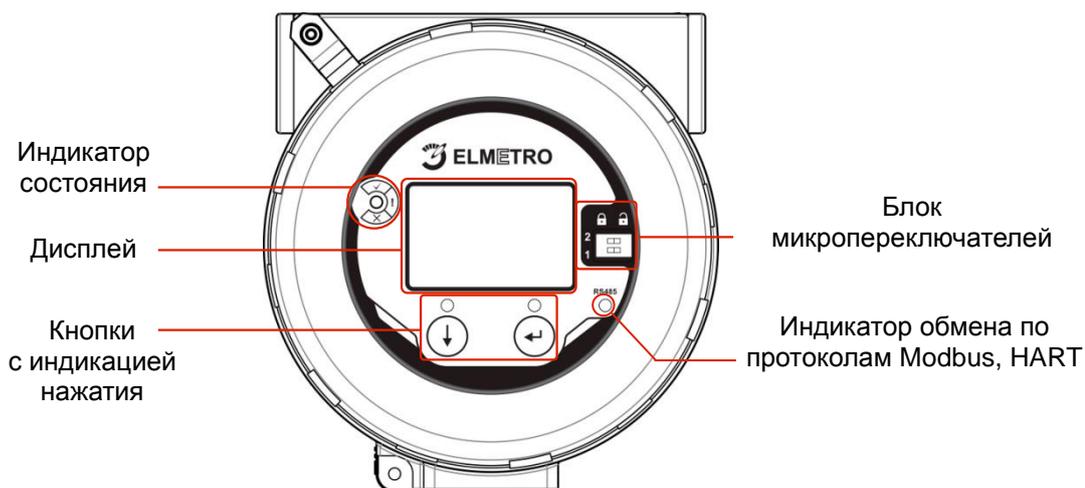


Рисунок 3.1 – Лицевая панель расходомера

#### 3.3 Дисплей и кнопки

Дисплей позволяет просматривать результаты измерений и расчётов, информацию о состоянии расходомера и процесса измерения, информацию об ошибках. Дисплей также служит для отображения меню, с помощью кнопок можно настраивать параметры работы расходомера.

В режиме Главного экрана дисплей функционально разделен на три части: Поле 1, Поле 2 и статусная строка (Рисунок 3.4). Поля 1 и 2 предназначены для отображения текущих значений измеряемых параметров. Эти поля могут быть настроены. В статусной строке выводится информация о состоянии расходомера и процесса измерения.

Также на передней панели находятся кнопки для навигации по основному меню и меню сумматоров.

### 3.3.1 Назначение кнопок в различных режимах

Кнопки служат для входа в основное меню и в меню сумматора, выхода из меню, навигации по этим меню и редактирования значений параметров. Нажатие на кнопку сопровождается зажиганием светодиода, расположенного над кнопкой.

#### **ВНИМАНИЕ!**

Сенсорные кнопки чувствительны к чистоте стекла на лицевой панели. В процессе эксплуатации стекло может покрываться росой, инеем и т.д. Для обеспечения работы кнопок в текущих условиях регулярно производится процедура адаптации кнопок. Процедура запускается каждые 30 секунд в периоды времени, когда пользователь не нажимает кнопки. В момент адаптации индикатор состояния однократно мигает. Если пользователь нажимает кнопку в момент адаптации, клавиатура может оказаться временно неработоспособной. Это выражается в несоответствии нажатия и индикации нажатия. Чтобы восстановить работу кнопок необходимо в течение 30 секунд не нажимать на кнопки.

#### **Функции кнопок в различных режимах:**

##### 1. Вход в основное меню

Для входа в меню в режиме главного экрана нажмите и удерживайте две кнопки

 +  в течение 2 секунд, затем отпустите кнопки и однократно нажмите кнопку  ;

##### 2. Вход в меню сумматора

Для входа в меню в режиме главного экрана нажмите и удерживайте две кнопки

 +  в течение 2 секунд, затем отпустите кнопки и однократно нажмите кнопку  ;

##### 3. Выход из меню

Процедура аналогичная входу в основное меню. Находясь в меню, нажмите и удерживайте две кнопки  +  в течение 2 секунд, затем отпустите кнопки и однократно нажмите кнопку  ;

#### 4. Навигация по меню

При навигации по меню кнопка  используется для перехода к следующему элементу в списке, кнопка  служит для входа в соответствующий пункт меню. Для возврата на предыдущий уровень меню, установите маркер на пункт "Назад" и нажмите кнопку .

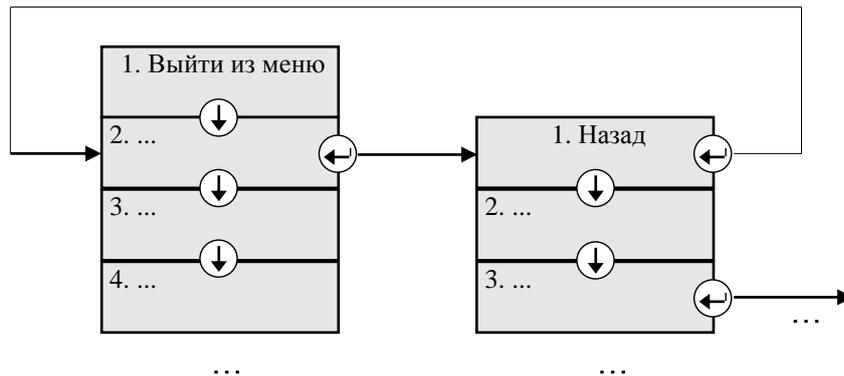


Рисунок 3.2 – Принцип навигации по меню

#### 5. Редактирование значения параметра

Значение параметра может быть задано двумя способами: выбор из списка возможных значений или ввод числового значения (для каждого параметра определен один способ задания).

При выборе значения из списка логика работы такая же как при навигации по меню. Чтобы отказаться от изменения текущего значения параметра, выберите пункт "Назад".

При вводе числового значения объектами редактирования являются цифры в десятичных разрядах числа и десятичный разделитель (точка). Объект редактирования может находиться в выбранном состоянии и в не выбранном. В выбранном состоянии объект подсвечивается мигающим маркером.

Когда объект редактирования не выбран, кнопка  служит для циклического перебора объектов, а также кнопок<sup>2</sup> "Выход" и "Записать". Когда в качестве объекта редактирования выбран десятичный разряд, кнопка  служит для приращения значения до 9 и далее в 0; когда в качестве объекта редактирования выбран десятичный разделитель, кнопка  служит для перемещения точки.

<sup>2</sup> Здесь и далее термин «кнопка» будет применяться как к физическим кнопкам на передней панели расходомера, так и к элементам ввода на дисплее с соответствующей функциональностью.

Когда объект редактирования не выбран, кнопка  служит для выбора объекта. Когда объект редактирования выбран, кнопка  служит для подтверждения изменения значения в десятичном разряде или положения точки. Далее объект становится не выбранным.

Если маркер находится на кнопке "Выход", нажатие на кнопку  отменяет все изменения и происходит возврат в меню.

Если маркер находится на кнопке "Записать", нажатие на кнопку  сохраняет значение параметра в памяти<sup>3</sup>. Далее происходит возврат в меню.

---

<sup>3</sup> Значение записывается в ОЗУ, а для некоторых параметров также сохраняется в ПЗУ.

Пример редактирования параметра:

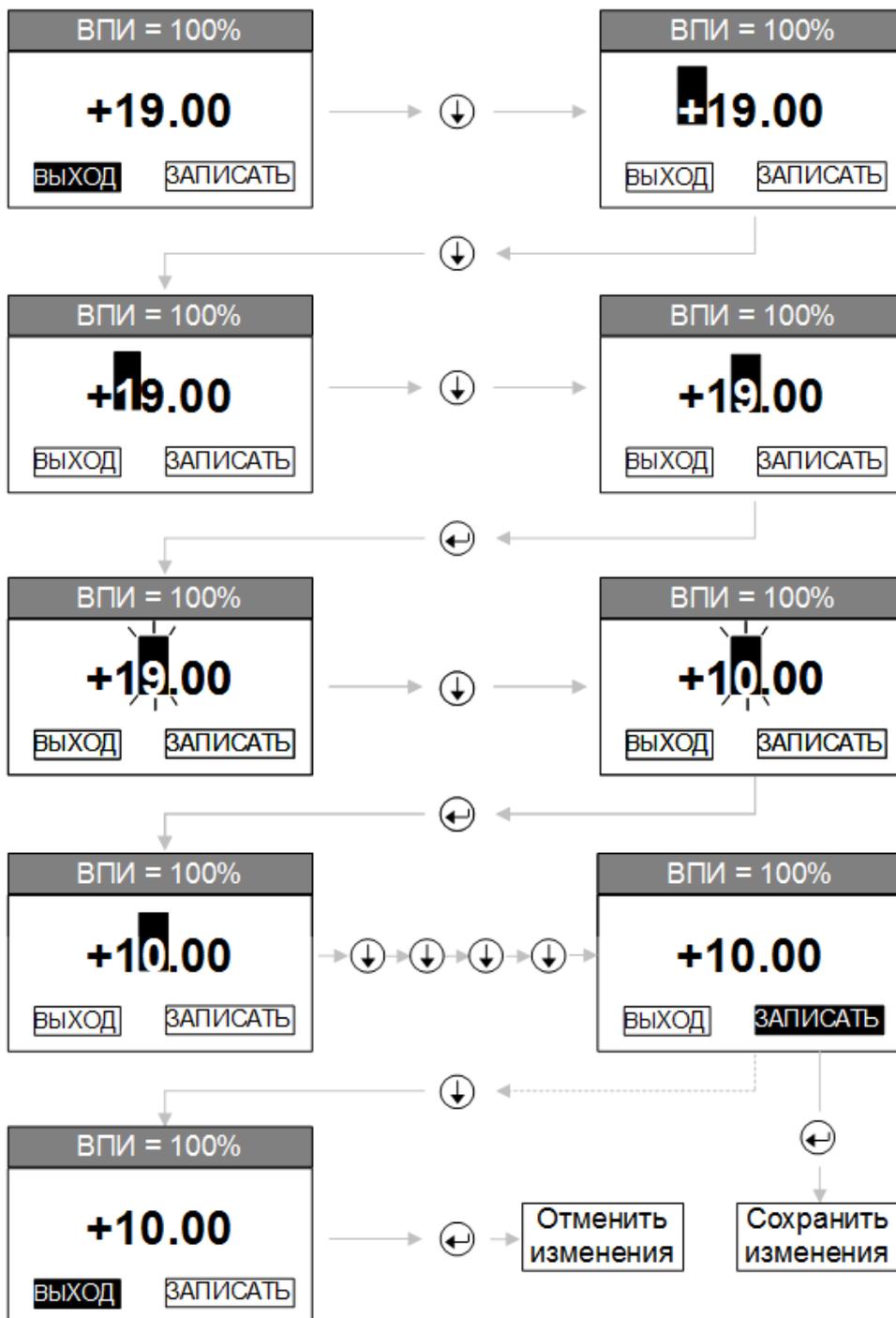


Рисунок 3.3 – Редактирование значения параметра

**Заметка:**

Далее в тексте символ «→» означает нажатие на кнопку , т.е. переход во вложенное меню, название пунктов меню заключается в квадратные скобки «[ ]». Первым пунктом всех путей в меню является пункт главного меню.

### 3.3.2 Главный экран

Главный экран является основным режимом индикации на дисплее. В этом режиме экран разделен на три части: Поле 1, Поле 2 и статусная строка.

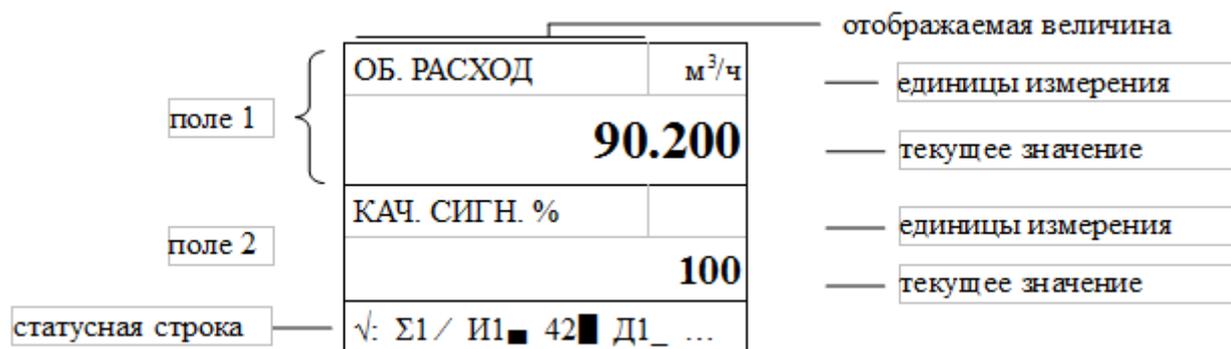


Рисунок 3.4 – Главный экран

#### Поле 1 и Поле 2

В каждом поле отображаются текущие значения и единицы измерения одного или двух измеряемых параметров. Если настроено отображение двух параметров, переключение между ними происходит с интервалом 10 секунд.

Пользователь может выбрать *величину* для отображения в поле, *единицы измерения* и количество знаков после запятой (*формат*). Это можно сделать:

- с помощью экранного меню: «Обслуживание → Настройка дисплея»;
- с помощью сервисной программы: «Настройка дисплея».

В случае отображения процентных полей («Об. расход в %»), необходимо также указать значение величины, которое будет принято за 100%.

#### Для настройки используются параметры:

Поле 1

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4.Обслуживание] → [3.Настройка дисплея] → [3.Поле 1] →			
<i>величина</i>	«2. Назн.:»	выбор параметра для отображения	F1_Assign
<i>формат</i>	«3. Формат:»	формат вывода числа	F1_Format
<i>единицы измерения</i>	«4. Единицы:»	единицы измерения для параметра F1_V100	F1_Unit
	«5. ВПИ=100%:»	значение, которое принимается за 100% для относительных величин	F1_V100

### Статусная строка

В статусной строке выводится информация о состоянии расходомера и процессе измерения.



Рисунок 3.5 – Пример статусной строки при отсутствии ошибок и предупреждений

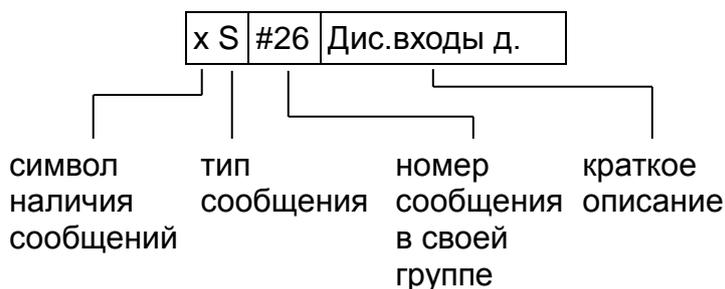


Рисунок 3.6 – Пример статусной строки при наличии ошибок или предупреждений

В крайней левой позиции расположен индикатор состояния расходомера. Возможны три варианта индикатора:

- «√» – нормальное состояние, ошибки и предупреждения отсутствуют;
- «!» – есть предупреждения, ошибки отсутствуют;
- «x» – есть ошибки, возможно, есть и предупреждения.

Остальная часть строки различается для двух режимов:

1. При отсутствии сообщений об ошибках и предупреждений выводится информация о состоянии устройств. Сообщение состоит из обозначения устройства и индикатора состояния. Устройства выводятся в следующем порядке, указанном в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Информация о состоянии устройств

№	Обозначение	Устройство	Индикатор
1	Σ1	Сумматор 1	«пропеллер», вращается, когда сумматор включен и активен, стоит на месте, когда сумматор включен и остановлен
2	Σ2	Сумматор 2	----- «» -----
3	Ч1	Выход1 – частотный режим	вертикальный барограф, высота пропорциональна частоте на выходе

№	Обозначение	Устройство	Индикатор
	С1	Выход1 – статусный режим	«_» – соответствует логическому нулю, «■» – логической единице
4	Ч2	Выход2 – частотный режим	вертикальный барограф, высота пропорциональна частоте на выходе
	С2	Выход2 – статусный режим	«_» – соответствует логическому нулю, «■» – логической единице
5	С3	Выход3	«_» – соответствует логическому нулю, «■» – логической единице
6	42	Токовый выход	вертикальный барограф, высота пропорциональна току на выходе
7	Д1	Дискретный вход 1	«_» – соответствует логическому нулю, «■» – логической единице
8	Д2	Дискретный вход 2	«_» – соответствует логическому нулю, «■» – логической единице

Если для выхода или сумматора в качестве назначения указано «Не используется», информация о нем не выводится. Если информация обо всех устройствах не помещается в одну строку, в конце первой строки ставится «...» и через 8 секунд отображается вторая строка, в начале которой стоит «...». Через 8 секунд снова отображается первая строка и т.д.;

2. При наличии ошибок или предупреждений в статусной строке отображается по одному сообщению в порядке уменьшения значимости. Подробную информацию о сообщениях см. в Приложение Е.

Находясь на главном экране, пользователь может попасть в главное меню и меню сумматора, пользуясь кнопками. Порядок действий приведен в п. 3.3.1 настоящего Руководства.

### 3.3.3 Главное меню

С помощью главного меню пользователь может изменить основную часть параметров работы расходомера, выполнить калибровку нуля и калибровку токового выхода. Инструкцию по работе с меню смотри в п. 3.4 . Описание параметров, доступных через меню приведено в документе 3068.00.00.000 ИС1 "Расходомер-счётчик газа ультразвуковой ЭЛМЕТРО-Флоус. Сведения для автоматизации."

### 3.4 Инструкция по работе с главным меню

#### Заметка:

- Инструкцию по работе с клавиатурой смотри в п. 3.3.1 данного руководства;
- Описание структуры меню смотри в Приложение Д.

Главное меню имеет древовидную структуру. Структура состоит из внутренних и конечных узлов. Каждому узлу соответствует пункт меню. Конечные узлы представляют параметры (см. описание параметров). Конечные узлы бывают двух видов: для индикации значения параметра и для редактирования значения. Если конечный узел предназначен для индикации значения, при установке маркера на соответствующий пункт меню, он выделяется рамкой, если конечный узел предназначен для редактирования параметра, пункт меню выделяется инверсным полем, также как пункты, соответствующие внутренним узлам. Значения в пунктах меню, предназначенных для индикации, обновляются автоматически с интервалом 0,5 секунды.

Об. расх.: 2.001		4. Обнулить показания		2. Ед. об.р.: м <sup>3</sup> /ч
Только для индикации		Только для редактирования		Для индикации и редактирования

Рисунок 3.7 – Выделение пунктов меню в зависимости от выполняемой функции.

Чтобы изменить значение некоторого параметра, необходимо найти соответствующий конечный узел в структуре дерева и мысленно составить к нему путь через внутренние узлы. Для входа в меню надо нажать одновременно кнопки  +  и удерживать в течение 2 секунд, затем отпустить кнопки и однократно нажать кнопку . Далее, осуществляя навигацию по меню, необходимо выбрать конечный узел для редактирования соответствующего параметра. В зависимости от типа параметра будет предложено выбрать значение из списка возможных или отредактировать числовое значение. Новое значение можно сохранить или отменить изменения. Далее можно выйти из меню на Главный экран или продолжить навигацию по меню. Выход из меню осуществляется аналогично входу: надо нажать одновременно кнопки  +  и удерживать в течение 2 секунд, затем отпустить

кнопки и однократно нажать кнопку . Также можно выбрать пункт «1. Выйти из меню» на первом уровне главного меню.

**Заметка:**

- Изменение некоторых параметров может влиять на структуру меню в соответствии с выбранным значением;
- Расходомер продолжает выполнять все свои функции в процессе редактирования меню.

**ВНИМАНИЕ!**

Вход в главное меню может быть заблокирован с помощью микропереключателя. Если микропереключатель 2 находится в положении «ON», вход в меню будет заблокирован, на дисплее высветится сообщение «Вход в меню запрещен! Аппаратная защита». Для разрешения входа в меню, переведите микропереключатель 2 в положение «OFF».

### 3.5 Защита паролем

Для защиты параметров прибора от несанкционированного изменения может быть установлена защита паролем. В случае её применения становится невозможным изменение каких-либо параметров измерения и вычисления без ввода корректного пароля.

Для каждого прибора корректных паролей два: установленный пользователем и установленный при изготовлении прибора (мастер-пароль). В качестве пароля используется комбинация из 4 цифр от 0001 до 9999.

**ВНИМАНИЕ!**

Установка пароля 0000 расценивается как сброс пароля, т.е. защита паролем отсутствует.

#### 3.5.1 Работа при отсутствии защиты паролем

Если защита паролем не установлена, пользователь имеет полный доступ к редактируемым параметрам, как через экранное меню, так и по протоколу Modbus. Также доступна установка пароля и осуществляется она только через экранное меню.

### 3.5.2 Работа при установленной защите паролем

Если защита паролем установлена, но пароль введен некорректно, пользователь может только просматривать любые параметры. Для получения доступа к редактированию необходимо ввести любой из двух корректных паролей.

#### 3.5.2.1 Работа при установленной защите паролем через экранное меню

Если защита паролем установлена, при входе в меню пользователю будет предложено ввести пароль. Если ввести его некорректно (либо оставить 0000), будет выдано соответствующее предупреждение, затем осуществлен вход в меню. Однако изменение каких-либо параметров будет запрещено, а функция редактирования пароля – скрыта. Для внесения изменений необходимо выйти на главный экран прибора и снова войти в меню, введя при этом корректный пароль.

#### 3.5.2.2 Работа при установленной защите паролем через Modbus

Если защита паролем установлена, пользователь при подключении сможет считывать значения из любых доступных регистров. Однако при попытке записи будет возвращаться ошибка “WRITE PROTECT”.

Для редактирования необходимо записать в параметр EnteredPassword корректный пароль (редактирование данного параметра не будет запрещено).

### 3.5.3 Установка защиты паролем, редактирование и сброс пароля

Установка и редактирование пароля осуществляется исключительно через экранное меню.

Чтобы включить защиту паролем необходимо установить любой пользовательский пароль отличный от 0000.

Чтобы снять защиту паролем необходимо либо воспользоваться функцией “Сбросить пароль” в меню, либо вручную установить пользовательский пароль 0000.

#### **Заметка:**

- Любое редактирование относится только к пользовательскому паролю, мастер-пароль устанавливается при изготовлении расходомера и может быть изменен только производителем.

## 3.6 Сообщения

#### **Заметка:**

- Инструкцию по работе с клавиатурой смотри в п. 3.3.1 данного руководства;
- Описание структуры меню смотри в Приложение Д.

### 3.6.1 Классификация сообщений

Сообщения классифицируются по двум признакам: по происхождению и по степени важности.

**По происхождению** сообщения подразделяются на два вида:

1. Системные сообщения — это сообщения, связанные с функционированием программного и аппаратного обеспечения расходомера;
2. Сообщения процесса — это сообщения, связанные с параметрами измеряемого процесса.

**По важности** сообщения подразделяются на два вида:

1. Ошибки — это сообщения о событиях, которые привели к тому, что расходомер не может представлять достоверное значение одной или нескольких измеряемых величин;
2. Предупреждения — это сообщения, которые говорят о том, что показания расходомера по одному или нескольким выходным сигналам не соответствуют реальным параметрам измеряемого процесса (например, режим симуляции).

В соответствии с этим:

«Системные ошибки» — это события, которые связаны с функционированием программно-аппаратного комплекса, и наступление которых приводит к невозможности определять и передавать правильные значения основных измеряемых параметров (объемный расход и т.д.);

«Ошибки процесса» — это сообщения о выходе параметров процесса за допустимые пределы, вследствие чего не могут быть получены достоверные значения измеряемых величин;

«Системные предупреждения» говорят о том, что некоторые функции расходомера не выполняются штатным образом. Например, выход вместо отображения расхода работает в режиме симуляции или нарушена работа дисплея. Однако, основная функция датчика — измерение расхода — выполняется;

«Предупреждения процесса» говорят о том, что показания расходомера могут быть недостоверными вследствие выхода параметров процесса за допустимые пределы.

Полный классифицированный перечень сообщений с описанием каждого сообщения представлен в Приложение Е.

**Заметка:**

В ряде случаев «системная ошибка» может быть следствием особых условий работы расходомера (например, в момент включения питания).

**3.6.2 Отображение**

Сообщения отображаются на дисплее в главном экране (п. 3.3.2 , Рисунок 3.44) и с помощью статусного светодиода (Рисунок 3.4). В статусной строке отображается по одному сообщению. Порядок следования сообщений определяется:

1. Группой, в соответствии с классификацией (п. 3.3.2 );
2. Внутри одной группы сообщения выводятся в порядке возрастания номера сообщения (Приложение Е).

Сообщение отображается в статусной строке до тех пор, пока не будет устранена причина, вызвавшая сообщение.

Порядок следования групп при выводе сообщений:

1. Ошибки системы;
2. Ошибки процесса;
3. Предупреждения системы;
4. Предупреждения процесса.

Наличие ошибок сигнализируется зажиганием статусного светодиода красным цветом. Наличие только предупреждений – желтым.

**Формат сообщения в статусной строке**

Пример сообщения: «× S #XX Связь с ИМ»



**Класс важности:**

- «×» – Ошибка;
- «!» – Предупреждение.

**Происхождение:**

- «S» – системное сообщение;
- «P» – сообщение процесса.

**Номер в группе** служит для поиска сообщения в перечне (Приложение Е).

**Краткое описание** соответствует наименованию сообщения (Приложение Е).

Весь список активных сообщений можно считать по протоколу Modbus. Для этого необходимо прочитать параметры CommonNotice, Notice1, Notice2,..., Notice8. Параметр CommonNotice содержит информацию об общем количестве сообщений и их типах. Если количество сообщений больше нуля, то параметры Notice1.. Notice8 содержат информацию о сообщениях.

Формат параметра CommonNotice:

бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
назн.	–	–	–	–	–	–	–	–	СО	СП	ОП	ПП	Н	Н	Н	Н

Бит0..бит3 – общее количество сообщений об ошибках (до 8);

Бит4..бит7 – флаги наличия сообщений определенного типа:

- ПП – предупреждение процесса;
- ОП – ошибка процесса;
- СП – системное предупреждение;
- СО – системная ошибка

могут быть установлены в любом сочетании.

Бит8..бит15 – не используются.

Формат параметров Notice1.. Notice8:

бит	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
назн.	СО	СП	ОП	ПП	–	–	–	–	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н

Бит0..бит7 – индекс сообщения в таблице заголовочного файла, на 1 меньше, чем номер сообщения в своей группе в перечне сообщений (Приложение Е);

Бит8..бит11 – не используются;

Бит12..бит15 – флаг типа сообщения, всегда установлен один из четырех.

### 3.7 Связь по Modbus

#### 3.7.1 Технология Modbus

Modbus — коммуникационный протокол, основанный на архитектуре «клиент-сервер». Широко применяется в промышленности для организации связи между электронными устройствами. Может использоваться для передачи данных по последовательным линиям связи RS485, RS422, RS232, а также сети TCP/IP (Modbus TCP). В расходомере используется линия связи RS485.

Все устройства в сети Modbus разделяются на два типа:

- Ведущие устройства (клиенты)

Ведущие устройства (например, компьютер) инициируют передачу данных по линии связи;

- Ведомые устройства (серверы)

Ведомые устройства (в данном случае, расходомер) не могут самостоятельно начинать транзакцию. Они передают данные, запрашиваемые главным устройством, или производят запрашиваемые действия.

#### **Заметка:**

Обычно в сети Modbus есть только одно ведущее устройство и несколько ведомых (рисунок 3.8).

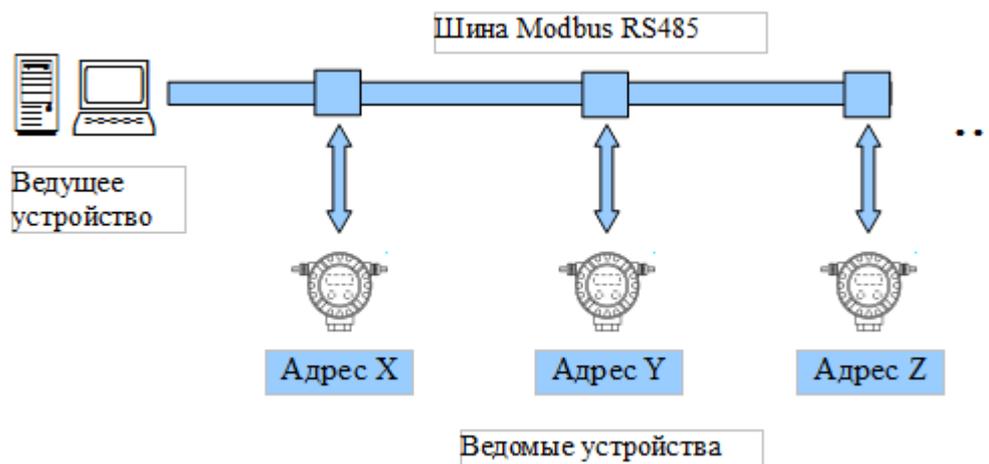


Рисунок 3.8 – Схема сети Modbus RS485.

Ведущее устройство может обращаться к ведомым двумя способами:

- Запрос

Ведущее устройство отправляет пакет только одному подчиненному устройству и ожидает ответа от него. Для этого в пакете указывается индивидуальный адрес ведомого устройства в сети Modbus;

- Широковещательное сообщение

Используя адрес 0 (широковещательный адрес), ведущее устройство отправляет сообщение всем ведомым устройствам в сети. Ведомые устройства выполняют команду, но не отправляют ответ ведущему. Широковещательные запросы разрешены только для команд записи.

### 3.7.2 Пакет данных Modbus

Ведущее устройство инициирует обмен данными, посылая запрос ведомым. После получения запроса ведомое устройство, которому адресован запрос (в случае широковещательного запроса — все ведомые устройства), выполняет необходимые действия, и в том случае, если это не широковещательный запрос, ведомое устройство отправляет ответ.

Данные между ведущим и ведомым устройствами передаются пакетами. Пакет запроса от ведущего устройства содержит следующие поля:

Адрес ведомого устройства	Код функции	Данные	Контрольная сумма
1 байт	1 байт	N байт	2 байта

- Адрес ведомого устройства

Доступные адреса ведомых устройств от 1 до 247.

Адрес 0 используется для широковещательного запроса всем ведомым устройствам;

- Код функции

Код функции определяет одну из операций чтения, записи или управления, которая должна быть выполнена ведомым устройством.

Список доступных для расходомера кодов функций смотри в п. 3.7.3 данного руководства;

- Данные

Набор данных зависит от кода функции и может включать:

- Начальный адрес регистра;
- Количество регистров;
- Данные для чтения / записи;
- Длина данных;
- и др.;

- Контрольная сумма (CRC16)

Контрольная сумма вычисляется от остальной части пакета и служит для контроля целостности данных на приемной стороне.

Если запрос выполнен успешно, ответный пакет содержит такой же набор полей, как и запрос, содержимое полей «Адрес ведомого устройства» и «Код функции» повторяет запрос, содержимое поля «Данные» зависит от кода функции. Если во время обработки запроса произошла ошибка, код функции содержит в старшем бите единицу, а поле данных состоит из одного байта — кода исключения Modbus. Список кодов исключения Modbus смотри в п. 3.7.7 данного руководства. Любой пакет защищается контрольной суммой.

Ведущее устройство может послать другой запрос только после получения ответа от ведомого устройства или по истечении таймаута<sup>4</sup> (таймаут ответа или таймаут обработки широковещательного запроса). Длительность таймаута определяется на ведущем устройстве и зависит от времени ответа ведомого устройства.

**Заметка:**

Таймаут ответа расходомера составляет 100 мс. Таймаут обработки широковещательного запроса также составляет 100 мс.

### 3.7.3 Коды функций Modbus

Код функции определяет одну из операций чтения, записи или управления, которая должна быть выполнена ведомым устройством. Расходомер поддерживает следующие функции Modbus:

Код функции	Имя в соответствии со спецификацией Modbus	Описание
0x03	READ HOLDING REGISTERS	Читает один или больше регистров ведомого устройства. Одной командой можно запрашивать от 1 до 125 последовательных регистров. <i>Применение:</i> чтение текущего значения измеряемых величин и пр.

<sup>4</sup> Таймаут – максимальная задержка.

Код функции	Имя в соответствии со спецификацией Modbus	Описание
0x06	WRITE SINGLE REGISTER	Служит для записи значения одного регистра. <i>Применение:</i> запись значений параметров, имеющих целый тип
0x10	WRITE MULTIPLE REGISTERS	Записывает новые данные в регистры ведомого устройства. С помощью одного запроса может быть записано от одного до 120 регистров. <i>Применение:</i> запись значений параметров с плавающей запятой, запись нескольких параметров

Также в расходомере реализованы специальные функции:

Код функции	Имя	Описание
0xAC	COMMAND TO MM	Функция используется для обмена данными с измерительным модулем.
0xAF	RESET MM	Функция используется для программного сброса измерительного модуля.

Специальные функции применяются в сервисной программе расходомера и не должны использоваться вне сервисной программы.

**Заметка:**

Широковещательные запросы могут использоваться только с кодами функций 0x06 и 0x10.

**ВНИМАНИЕ!**

При использовании функций 0x06 и 0x10 для записи параметров, которые хранятся в энергонезависимой памяти, происходит запись новых значений в ПЗУ расходомера. Количество операций записи каждого параметра в ПЗУ технически ограничено одним миллионом. При дальнейших попытках записи может произойти потеря данных и нарушение работы расходомера. Поэтому необходимо внимательно настраивать работу по протоколу Modbus, чтобы избежать непрерывной циклической записи параметров, хранящихся в ПЗУ.

### 3.7.4 Задержка ответа

Максимальное время между окончанием отправки запроса ведущим устройством и началом отправки ответа расходомером составляет 100 мс. Типичное время ответа находится в интервале от 5 до 20 мс. Максимальное время, необходимое на обработку команды при широковещательном запросе, составляет 100 мс.

Если запрос содержал команду записи данных, которые хранятся в ПЗУ, то расходомер отвечает только после того, как выполнил запись данных в ПЗУ и проверку правильности записи. Если при записи данных в ПЗУ возникла ошибка, будет отправлен ответ, содержащий исключение 5.

### 3.7.5 Адреса регистров

Все данные в памяти расходомера, которые доступны пользователю через протокол Modbus или экранное меню, называются параметрами. Описание параметров смотри в документе 3068.00.00.000 ИС1 "Расходомер-счётчик газа ультразвуковой ЭЛМЕТРО-Флоус. Сведения для автоматизации.". Каждому параметру соответствует адрес регистра Modbus, указанный в таблице 1 указанного документа.

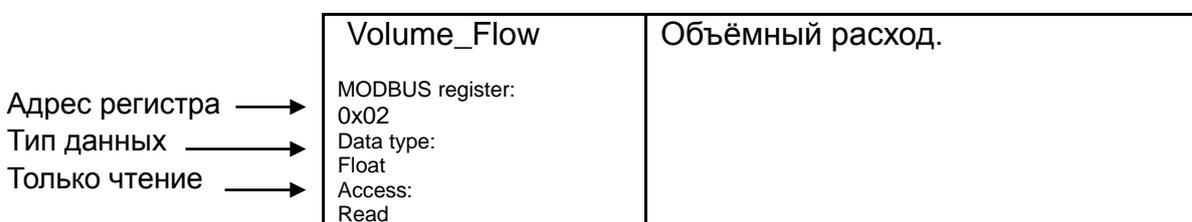


Рисунок 3.9 – Пример описания параметра из документа «Сведения для автоматизации»

### 3.7.6 Представление данных

Все параметры имеют один из следующих типов:

- **Целочисленный**

Длина данных два байта (один регистр)

Регистр N	
Байт 1	Байт 0
старший байт (MSB)	младший байт (LSB)

• **Вещественный** (с плавающей запятой, в соответствии со стандартом IEEE 754).

Длина данных четыре байта (два регистра)

Регистр N+1		Регистр N	
Байт 3	Байт 2	Байт 1	Байт 0
ЗЭЭЭЭЭЭЭ	ЭМММММММ	ММММММММ	ММММММММ

где М – мантисса;

Э – экспонента;

З – знак.

Тип данных параметра указан в описании параметров (смотри документ 3068.00.00.000 ИС1 "Расходомер-счётчик газа ультразвуковой ЭЛМЕТРО-Флоус. Сведения для автоматизации.").

#### Порядок следования байт в пакете

Для целочисленных параметров:

Первый байт	Второй байт
Регистр N	
Байт 1	Байт 0
старший байт (MSB)	младший байт (LSB)

Для вещественных параметров

Первый байт	Второй байт	Третий байт	Четвертый байт
Регистр N		Регистр N+1	
Байт 1	Байт 0	Байт 3	Байт 2
ММММММММ	ММММММММ	ЗЭЭЭЭЭЭЭ	ЭМММММММ

#### 3.7.7 Исключения Modbus

Одна из четырех ситуаций может иметь место при запросе ведущего к ведомому:

- Если ведомое устройство приняло запрос без коммуникационных ошибок и может нормально распознать запрос, оно **возвращает нормальный ответ**;

- Если ведомое устройство не приняло запрос, **ответ не возвращается**. Ведущее устройство ожидает ответа на запрос в течение определенного таймаута;

- Если ведомый принял запрос, но обнаружил коммуникационную ошибку (паритет, ошибка контрольной суммы), то **ответ не возвращается**. Ведущий ожидает ответа на запрос в течение определенного таймаута;

- Если ведомый принял запрос без коммуникационной ошибки, но не может выполнить затребованную функцию (например, чтение несуществующих регистров), ведомый **возвращает сообщение об ошибке** и её причинах.

Сообщение об ошибке состоит из следующих частей:

Адрес ведомого устройства	Код функции   0x80	Номер исключения	Контрольная сумма
1 байт	1 байт	1 байт	2 байта

| — означает операцию поразрядного «или».

Номер исключения показывает причину, по которой отправлено сообщение об ошибке.

Стандартные исключения, поддерживаемые расходомером (таблица 3.2).

Таблица 3.2

Номер исключения	Название	Описание
1	ILLEGAL FUNCTION	Принятый код функции не может быть обработан ведомым устройством
2	ILLEGAL DATA ADDRESS	Адрес данных, указанный в запросе недоступен данному ведомому
3	ILLEGAL DATA VALUE	Величина, содержащаяся в поле данных запроса является недопустимой величиной для ведомого
4	SLAVE DEVICE FAILURE	Номер регистра, указанный в запросе не используется в ведомом устройстве

Специальные исключения, поддерживаемые расходомером (таблица 3.3).

Таблица 3.3

Номер исключения	Название	Описание
5	WRITE PROTECT	Запись невозможна, т.к. расходомер находится в режиме защиты от записи
9	ERROR READING SIGNALS	Ошибка при чтении исходных сигналов

### 3.7.8 Настройка линии связи

Связь по протоколу Modbus с расходомером осуществляется по линии связи стандарта RS485. Стандарт EIA/TIA-485 предусматривает использование двух типов кабеля (А и Б) для организации линии связи. При работе с расходомером рекомендуется использовать кабель типа А.

Таблица 3.4 – Рекомендуемые характеристики кабеля

Параметр	Значение
Импеданс	от 135 до 165 Ом при измерении на частоте от 3 до 20 МГц
Ёмкость	не более 30 пФ/м
Сечение	не менее 0,34 мм <sup>2</sup>
Тип кабеля	витая пара
Сопrotивление петли	не более 110 Ом/км
Затухание сигнала	не более 9 дБ по всей длине кабеля
Экранирование	медное плетение или плетение и экран из фольги

Обратите внимание на следующие замечания:

- При использовании кабеля типа А, при максимальной скорости передачи данных 115200 бит/с, максимальная длина линии связи (сегмента) составляет 1200 м;
- К одному сегменту сети может быть подключено не более 32 пользователей (ведущих и ведомых);
- К каждому сегменту с обоих концов должны быть подключены терминаторы (резистор номиналом 120 Ом);
- Длина сети или количество пользователей могут быть увеличены с применением повторителей.

Обмен информацией настраивается через экранное меню («Базовые функции → MODBUS RS-485») или по протоколу Modbus (в сервисной программе «Базовые функции → Modbus RS-485»). Доступными параметрами являются:

- Адрес в сети Modbus

Адрес указывается в каждом информационном пакете для идентификации ведомого устройства. Диапазон значений: от 1 до 247;

- Скорость передачи данных, кбит/с

Доступен ряд скоростей: 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, 115200;

- Чётность

Каждое информационное слово может быть снабжено битом чётности для обнаружения ошибок передачи данных. Доступные режимы: нет контроля, нечет, чёт.

**Заметка:**

При изменении параметров связи удаленно по протоколу Modbus, ответ на запрос расходомер отправляет в старом формате. Следующий запрос расходомера в новом формате.

**Для настройки используются параметры:**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [5. Базовые функции] → [7.MODBUS RS485] →			
<i>адрес</i>	«2. Адрес:»	Адрес расходомера в сети Modbus	DevAddr
<i>скорость</i>	«3. Скорость:»	Скорость передачи данных, индекс из ряда	BaudRate
<i>чётность</i>	«4. Четность:»	Включение/выключение контроля четности	Parity

### 3.8 Сервисная программа

Расходомер поставляется в комплекте с сервисной программой для ПК. Сервисная программа позволяет выполнять следующие действия:

- Считывать конфигурацию (содержит значения всех параметров) из расходомера и сохранять её в файл;
  - Записывать конфигурацию из файла в расходомер;
  - Производить настройку расходомера посредством изменения любых параметров, доступных для записи. Параметры сгруппированы по назначению в соответствии с экранным меню;
  - Просматривать текущие значения измеряемых величин; во время работы сервисной программы текущие значения сохраняются в файл ГГГГ\_ММ\_ДД.txt в подкаталоге «IndicatorLogs»;
  - Просматривать информацию о текущих ошибках расходомера;
  - Производить калибровку токового выхода с помощью специального мастера; также позволяет возвращать калибровочные коэффициенты к заводским значениям.
- Во время работы сервисная программа ведет протокол событий, который записывается в файл ГГГГ\_ММ\_ДД.txt в подкаталоге «Logs». События включают в себя:
- Изменение состояния подключения к расходомеру;

- Ошибки связи при обмене данными с расходомером;
- Результат (успех/ошибка) операций записи новых значений параметров
- и др.

Интерфейс программы может быть представлен на разных языках; переключение языков осуществляется через меню «Language».

За более подробными сведениями обращайтесь к «Инструкции по работе с сервисной программой ДРУ».

### 3.9 Выходные сигналы

Расходомер оснащён дискретными и токовым выходными сигналами. Количество дискретных выходов зависит от исполнения: I (со встроенным вычислителем) – 2 выхода, W (расход в рабочих условиях) – 3 выхода. Токовый выход всегда один. Каждый выход может быть выключен или включен. Выключить выход можно задав в качестве назначения «Не используется». Если указано другое назначение, то выход включен и может работать в нормальном режиме или в режиме симуляции. В режиме симуляции выход постоянно отображает заданное значение. Если не включен режим симуляции, выход работает в нормальном режиме, т.е. отображает *связанный параметр*. Если выход работает в нормальном режиме при возникновении состояния аварии расходомера, значение на выходе определяется параметром *аварийный режим*:

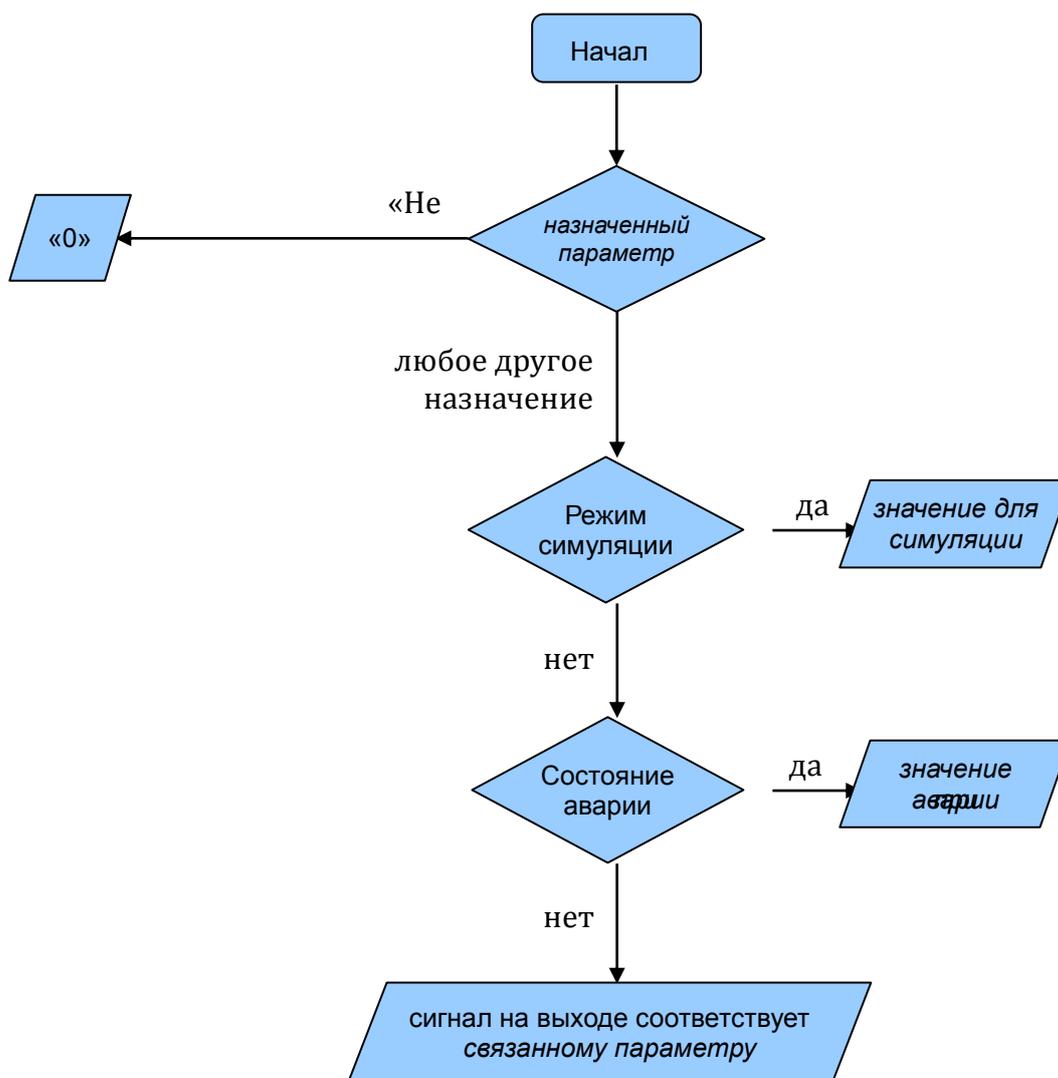


Рисунок 3.10 – Алгоритм формирования значения на выходе

### 3.9.1 Дискретные выходы

Для дискретных выходов доступны следующие режимы работы:

- Импульсный;
- Частотный;
- Статусный.

Дискретные выходы имеют пассивный тип и в каждый момент времени могут находиться в одном из двух состояний:

- Проводящее, в дальнейшем по тексту обозначается «1»;
- Непроводящее, в дальнейшем по тексту обозначается «0».

Таблица 3.5 – Допустимые режимы работы выходов

	Импульсный	Частотный	Статусный
Выход 1	+	+	+
Выход 2		+	+
Выход 3*			+

\* – в исполнении I (со встроенным вычислителем расхода), статусный выход 3 отсутствует

Режим работы выхода определяется параметрами PFS1\_Mode, FS2\_Mode для первого и второго выходов соответственно.

#### Для настройки используются параметры:

##### Выход 1

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [5.Сигнальные выходы] → [2.Частотный/Стат. 1] →			
<i>режимы работы</i>	«2. Тип:»	Тип выхода (част., статус.)	PFS1_Mode

##### Выход 2

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [5.Сигнальные выходы] → [3.Частотный/Стат. 2] →			
<i>режимы работы</i>	«2. Тип:»	Тип выхода (част., статус.)	FS2_Mode

### Импульсный режим

В этом режиме работы число импульсов на выходе за некоторый отрезок времени пропорционально изменению значения связанного параметра за это время. Коэффициент пропорциональности называется ценой импульса.

$$N = \frac{\Delta V}{k}, \quad (5)$$

где  $N$  – количество импульсов;

$k$  – цена импульса;

$\Delta V$  – изменение значения связанного параметра.

Цену импульса следует выбирать таким образом, чтобы максимальная возможная частота импульсов на выходе при максимальном расходе ( $1 / N$ ) не превышала 10 кГц и соответствовала возможностям вторичной аппаратуры.

При расчете параметров импульсного выхода за максимальный расход следует принимать двойной максимальный расход для данного расходомера ( 1.3.11 ), чтобы обеспечить правильную работу импульсного выхода в ситуации, когда расход превышает номинальное значение. Ширину импульса следует выбирать менее половины периода следования импульсов при максимально возможной частоте.

Доступные варианты назначения для связанного параметра:

- Объемный расход;
- Массовый расход;
- Объёмный расход при СУ;
- Энергетический расход.

**Для настройки используются параметры:**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[2.Имп./Част./Стат. 1]→[3.Конфигурирование]→			
<i>связанный параметр</i>	«2. Назначение:»	Назначенный параметр	PFSp_Assign
	«3. Единицы:»	Единицы измерения цены импульса	IndexUnitMass, IndexUnitVolume IndexUnitVolumeStd или IndexUnitEnergy – зависит от PFSp_Assign
<i>цена импульса</i>	«4. Цена имп.:»	Изменение назначенного параметра, соответствующее одному импульсу	PFSp_PulseValue
<i>длительность «1»</i>	«5. Ширина, мс:»	Длительность «1» в миллисекундах	PFSp_PulseWidth

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
<i>режим</i>	«6. Режим:»	Используемые значения — положительные, отрицательные, все значения – по модулю или в компенсационном режиме	PFSp_Mode
<i>аварийный режим</i>	«7. При аварии:»	Сигнал на выходе при аварии	PFSp_FailsafeMode
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[2.Имп./Част./Стат. 1]→ [4.Симуляция]→			
<i>режим симуляции</i>	«2. Симуляция:»	Режим симуляции – «Выкл.»/«Непрерывно»*/«Счетчик»	PFSp_SimMode
	«3. Уставка:»	В режиме «Счетчик» – количество импульсов, которые будут сформированы на выходе	PFSp_SimFreq

\* В режиме «Непрерывно» на выходе формируется меандр с периодом, равным двойной длительности «1».

В зависимости от режима выход отображает следующие значения связанного параметра:

- только положительные;
- только отрицательные;
- все значения, взятые по модулю;
- все значения в компенсационном режиме.

Компенсационный режим может использоваться тогда, когда необходимо импульсным сигналом отображать поток в условиях кратковременно возникающего противотока. В компенсационном режиме отрицательные компоненты накапливаются и компенсируются в дальнейшем положительными компонентами потока. Если отрицательные компоненты накапливаются непрерывно более 60 секунд, выводится предупреждение:

«! P #13 Вых1:буфер п».

### **ВНИМАНИЕ!**

Несоответствие текущего расхода и параметров PFSp\_PulseValue и PFSp\_PulseWidth, может привести к установке следующих предупреждений:

«! P #11 Вых1:Запазд.» и «! P #12 Вых1:Зап>буф».

Предупреждение P#11 указывает на то что, процесс выдачи импульсов запаздывает более чем на 0,5 секунды, причем выдача импульсов в данный момент идет предельно плотным потоком с периодом равным  $2 * PFSp\_PulseWidth$  [мс].

Предупреждение P#12 (устанавливается всегда после предупреждения P#11) указывает на то что, процесс выдачи импульсов уже запаздывает более чем на 2 секунды – невыпущенные импульсы накапливаются во внутреннем сумматоре.

Например: превышение максимального расхода на 10% в течение 20 секунд приведет к установке двух предупреждений (при превышении на 50% – через 4 секунды).

### Частотный режим

Частота сигнала на выходе в каждый момент времени пропорциональна текущему значению связанного параметра.

$$F = F_{\min} + k \cdot (Q - Q_{\min}), \quad (6)$$

$$k = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{Q_{\max} - Q_{\min}}, \quad (7)$$

где  $F$  – частота выходного сигнала;

$F_{\max}$  – максимальная частота выходного сигнала, Гц;

$F_{\min}$  – минимальная частота выходного сигнала, Гц;

$Q$  – текущее значение связанного параметра;

$Q_{\max}$  – максимальное значение связанного параметра;

$Q_{\min}$  – минимальное значение связанного параметра.

Минимальную частоту  $F_{\min}$  и коэффициент передачи  $k$  следует выбирать таким образом, чтобы максимальная возможная частота на выходе  $F_{\max}$  не превышала 10 кГц.

По умолчанию в датчиках расхода установлены следующие значения:

Связанный параметр — объемный расход;

$$F_{\max} = 1000 \text{ Гц};$$

$$F_{\min} = 0 \text{ Гц};$$

$Q_{\max}$  выбирается в соответствии с типоразмером датчика (Таблица 1.2);

$$Q_{\min} = 0 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Доступные варианты назначения для *связанного параметра*:

- Объемный расход;
- Объемный расход при СУ;
- Массовый расход;
- Энергетический расход;
- Скорость потока;
- Температура;
- Давление;

Качество сигнала.

**Заметка:**

Импульсный и частотный режимы похожи. Разница в следующем:

- частотный сигнал представляет из себя меандр – длительности «1» и «0» равны друг другу и половине периода<sup>5</sup>; в импульсном сигнале длительность «1» задается параметром PFSp\_PulseWidth, длительность «0» зависит от количества импульсов в единицу времени;
- в импульсном режиме число импульсов за некоторый промежуток времени строго соответствует накопленному за это время значению связанного параметра, а в частотном режиме текущему значению параметра соответствует частота.

**Для настройки используются параметры:**

Выход 1

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[2.Имп./Част./Стат. 1]→[3.Конфигурирование]→			
<i>связанный параметр</i>	«2. Назначение:»	Назначенный параметр	PFSf_Assign
<i>максимальная частота</i>	«3. Макс.,Гц:»	Максимальная частота, Гц	PFSf_MaxFreq
<i>минимальная частота</i>	«4. Мин.,Гц:»	Минимальная частота, Гц	PFSf_MinFreq
	«5. Единицы:»	Единицы измерения мин. и макс. значений параметра	PFSf_Unit
<i>максимальное значение</i>	«6. ВПИ:»	Макс. значение параметра	PFSf_MaxValue
<i>минимальное значение</i>	«7. НПИ:»	Мин. значение параметра	PFSf_MinValue
	«8. Режим:»	«Стандартный» – все значения от НПИ до ВПИ; «По модулю» – значение берется по модулю, а потом отображается в соответствии с формулой 6	PFSf_Mode
<i>аварийный режим</i>	«9. При аварии:»	Сигнал на выходе при аварии	PFSf_FailsafeMode
	«10. Спец.,Гц:»	Частота на выходе при выборе «Специального сигнала» в качестве сигнала при аварии	PFSf_FailValue
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[2.Имп./Част./Стат. 1]→ [4.Симуляция]→			
<i>режим симуляции</i>	«2. Симуляция:»	Включение симуляции (вкл/выкл)	PFSf_SimMode
	«3. Уставка,Гц:»	Значение для симуляции, Гц	PFSf_SimFreq

<sup>5</sup> На предельных частотах форма импульсов может отличаться от меандра из-за схемотехники с гальванической развязкой. Рекомендуется проверять счётную аппаратуру в режиме симуляции частоты на выходе.

## Выход 2

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[3.Частотный/Стат. 2]→[3.Конфигурирование]→			
<i>связанный параметр</i>	«2. Назначение:»	Назначенный параметр	FSf_Assign
<i>максимальная частота</i>	«3. Макс.,Гц:»	Максимальная частота, Гц	FSf_MaxFreq
<i>минимальная частота</i>	«4. Мин.,Гц:»	Минимальная частота, Гц	FSf_MinFreq
	«5. Единицы:»	Единицы измерения мин. и макс. значений параметра	FSf_Unit
<i>максимальное значение</i>	«6. ВПИ:»	Макс. значение параметра	FSf_MaxValue
<i>минимальное значение</i>	«7. НПИ:»	Мин. значение параметра	FSf_MinValue
	«8. Режим:»	Используемые значения — положительные или по модулю	FSf_Mode
<i>аварийный режим</i>	«9. При аварии:»	Сигнал на выходе при аварии	FSf_FailsafeMode
	«10. Спец.,Гц:»	Частота на выходе при выборе «Специального сигнала» в качестве сигнала при аварии	FSf_FailValue
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[3.Частотный/Стат. 2]→ [4.Симуляция]			
<i>режим симуляции</i>	«2. Симуляция:»	Включение симуляции (вкл/выкл)	FSf_SimMode
	«3. Уставка,Гц:»	Значение для симуляции, Гц	FSf_SimFreq

**Статусный режим**

В этом режиме состояние выхода показывает соответствие значения назначенной величины некоторому условию.

Варианты *назначения*, не требующие задания условия:

- Всегда включен – при включенном питании всегда установлен уровень «1»;
- Авария – находится в состоянии «1», устанавливается в «0» при наличии сообщений об аварии;
- Предупреждение – находится в состоянии «1», устанавливается в «0» при наличии предупреждений;
- Авария или предупреждение – находится в состоянии «1», устанавливается в «0» при наличии сообщений об аварии или предупреждений;
- Направление потока – устанавливается в «1» при протекании потока в направлении, указанном стрелкой на корпусе датчика;

Варианты *назначения*, для которых требуется задать пороговые значения (релейный режим):

- Объемный расход;
- Объемный расход при СУ;
- Массовый расход;
- Энергетический расход;
- Скорость потока;
- Температура;
- Давление;
- Качество сигнала;
- Сумматор 1;
- Сумматор 2;
- Сумматор 3;
- Сумматор 4.

В качестве пороговых значений определяются два параметра: OnValue (*порог включения*) и OffValue (*порог выключения*). Состояние выхода определяется пороговыми значениями и измеренной величиной (Value) по следующей схеме:

а)  $OffValue < OnValue$ :

- 1)  $Value > OnValue$ , на выходе устанавливается «1»;
- 2)  $Value < OffValue$ , на выходе устанавливается «0»;

б)  $OffValue > OnValue$ :

- 1)  $Value < OnValue$ , на выходе устанавливается «1»;
- 2)  $Value > OffValue$ , на выходе устанавливается «0»;

При необходимости можно задать задержку установки «1» и задержку установки «0».

**Заметка:**

Если порог включения не равен порогу выключения, между этими значениями образуется гистерезис. Гистерезис используется для устранения частых переключений при движении величины в близких к пороговым значениям.

Не следует задавать одинаковые значения для порога включения и порога выключения, так как это может привести к неоднозначности в работе выхода.

**Для настройки используются параметры:****Выход 1**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[2.Имп./Част./Стат. 1]→[3.Конфигурирование]→			
<i>назначение</i>	«2. Назначение:»	Назначенный параметр	PFSs_Assign
	«3. Единицы:»	Единица измерения пороговых значений	PFSs_Unit
<i>порог включения</i>	«4. Вкл. при:»	Порог включения	PFSs_OnValue
<i>порог выключения</i>	«5. Выкл. при:»	Порог выключения	PFSs_OffValue
<i>задержка установки «1»</i>	«6. Зад. вкл.,с:»	Задержка включения, с	PFSs_OnDelay
<i>задержка установки «0»</i>	«7. Зад. выкл,с:»	Задержка выключения, с	PFSs_OffDelay
<i>режим</i>	«8. Режим:»	Используемые значения — положительные или по модулю	PFSs_Mode
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[2.Имп./Част./Стат. 1]→ [4.Симуляция]→			
<i>режим симуляции</i>	«2. Симуляция:»	Включение симуляции (вкл/выкл)	PFSs_SimMode
	«3. Установить:»	Значение для симуляции (1 / 0)	PFSs_SimVal

**Выход 2**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[3.Частотный/Стат. 2]→[3.Конфигурирование]→			
<i>назначение</i>	«2. Назначение:»	Назначенный параметр	FSs_Assign
	«3. Единицы:»	Единица измерения пороговых значений	FSs_Unit
<i>порог включения</i>	«4. Вкл. при:»	Порог включения	FSs_OnValue
<i>порог выключения</i>	«5. Выкл. при:»	Порог выключения	FSs_OffValue
<i>задержка установки «1»</i>	«6. Зад. вкл.,с:»	Задержка включения, с	FSs_OnDelay
<i>задержка установки «0»</i>	«7. Зад. выкл,с:»	Задержка выключения, с	FSs_OffDelay
<i>режим</i>	«8. Режим:»	Используемые значения — положительные или по модулю	FSs_Mode
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[3.Частотный/Стат. 2]→ [4.Симуляция]→			
<i>режим симуляции</i>	«2. Симуляция:»	Включение симуляции (вкл/выкл)	FSs_SimMode
	«3. Установить:»	Значение для симуляции (1 / 0)	FSs_SimVal

**Выход 3**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[4.Статусный выход 3]→[3.Конфигурирование]→			
<i>назначение</i>	«2. Назначение:»	Назначенный параметр	DOs_Assign

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
	«3. Единицы:»	Единица измерения пороговых значений	DOs_Unit
<i>порог включения</i>	«4. Вкл. при:»	Порог включения	DOs_OnValue
<i>порог выключения</i>	«5. Выкл. при:»	Порог выключения	DOs_OffValue
<i>задержка установки «1»</i>	«6. Зад. вкл.,с:»	Задержка включения, с	DOs_OnDelay
<i>задержка установки «0»</i>	«7. Зад. выкл,с:»	Задержка выключения, с	DOs_OffDelay
<i>режим</i>	«8. Режим:»	Используемые значения — положительные или по модулю	DOs_Mode
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[4.Статусный выход 3]→ [4.Симуляция]			
<i>режим симуляции</i>	«2. Симуляция:»	Включение симуляции (вкл/выкл)	DOs_SimMode
	«3. Установить:»	Значение для симуляции (1 / 0)	DOs_SimValue

### 3.9.2 Токовый выход

Величина тока на выходе  $I$ , мА в каждый момент времени пропорциональна текущему значению *связанного параметра*.

$$I = 4 + 16 \cdot \frac{Q - Q_{min}}{Q_{max} - Q_{min}}, \quad (8)$$

где  $Q_{min}$  – минимальное значение связанного параметра;

$Q_{max}$  – максимальное значение связанного параметра.

Доступные варианты назначения для связанного параметра:

- Объемный расход;
- Объемный расход при СУ;
- Массовый расход;
- Энергетический расход;
- Скорость потока;
- Температура;
- Давление;
- Качество сигнала.

По умолчанию в датчиках расхода установлены следующие значения:

Связанный параметр – объемный расход;

$$Q_{min} = 0 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$Q_{max}$  – в соответствии с типоразмером датчика (п. 1.3.11).

Диапазон значений тока на выходе в соответствии со спецификацией NAMUR составляет от 3,8 мА до 20,5 мА.

Авария сигнализируется одним из уровней:

- низкий уровень 3,5 мА;
- высокий уровень 22,6 мА.

Уровень при аварии задается параметром CUR\_Failsafe\_Mode.

В стандартном режиме значения связанной величины отображаются без изменений. В режиме «по модулю» значения берутся по модулю. Компенсационный режим может использоваться тогда, когда необходимо токовым сигналом отображать поток в условиях кратковременно возникающего противотока. В импульсном режиме отрицательные компоненты накапливаются и компенсируются в дальнейшем положительными компонентами потока. Если отрицательные компоненты накапливаются непрерывно более 60 секунд, выводится предупреждение «! P #41 Ток:буфер п.».

### ВНИМАНИЕ!

Если связанный параметр принимает такое значение, что соответствующая сила тока выходит за диапазон допустимых значений (3,8..20,5 мА), устанавливается предупреждение процесса «! P #42 Огран. т.вых» (описание сообщения в Приложение Е). В расходомере используется токовый выход пассивного типа, т.е. подключение измерительного устройства к токовому выходу должно быть выполнено по схеме (Рисунок В., Приложение В).

### Для настройки используются параметры:

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[5.Токовый 4-20 мА]→			
<i>вернуть заводские коэффициенты</i>	«6. Заводские настр.»	Восстановить заводские коэффициенты калибровки выхода	CUR_Restore_Coefficient
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[5.Токовый 4-20 мА]→[3.Конфигурирование]→			
<i>связанный параметр</i>	«2. Назн.:»	Назначенный параметр	CUR_Assign
	«3. Единицы:»	Единицы измерения мин. и макс. значений параметра	CUR_Unit
<i>максимальное значение</i>	«4. 20мА,ВПИ:»	Макс. значение параметра, соответствует току 20 мА	CUR_Value_20mA
<i>минимальное значение</i>	«5. 4мА, НПИ:»	Мин. значение параметра, соответствует току 4 мА	CUR_Value_4mA
<i>режим</i>	«6. Режим:»	Преобразования входных значений: нет, взять по модулю или импульсный режим	CUR_Measuring_Mode
<i>уровень при аварии</i>	«7. При аварии:»	Сигнал на выходе при аварии	CUR_Failsafe_Mode

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание]→[5.Сигнальные выходы]→[5.Токовый 4-20 мА]→ [4.Тест петли]→			
<i>режим симуляции</i>	«2. Симуляция:»	Включение симуляции (вкл/выкл)	CUR_Simulation_Mode
	«3. Уставка,мА:»	Значение для симуляции, мА	CUR_Current

При необходимости пользователь может выполнить калибровку токового выхода. Это можно сделать с помощью экранного меню или сервисной программы. Перед началом калибровки необходимо подключить к токовому выходу эталонный измеритель тока.

#### Калибровка с помощью экранного меню

1. Войти в главное меню;
2. Перейти к пункту «Обслуживание» → «Сигнальные выходы» → «Токовый 4-20 мА» → «Калибровка петли» → «Настроить 4 мА»;
3. Нажать кнопку ;
4. Выбрать пункт «Эталон,мА» и записать текущее показание измерителя тока;
5. Выбрать пункт «Настроить 20 мА» и нажать кнопку ;
6. Выбрать пункт «Эталон,мА» и записать текущее показание измерителя тока;
7. Выбрать пункт «Откалибровать» и нажать кнопку .

#### Калибровка с помощью сервисной программы

1. В древовидном списке в левой части главного окна выбрать пункт «Сигнальные выходы» → «Токовый»;
2. В правой панели в группе «Калибровка» нажать кнопку «Мастер калибровки...»;
3. Следовать указаниям «мастера».

Пользователь всегда может вернуть заводские коэффициенты калибровки токового выхода. Для этого параметр CUR\_Restore\_Coefficient необходимо установить в единицу. Это можно сделать с помощью экранного меню или сервисной программы.

#### С помощью экранного меню

1. Войти в главное меню;
2. Перейти к пункту «Обслуживание» → «Сигнальные выходы» → «Токовый 4-20 мА» → «Заводские настройки»;

3. Нажать кнопку .

### С помощью сервисной программы

1. В древовидном списке в левой части главного окна выбрать пункт «Сигнальные выходы» → «Токовый»;

2. В правой панели в группе «Калибровка» нажать кнопку «Восстановить».

### 3.10 Дискретные входы

Расходомер оснащен дискретными входами. Количество дискретных входов зависит от исполнения: I (со встроенным вычислителем) – 1 вход, W (расход в рабочих условиях) – 2 входа. Входы идентичны по функциям. Каждый из входов может быть выключен или настроен на одно из действий:

- сброс сумматора 1 (не доступно в исполнении I – со встроенным вычислителем);
- сброс сумматора 2 (не доступно в исполнении I – со встроенным вычислителем);
- сброс сумматора 3;
- сброс сумматора 4;
- общий сброс сумматоров (в исполнении I сбрасываются только сумматоры 3 и 4);
- настройка нуля.

Пока на входе установлен уровень логического нуля или логической единицы, не выполняется никаких действий. Выбранное действие выполняется при переходе сигнала из нуля в единицу, максимальная задержка между установлением напряжения на входе и регистрацией изменения состояния входа составляет 50 мс.

Минимальная длительность единицы должна составлять 50 мс.

**Для настройки используются параметры:**

Вход 1

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [6. Дискретные входы] → [2. Вход 1] →			
<i>действие</i>	«2. Назн.:»	Назначенное действие	DI1_Assign

Вход 2

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [6. Дискретные входы] → [3. Вход 2] →			
<i>действие</i>	«2. Назн.:»	Назначенное действие	DI2_Assign

### 3.11 Микропереключатели

Микропереключатели (МП) расположены на лицевой панели под стеклом и обеспечивают защиту от нежелательного изменения настройки расходомера. Попытка доступа к МП приводит к нарушению пломбы.

#### МП 1

Блокирует изменение настройки через локальный интерфейс или по протоколу Modbus. Если переключатель находится в положении «ON», запись запрещена. При попытке записи ведущее устройство получит извещение об ошибке 5 «Устройство защищено от записи». На дисплее сообщение об ошибке не отображается.

#### МП 2

Блокирует вход в главное меню и в меню сумматоров. Если переключатель находится в положении «ON», вход в меню запрещен. При попытке входа в меню на дисплее высветится сообщение «Вход в меню запрещен! Аппаратная защита». Для разрешения входа в меню, переведите микропереключатель 2 в положение «OFF».

### 3.12 Основные единицы измерения

Этот параметр имеет два назначения:

- 1) вывод на индикатор результатов измерения происходит в этих единицах;
- 2) при смене назначенного параметра для выходов, отсечки и т.д. (везде, где требуется указание единиц измерения) по умолчанию используются единицы измерения, выбранные основными.

#### **Для настройки используются параметры:**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [2. Главные переменные] →			
	«2. Ед.об.р»	Единицы объемного расхода	IndexUnitVolumeFlow
	«3. Ед.темп.»	Единицы температуры	IndexUnitTemperature
	«4. Ед.давл.»	Единицы давления	IndexUnitPressure
	«5. Ед.ск.пот»	Единицы скорости потока	IndexUnitFlowSpeed
	«6. Ед.ск.зв»	Единицы скорости звука	IndexUnitSoundSpeed
	«7. Ед.к.сиг»	Единицы качества сигнала	IndexUnitSignalQuality
	«8. Ед.мас.рас.»	Единицы массового расхода	IndexUnitMassFlow
	«9. Ед.об.р.СУ»	Единицы объемного расхода при СУ	IndexUnitVolumeFlowStd
	«10. Ед.энерг»	Единицы энергетического расхода	IndexUnitEnergyFlow

### 3.13 Настройка измерения расхода при рабочих условиях

#### 3.13.1 Отсечка

С помощью отсечки пользователь может задать минимальное допустимое значение одного из параметров:

- объемного расхода;
- скорости потока;
- качества сигнала
- массового расхода;
- объёмного расхода при СУ;
- энергетического расхода.

Механизм отсечки работает, если значение уровня отсечки больше нуля.

Если выбранный параметр, взятый по модулю, принимает значение меньше установленного уровня, значения объёмного расхода и скорости потока устанавливаются равными нулю. Нулевое значение сохраняется до тех пор, пока параметр не превысит 150% от уровня отсечки (присутствует гистерезис). Если время нахождения ниже уровня отсечки меньше длительности шок-таймера, показания расхода и скорости не обнуляются.

#### Для настройки используются параметры:

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [5. Базовые функции] → [2.Отсечка] →			
<i>параметр</i>	«2. Назн.:»	Назначенный параметр	AssLowFlow_CutOff
	«3. Единицы:»	Единицы измерения порогового уровня	AssLowFlow_Unit
<i>уровень</i>	«4. Уровень:»	Пороговый уровень	ValLowFlow_CutOff
<i>шок-таймер</i>	«5. Шок-таймер,с:»	Защита от кратковременных выбросов	TimeShock

#### 3.13.2 Линейная коррекция

В некоторых случаях в процессе эксплуатации может потребоваться пользовательская калибровка показаний расходомера.

Возможность пользовательской калибровки обеспечивается наложением линейной коррекции на значение объёмного расхода при рабочих условиях. Линейная коррекция определяется следующим образом:

$$y = K \cdot (x - x_0), \quad (9)$$

где  $y$  – значение объёмного расхода после коррекции;

$x$  – исходное значение объёмного расхода;

$K$  – коэффициент наклона, заводское значение: 1;

$x_0$  – коэффициент смещения, м<sup>3</sup>/ч, заводское значение: 0.

При калибровке объёмного расхода коэффициент смещения не изменяется и остается нулевым. Настраивается только коэффициент наклона  $K$ . Отсутствие смещения объёмного расхода от заданной характеристики обеспечивается настройкой нуля (п. 3.20).

Для определения и установки значения коэффициента наклона  $k$  линейной коррекции выполняется процедура калибровки в двух или более точках с применением эталонного средства измерений объёмного расхода при рабочих условиях (продувочная установка или расходомер).

Процедура калибровки наклона производится следующим образом:

- 1) Перейти в меню «Базовые функции → Линейная коррекция». Выписать текущие значения коэффициентов смещения  $x_0$  и наклона  $K$  выбранного для калибровки параметра.
- 2) Сбросить параметры линейной коррекции на значения по умолчанию (смещение и наклон установить 0.0 и 1.0 соответственно).
- 3) Обеспечить условия для проведения измерений в первой точке калибровки.
- 4) Получить усредненные значения показаний эталонного прибора  $V1_э$  и расходомера  $V1$  в первой точке калибровки.
- 5) Вычислить относительную ошибку расходомера в первой точке:

$$\delta 1 = \frac{V1 - V1_э}{V1_э}, \quad (10)$$

- 6) Обеспечить условия для проведения измерений во второй точке калибровки.
- 7) Получить усредненные значения показаний эталонного прибора  $V2_э$  и расходомера  $V2$  во второй точке калибровки.
- 8) Вычислить относительную ошибку расходомера во второй точке:

$$\delta 2 = \frac{V2 - V2_э}{V2_э}, \quad (11)$$

- 9) Повторить пп. 7..9 для всех  $n$  точек калибровки и получить значения относительных ошибок  $\delta \dots \delta n$  в этих точках. Минимальное число точек калибровки – 2, лучше 3..5.

- 10) Вычислить среднее арифметическое значение относительных ошибок измерения по всем точкам калибровки  $\bar{\delta}$ .
- 11) Определить новое значение коэффициента наклона линейной коррекции:

$$K' = \frac{K}{\bar{\delta} + 1}, \quad (12)$$

- 12) Записать новое значение коэффициента линейной коррекции  $K'$  в расходомер.
- 13) В паспорт внести запись об изменении коэффициента линейной коррекции с указанием нового значения.

**Заметка:**

Изменение параметров линейной коррекции напрямую влияет на метрологические характеристики расходомера. Любое изменение параметров линейной коррекции должно отражаться в паспорте на расходомер.

**Для настройки используются параметры:**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [5. Базовые функции] → [7. Линейная коррекция] →			
<i>параметр</i>	«2. Об. р. К:»	Коэффициент наклона объемного расхода	MFactorVolumeFlow
	«2. X0, м³/ч:»	Смещение объемного расхода	MOffsetVolumeFlow

### 3.13.3 Демпфирование

Функция используется для демпфирования измеряемого значения расхода. Позволяет уменьшать разброс значений. Время реакции расходомера при этом увеличивается с увеличением *времени демпфирования*. Демпфирование влияет на все функции и выходы расходомера, включая процедуру обнуления.

Расходомер осуществляет демпфирование мгновенных значений расхода на уровне измерительного модуля и на уровне процессорного модуля.

Демпфирование на уровне измерительного модуля реализовано как фильтр с конечной импульсной характеристикой. Время демпфирования не настраивается пользователем и составляет 3 секунды для ДРУ.1, 6 секунд для ДРУ.2 и 12 секунд для ДРУ.4.

Демпфирование на уровне модуля процессора реализовано как фильтр с бесконечной импульсной характеристикой. Параметр *время демпфирования* настраивается пользователем и показывает время, за которое реакция на выходе фильтра достигает 90% воздействия на входе. Следует принимать в расчет, что на

вход фильтра подаются значения, демпфированные в измерительном модуле, поэтому значение параметра *время демпфирования* при выпуске расходомера из производства настраивается равным нулю.

**Для настройки используются параметры:**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [5. Базовые функции] → [5.Системные парам.] →			
<i>время демпфирования</i>	«2. Демпфир.,с:»	При ступенчатом изменении расхода – время, за которое результирующее значение расхода достигает 90% измеренного значения	FlowDamping

### 3.14 Настройка измерения температуры и давления

Показания температуры и давления используются в расходомере для следующих целей:

- 1) Расчёт теплофизических свойств газа и последующий расчёт расхода при стандартных условиях, энергосодержания;
- 2) Компенсация влияния температуры и давления на геометрические параметры проточной части.

Примечание: если в составе расходомера применяется вычислитель расхода, представленный отдельным средством измерения, то он не передаёт показания температуры и давления в ЭП УПР. Тогда для реализации второй функции потребуется организовать ввод показаний температуры и давления в ЭП УПР.

*Температура и давление* могут быть:

- 1) измерены с помощью датчиков, подключенных к токовым входам;
- 2) введены в качестве условно-постоянных значений.

*Выбор источника* осуществляется через сервисную программу или экранное меню. Также можно настроить *единицы измерений* для вывода показаний температуры и давления.

Для показаний температуры в расходомере предусмотрены два канала:

- «Т1» – измерение температуры при однонаправленном потоке (ДТ устанавливается после расходомера) или измерение температуры перед расходомером при двунаправленном потоке (в этом случае устанавливаются два датчика температуры – до и после расходомера);
- «Т2» – измерение температуры после расходомера при двунаправленном потоке.

В зависимости от выбранного режима работы, в качестве температуры газа для последующих расчётов может быть выбрано значение T1 или среднее значений T1 и T2.

**Для настройки используются параметры:**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню:[5.Базовые функции]→[2. Настр. измер. темп.]→			
<i>выбор источника</i>	2. Источник	Выбор источника показаний температуры для каналов T1 и T2	TemperatureSource
<i>температура</i>	Температура	Температура, считанная с датчика №1	TemperatureBySensor
		Температура, считанная с датчика №2	TemperatureBySensor_2
меню:[5.Базовые функции]→[3. Настр. измер. давл.]→			
<i>выбор источника</i>	2. Источник	Режим ввода давления	PressureSource
<i>давление</i>	Давление	Давление, считанное с датчика	PressureBySensor

3.14.1 Измерение с помощью датчиков, подключенных к токовым входам.

Подключение датчиков выполняется в соответствии со схемой (Рисунок В.2, Приложение В).

Расходомер получает с датчиков токовый сигнал и преобразует его в значения температуры и давления по формулам:

$$P = \text{НПИ}_P + \frac{(I_P - 4)}{16} \cdot (\text{ВПИ}_P - \text{НПИ}_P), \quad (13)$$

$$T = \text{НПИ}_T + \frac{(I_T - 4)}{16} \cdot (\text{ВПИ}_T - \text{НПИ}_T), \quad (14)$$

где  $P$  – измеренное значение давления, МПа;

$I_P$  – измеренный ток датчика давления, мА;

$\text{НПИ}_P$  – нижний предел измерения датчика давления, МПа;

$\text{ВПИ}_P$  – верхний предел измерения датчика давления, МПа;

$T$  – измеренное значение температуры, С°;

$I_T$  – измеренный ток датчика температуры, мА;

$\text{НПИ}_T$  – нижний предел измерения датчика температуры, С°;

$\text{ВПИ}_T$  – верхний предел измерения датчика температуры, С°.

Для показаний температуры в расходомере предусмотрены два канала:

- «ДТ1» – измерение температуры перед расходомером;
- «ДТ2» – измерение температуры после расходомера.

В зависимости от выбранного *режима работы*, в качестве температуры газа для последующих расчётов может быть выбрано значение ДТ1, ДТ2 или среднее значений ДТ1 и ДТ2.

#### Для настройки используются параметры:

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню:[5.Базовые функции]→[2. Настр. измер. темп.]→[ 3. Настр. источника] →			
<i>нижний предел измерения датчика температуры</i>	2. Темп. 4мА, °С	Мин. температура, соответствующая току 4 мА	TemperatureSpanMin
<i>верхний предел измерения датчика температуры</i>	3. Темп. 20мА, °С	Макс. температура, соответствующая току 20 мА	TemperatureSpanMax
<i>режим работы</i>	4. Режим	– ДТ1; – ДТ2; – (ДТ1+ДТ2)/2.	TemperatureModeOfSource
меню:[5.Базовые функции]→[3. Настр. измер. давл.]→[ 3. Настр. источника] →			
<i>нижний предел измерения датчика давления</i>	3. Давл. 4мА, °С	Мин. давление, соответствующее току 4 мА	PressureSpanMin
<i>верхний предел измерения датчика давления</i>	4. Давл. 20мА, °С	Макс. давление, соответствующее току 20 мА	PressureSpanMax

#### 3.14.2 Ввод условно-постоянных значений.

Чтобы ввести условно-постоянные значений температуры, требуется с помощью сервисной программы UltraService или с помощью экранного меню:

- Выбрать *единицы измерения для вводимых значений* температуры и давления;
- Ввести соответствующие условиям расчёта значения *температуры* (К) и *давления* (МПа);

#### Для настройки используются параметры:

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню:[5.Базовые функции]→[2. Настр. измер. темп.]→[3. Настр. источника]→			
<i>температура</i>	3. Значение	Температура (К)	TemperatureFixed
меню:[5.Базовые функции]→[3. Настр. измер. давл.]→[3. Настр. источника]→			
<i>давление</i>	3. Значение	Давление (МПа)	PressureFixed

### 3.15 Настройка измерения расхода, приведённого к стандартным условиям

Расходомер выполняет измерения объёмного расхода при рабочих условиях и вычисляет объёмных расход при стандартных условиях  $Q_{ст}$  по формуле:

$$Q_{ст} = \frac{Q_{раб} \cdot \rho_{раб}}{\rho_{ст}}, \quad (15)$$

где  $Q_{раб}$  – объёмный расход газа при рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч;

$\rho_{ст}$  – плотность газа при стандартных условиях, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{раб}$  – плотность газа при рабочих условиях, кг/м<sup>3</sup>.

Плотность при рабочих условиях и плотность при стандартных условиях расходомер может вычислять по следующим стандартизованным методикам:

- ГОСТ 30319.2-2015;
- ГОСТ 30319.3-2015;
- ГСССД МР 118-05;
- ГСССД МР 113-03.

Чтобы настроить расчёт по одной из методик, требуется:

- *Выбрать методику расчёта;*
- Ввести *компонентный состав* газа, а также другие сведения о газовых смесях, которые предусмотрены стандартизованными методиками;
- Настроить ввод значений температуры и давления (п. 3.14 );

*Выбор методики расчета* и ввод компонентного состава осуществляется через экранное меню или с помощью сервисного ПО.

Таблица 3.6 – Набор компонентов в зависимости от применяемой методики расчета

	ГОСТ 30319.2-2015	ГОСТ 30319.3-2015	ГСССД МР 118-05	ГСССД МР 113-03
<i>Метан</i>		+	+	+
<i>Этан</i>		+	+	+
<i>Пропан</i>		+	+	+
<i>и-Бутан</i>		+	+	+
<i>н-Бутан</i>		+	+	+
<i>и-Пентан</i>		+	+	+
<i>н-Пентан</i>		+	+	+
<i>н-Гексан</i>		+	+	+
<i>Азот</i>	+	+	+	+
<i>Диоксид углерода</i>	+	+	+	+

	ГОСТ 30319.2-2015	ГОСТ 30319.3-2015	ГСССД МР 118-05	ГСССД МР 113-03
Гелий		+	+	
Водород		+	+	
Кислород			+	+
Аргон			+	
Оксид углерода			+	
Этилен			+	
Аммиак			+	
Сероводород			+	+
Гептан				+
Водяные пары				+
Условно-постоянная плотность при стандартных условиях	+			
Влажность				+
Температура при определении абсолютной влажности				+
Давление при определении абсолютной влажности				+

Настройка приведения к СУ:

**Для настройки используются параметры:**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание]→[7. Свойства газа]→			
выбор методики расчета	4. Метод расчета СУ	Выбор стандартизированной методики	SelectionGOST
меню: [4. Обслуживание]→[7. Свойства газа]→[3. Компонентный состав]→			
Метан	«2. Метан»	Метан	MethaneMolarFraction
Этан	«3. Этан»	Этан	EthaneMolarFraction
Пропан	«4. Пропан»	Пропан	PropaneMolarFraction
и-Бутан	«5. И-Бутан»	Изобутан	IButaneMolarFraction
н-Бутан	«6. Н-Бутан»	Нормальный бутан	NButaneMolarFraction
и-Пентан	«7. И-Пентан»	Изопентан	IPentaneMolarFraction
н-Пентан	«8. Н-Пентан»	Нормальный пентан	NPentaneMolarFraction
н-Гексан	«9. Н-Гексан»	Нормальный гексан	NHexaneMolarFraction
Азот	«10. Азот»	Азот	NitrogeniumMolarFraction
Диоксид углерода	«11. CO2»	Диоксид углерода	CarbonDioxideMolarFraction
Гелий	«12. Гелий»	Гелий	HeliumMolarFraction
Водород	«13. Водород»	Водород	HydrogeniumMolarFraction
Кислород	«14. Кислород»	Кислород	OxygenMolarFraction

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
Аргон	«15. Аргон»	Аргон	ArgonMolarFraction
Оксид углерода	«16. СО»	Оксид углерода	CarbonOxideMolarFraction
Этилен	«17. Этилен»	Этилен	EthyleneMolarFraction
Аммиак	«18. Аммиак»	Аммиак	AmmoniaMolarFraction
Сероводород	«19. Сероводор.»	Сероводород	HydrogenSulphideMolarFraction
Гептан	«20. Гептан»	Гептан	HeptaneMolarFraction
Водяные пары	«21. Водяные пары»	Водяные пары	WaterVaporMolarFraction
меню: [4. Обслуживание]→[7.Свойства газа]→ [5. Доп. параметры МР]→			
Условно-постоянная плотность при стандартных условиях	«2. Ф. плотн. СУ»	Фиксированная плотность при стандартных условиях для ГОСТ 30319.2-2015	DensityStandartConditionsFixed
Режим ввода содержания водяных паров в газе при расчёте по ГСССД МР 113-03	«3. Режим»	– Молярная доля воды – Абсолютная влажность – Относительная влажность	ModeMR113
Влажность	«4. Знач. влаж.»	Значение влажности	Wetness
Температура при определении абсолютной влажности	«5. Темп. в Кельвинах»	Единицы измерения – К	TemperatureMR113
Давление при определении абсолютной влажности	«6. Давл. в МПа»	Давление, при котором определено значение абсолютной влажности	PressureMR113

### 3.16 Измерение теплоты сгорания

Расходомер выполняет измерения объёмного расхода при рабочих условиях и, по введенным необходимым параметрам, энергетический расход.

Для расчета энергетического расхода  $P$ , Дж/с применяется формула:

$$P = Q_{cm} \cdot H, \quad (16)$$

где  $Q_{cm}$  – объёмный расход газа при стандартных условиях, м<sup>3</sup>/с;

$H$  – удельная объемная теплота сгорания, Дж/м<sup>3</sup>.

В качестве объемной теплоты сгорания может использоваться либо высшая, либо низшая. Для выбора необходимой используется *Выбор теплоты*.

В качестве источника значения  $H$  можно выбрать:

1. Условно-постоянное значение.

В таком режиме пользователь вводит значение объемной теплоты сгорания для расчета, данное значение изменяться может только пользователем.

## 2. Расчётное значение по ГОСТ 31369.

При выборе данного режима расходомер в автоматическом режиме будет производить расчет  $H$  исходя из компонентного состава газа согласно методике ГОСТ 31369-2008.

При выборе методики ГОСТ 31369 производится расчет Числа Воббе.

### Для настройки используются параметры:

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню:[4. Обслуживание]→[7. Свойства газа]→[2. Теплота сгорания]→			
<i>источник значения <math>H</math></i>	2. Источник	Режим нахождения значения объемной теплоты сгорания	ChooseSourceVolumeCalorificValue
<i>Высшая объемная теплота сгорания</i>	3. Высшая	Значение высшей объемной теплоты сгорания(в МДж/м <sup>3</sup> )	HighVolumeCalorificValue
<i>Низшая объемная теплота сгорания</i>	4. Низшая	Значение низшей объемной теплоты сгорания(в МДж/м <sup>3</sup> )	LowVolumeCalorificValue
<i>Выбор теплоты сгорания</i>	5. Выбор теплоты	Выбор высшей или низшей теплоты сгорания при расчете энергии	ChooseVolumeCalorificValue
<i>Число Воббе</i>	6. Число Воббе	Значение числа Воббе текущего компонентного состава(при выборе ГОСТ 31369)	WobbeNumValue

### 3.17 Сумматоры

В расходомере реализованы четыре сумматора. Для каждого из них можно выбрать *связанный параметр*, значения которого будут накапливаться:

- Объемный расход;
- Массовый расход;
- Объемный расход при СУ;
- Энергетический расход.

В любой момент времени сумматор можно перевести в одно из двух состояний:

- «Активный»;
- «Остановлен».

В любой момент можно *обнулить* значение сумматора одним из способов:

- С помощью экранного меню или сервисной программы;
- Положительным фронтом на одном из входов, если в настройке входа в качестве назначения указано «Сброс сумматора» или «Общий сброс сумматоров».

**ВНИМАНИЕ:** в расходомере исполнения I (со встроенным вычислителем расхода), выбор *связанного параметра* для сумматоров 1 и 2 ограничен. Сумматор №1 накапливает значение объёма при рабочих условиях. Сумматор №2 накапливает значение объёма при стандартных условиях. Сумматоры №1 и №2 нельзя остановить или обнулить.

Если значение сумматора не превышает  $10^7$  (10000000), то значение сумматора хранится в параметре Sum1 (Sum2, Sum3, Sum4). Если значение сумматора превышает  $10^7$ , то значение сумматора определяется по формуле:

$$\Sigma = SumOverflowX \cdot 10^7 + SumX, \quad (17)$$

где  $X = 1..4$  – определяется выбором сумматора.

При возникновении аварии поведение всех сумматоров определяется параметром SumFailsafeMode. Возможны следующие варианты:

- Остановить суммирование

Значения сумматоров не обновляется, сумматоры сохраняют последнее значение перед аварией;

- Последнее верное

Значения сумматоров обновляются значениями параметров, предшествующими возникновению аварии;

- Игнорировать ошибку

Значения сумматоров обновляются текущим значением параметров, вне зависимости от того, являются ли они достоверными.

**Заметка:**

Внутреннее суммирование ведется в параметре  $dSumX$  с удвоенной точностью (формат double). Для отображения результата параметр разделяется на 2 подпараметра:

$$SumOverflow = dSumX \cdot 10^{-7}, \quad (18)$$

$$SumX = dSumX - SumOverflow \cdot 10^7, \quad (19)$$

где  $X$ – 1 или 2, определяется выбором сумматора.

**Заметка:**

Для минимизации ошибок округления показаний сумматора, следует выбирать единицы измерения таким образом, чтобы  $SumOverflowX$  было минимальным в течение всего периода накопления.

**Для настройки используются параметры:****Оба сумматора**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [4.Сумматоры] →			
	«4.При ошибке:»	Поведение <b>обоих</b> сумматоров при возникновении аварии	SumFailsafeMode

**Сумматор 1**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [4.Сумматоры] → [2.Сумматор 1] →			
<i>состояние</i>	«3.Состояние:»	Активен/остановлен	SumState1
<i>обнуление</i>	«4.Обнулить показания»	Запишите 1, чтобы обнулить сумматор	SumReset1
меню: [4. Обслуживание] → [4.Сумматоры] → [2.Сумматор 1] → [2.Конфигурирование]			
<i>связанный параметр</i>	«2. Назн.:»	Параметр, значения которого накапливаются в сумматоре	SumAssign1
	«3. Режим:»	Определяет значения связанной величины, которые обновляют сумматор: все значения, только положительные или только отрицательные	SumMode1
	«4. Единицы:»	Единицы измерения, используемые при индикации значения сумматора	SumUnit1

**Сумматор 2**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [4.Сумматоры] → [3.Сумматор 2]			
<i>состояние</i>	«3.Состояние:»	Активен/остановлен	SumState2
<i>обнуление</i>	«4.Обнулить показания»	Запишите 1, чтобы обнулить сумматор	SumReset2
меню: [4. Обслуживание] → [4.Сумматоры] → [3.Сумматор 2] → [2.Конфигурирование]			
<i>связанный параметр</i>	«2. Назн.:»	Параметр, значения которого накапливаются в сумматоре	SumAssign2
	«3. Режим:»	Определяет значения связанной величины, которые обновляют сумматор: все значения, только положительные или только отрицательные	SumMode2
	«4. Единицы:»	Единицы измерения, используемые при индикации значения сумматора	SumUnit2

## Сумматор 3

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [4.Сумматоры] → [4.Сумматор 3] →			
<i>состояние</i>	«3.Состояние:»	Активен/остановлен	SumState3
<i>обнуление</i>	«4.Обнулить показания»	Запишите 1, чтобы обнулить сумматор	SumReset3
меню: [4. Обслуживание] → [4.Сумматоры] → [4.Сумматор 3] → [2.Конфигурирование]			
<i>связанный параметр</i>	«2. Назн.:»	Параметр, значения которого накапливаются в сумматоре	SumAssign3
	«3. Режим:»	Определяет значения связанной величины, которые обновляют сумматор: все значения, только положительные или только отрицательные	SumMode3
	«4. Единицы:»	Единицы измерения, используемые при индикации значения сумматора	SumUnit3

## Сумматор 4

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [4. Обслуживание] → [4.Сумматоры] → [5.Сумматор 4] →			
<i>состояние</i>	«3.Состояние:»	Активен/остановлен	SumState4
<i>обнуление</i>	«4.Обнулить показания»	Запишите 1, чтобы обнулить сумматор	SumReset4
меню: [4. Обслуживание] → [4.Сумматоры] → [5.Сумматор 4] → [2.Конфигурирование]			
<i>связанный параметр</i>	«2. Назн.:»	Параметр, значения которого накапливаются в сумматоре	SumAssign4
	«3. Режим:»	Определяет значения связанной величины, которые обновляют сумматор: все значения, только положительные или только отрицательные	SumMode4
	«4. Единицы:»	Единицы измерения, используемые при индикации значения сумматора	SumUnit4

**Заметка:**

Изменение параметров сумматора не влияет на текущее значение  $SumX$ ,  $SumOverflowX$ . Для корректного изменения настроек рекомендуется следующий порядок действий:

1. Остановить сумматор, если он запущен;
2. Задать настройки, например: назначение сумматора, единицы измерения, режим работы;
3. Обнулить сумматор;
4. Запустить сумматор.

### 3.18 Часы реального времени

Расходомеры в исполнении со встроенным вычислителем (I) оснащены часами реального времени с питанием от батареи. Просмотр и настройка даты и времени возможны через экранное меню или по протоколу Modbus.

#### Для настройки используются параметры:

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [5. Базовые функции] → [11.Настр. даты и врем.] →			
<i>время</i>	«2. ДД.ММ.ГГ ЧЧ:ММ СС»	Текущее время	
<i>год</i>	«3.Год»	Год	YearRTC
<i>месяц</i>	«4.Месяц»	Месяц	MonthRTC
<i>день</i>	«5.День»	День	DOMRTC
<i>час</i>	«6.Час»	Час	HoursRTC
<i>минута</i>	«7.Минута»	Минута	MinutesRTC
<i>секунда</i>	«8.Секунда»	Секунда	SecondsRTC

Для контроля заряда батареи микроконтроллер каждый час сравнивает текущее напряжение батареи с *пороговым значением*. При снижении напряжения ниже *порогового значения* устанавливается предупреждение «! S #14 Батарея разр». При выпуске из производства *пороговое значение* устанавливается на уровне 2 В. Микросхема часов сохраняет работоспособность при снижении напряжения питания до 1,7 В. Пользователь может изменить *пороговое значение* через экранное меню или по протоколу Modbus.

Батарея размещена на печатной плате внутри корпуса электронного блока расходомера. Для замены батареи требуется снятие передней крышки электронного блока, с нарушением пломбы. Поэтому, замену батареи рекомендуется выполнять при периодической поверке.

#### Для настройки используются параметры:

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
<i>статус заряда</i>		Статус заряда батареи: «0» — недостаточный заряд; «1» — достаточный.	IsBatteryCharge
меню: [4. Обслуживание] → [9. Батарея] →			
<i>заряд</i>	«2. Заряд, В»	Текущий уровень заряда батареи в Вольтах	BatteryVoltage
<i>режимы работы</i>	«3. Обновить»	Принудительный запуск проверки заряда батареи: «0» — режим автопроверки; «1» — принудительный запуск.	CheckBattery

номинальный заряд	«4. Номинал, В»	Номинальное значение полного заряда батареи в Вольтах	BatteryVoltageRating
пороговое значение	«5. Порог, В»	Пороговое значение заряда батареи в Вольтах	BatteryVoltageThreshold

### 3.19 Журнал

Расходомеры в исполнении со встроенным вычислителем (I) оснащены журналом для записи показаний расходомера, изменений его состояния и настроек. В журнал заносятся записи следующих типов:

- Регулярные записи средних показаний за период;
- Записи о возникновении и снятии ошибок и предупреждений;
- Записи об изменении настроек;
- Записи об изменении состояния питания прибора.

Записи хранятся в отдельных лентах (областях ПЗУ), но связаны сквозным индексом, что позволяет восстановить порядок их следования даже при сбое системного времени.

#### 3.19.1 Назначение и содержимое записей

Ленты текущих показаний – это четыре ленты с регулярным добавлением записей о результатах измерений, осреднённых или накопленных за соответствующий период – поминутная, почасовая, ежедневная и ежемесячная. Каждая запись включает в себя:

- Идентификационный номер записи;
- Дату и время добавления записи (окончания периода);
- Среднее значение температуры газа, °С;
- Среднее значение давления газа, МПа;
- Данные сумматоров 1..3 (сумма, счётчик переполнений, время суммирования);
- Среднее значение качества сигнала.

Ленты сообщений – это четыре ленты для записей событий установки и снятия: системных ошибок, системных предупреждений, ошибок процесса и предупреждений процесса. Записи добавляются не чаще, чем раз в секунду. Запись содержит информацию о сообщениях, которые были установлены или сняты за прошедшую секунду. Если события не возникают и не снимаются, то записи в ленту не добавляются. Каждая запись включает в себя:

- Идентификационный номер записи;
- Дату и время добавления;

- Массив ошибок или предупреждений с отметками о появлении или снятии.

В ленту изменений настроек сохраняются записи обо всех изменениях в настройках расходомера. Каждая запись включает в себя:

- Идентификационный номер записи;
- Дату и время добавления;
- Номер изменяемого параметра;
- Предыдущее значение параметра;
- Новое значение параметра.

В ленту изменений состояния питания сохраняются записи о снижении напряжения питания ниже порогового значения (в т.ч. и приводящем к отключению расходомера) и о возвращении питания к нормальному уровню (в т.ч. после включения расходомера). Каждая запись содержит:

- Идентификационный номер записи;
- Дату и время добавления;
- Новое состояние питания («Вкл» или «Выкл»).

**Заметка:**

Записи о выключении прибора и результатах измерений за периоды, истекшие за время отсутствия питания, добавляются в журнал при включении прибора. Подобное решение вызвано опасностью потери данных во время снижения напряжения питания.

### 3.19.2 Длительность хранения записей

Под каждую ленту выделена область памяти на определённое количество записей. При заполнении всей выделенной области перезаписываются самые старые записи. Если пользователь не выполняет очистку (сброс) журнала, то длительность хранения определяется размером ленты и частотой добавления записей (таблица 3.7).

Таблица 3.7 – Размеры лент и время хранения записи

Лента	Размер ленты, записей	Время хранения записи в зависимости от частоты добавления
Регулярная минутная	20184	не менее 14 суток
Регулярная часовая	3000	не менее 4 месяцев
Регулярная суточная	760	не менее 2 лет
Регулярная ежемесячная	120	не менее 10 лет

Лента	Размер ленты, записей	Время хранения записи в зависимости от частоты добавления
Статус питания	1120	1,5 года, если включать и выключать расходомер ежедневно
Системные ошибки	2144	44 дня, если ошибки будут возникать и пропадать ежечасно
Системные предупреждения	2144	44 дня, если предупреждения будут возникать и пропадать ежечасно
Ошибки процесса	2144	44 дня, если ошибки будут возникать и пропадать ежечасно
Предупреждения процесса	2144	44 дня, если предупреждения будут возникать и пропадать ежечасно
Изменения настроек	2064	1 год, если ежедневно изменять по 5 параметров (например, условно-постоянные значения)

### 3.19.3 Сброс и очистка журнала через Modbus

За сброс и обнуление журнала отвечает параметр JournalReset в группе системных параметров. Параметр по умолчанию имеет значение «0». Для запуска стирания данных и обнуления индексов нужно записать «1».

#### **Заметка:**

После изменения значения регистра JournalReset с «0» на «1» регистр какое-то время будет иметь значение «2», сигнализируя о том, что прибор находится в процессе стирания данных журнала. После окончания процедуры значение вернётся к «0».

### 3.19.4 Просмотр журнала через экранное меню прибора

В меню работы с журналом можно выбрать интересующую ленту. В меню каждой ленты можно просмотреть дату и время выбранной записи, листать записи по ленте вперёд и назад, а так же просмотреть данные записи.

#### **Для настройки используются параметры:**

Вход 1

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [6. Журнал] →			
<i>сброс журнала</i>	«12. Сбросить журнал:»	Удаление всех записей журнала	JournalReset

#### **Заметка:**

При просмотре записи, в поле, где должны быть дата и время, можно обнаружить запись «Ошибка контр.суммы». Такая ошибка указывает на повреждение данных.

Если листать записи в обратном порядке, можно дойти до конца ленты. В этом случае можно увидеть запись «Запись отсутствует». Такую же запись можно увидеть, если лента пуста.

**Заметка:**

Просмотр данных журнала можно осуществить на ПК с помощью сервисного ПО расходомера.

**3.20 Настройка нуля**

В некоторых случаях при отсутствии потока через расходомер, измеренное значение расхода может отличаться от нуля на величину, превышающую требуемую стабильность нуля. В таких случаях можно применить отсечку расхода (п. 3.13.1 ) или выполнить настройку нуля.

Как правило, настройка нуля применяется в следующих случаях:

- Требуется повышенная точность при малых расходах;
- Экстремальные условия измерения – высокая температура или давление;
- Загрязнение проточной части, особенно, конденсатом.

**Необходимые условия для настройки**

1. Датчик должен быть опустошён от жидкости;
2. Температура и давление газа в расходомере должны соответствовать целевым условиям измерения;
3. Скорость потока газа должна быть строго равна нулю (перекрыты задвижки).

Запустить процесс обнуления можно одним из способов:

- С помощью экранного меню: «Базовые функции → Настройка → Настройка нуля → Обнуление...»; для параметра «Старт обнуления» выбрать значение «Да»;
- С помощью сервисной программы, «Базовые функции → Настройка нуля», для параметра «Старт обнуления» выбрать значение «Обнулить»;
- По протоколу Modbus (в регистр ZeroPointAdjust записать 1);
- Положительным фронтом на одном из входов, если в настройке входа в качестве назначения указано «Настройка нуля».

**Для настройки используются параметры:**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [5. Базовые функции] → [4.Настройка] → [2.Настройка нуля] → [2.Обнуление...] →			
	«2.Старт обнуления»	При записи 1 запускается процесс настройки нуля	ZeroPointAdjust

**3.21 Включение**

При включении или перезагрузке прибора на дисплее отображается информация, связанная с процессом инициализации расходомера:

Поле 1	Поле 2	Описание
BOOT DEVICE	START MEASURE MODULE	Включение питания, начало процесса загрузки. Запуск измерительного модуля.
BOOT DEVICE	TRIM DIGITAL FILTER	Измерительный модуль запущен, с ним установлена связь. Настройка цифрового фильтра.
RESTART DEVICE	START MEASURE MODULE	Перезапуск устройства (при поданном питании), начало процесса загрузки.
RESTART DEVICE	TRIM DIGITAL FILTER	Измерительный модуль запущен, с ним установлена связь. Настройка цифрового фильтра.

По окончании процесса инициализации на дисплее появляется изображение, соответствующее п. 3.3.2 .

Если в процессе инициализации не удалось установить связь между модулем процессора и измерительным модулем, то вместо измеряемых значений в поле 1 отображается надпись «SYSTEM ERROR!», в поле 2 «RESET MEAS. DEVICE», а в статусной строке «× S #01 Связь с ИМ».

Таблица 3.8 – Причины и способы устранения ошибки установки связи

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Помеха, наведенная на ЭП	Отключить и снова включить питание расходомера
2	Выход из строя измерительного модуля	Заменить электронный преобразователь

**Заметка:**

При включении питания, расходомер выполняет ряд диагностических операций, во время которых могут кратковременно появляться сообщения об ошибках (предупреждения) – это нормальный процесс запуска расходомера.

**Заметка:**

Для получения полной информации о текущем состоянии расходомера войдите в окно «Диагностика» («ГЛАВНОЕ МЕНЮ → Диагностика»). Диагностические сообщения (ошибки, предупреждения) располагаются в порядке понижения важности (Приложение Е). При наличии ошибки воспользуйтесь рекомендациями по устранению причины ошибки (Приложение Е).

**3.22 Идентификационные данные**

Идентификационные данные используются как для идентификации конкретного экземпляра расходомера (серийные номера), так и для установления идентичности текущего внутреннего программного обеспечения (ПО) расходомера с программным обеспечением, использованным при сертификации и поверке (версии ПО, контрольные суммы).

С помощью локального операторского интерфейса и по протоколу Modbus пользователю доступны следующие идентификационные данные:

- Серийный номер расходомера;
- Версия ПО;
- Контрольная сумма ПО (метрологически значимой части).

**Для просмотра используются параметры:**

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр
меню: [3. Информация]			
	«Номер:»	Серийный номер расходомера	SerialNumberDevice
меню: [3. Информация]→[4.Модуль процессора]			
	«Версия:»	Версия ПО	PFSp_FailsafeMode
	«Контр.сумма:»	Контрольная сумма ПО	PFSp_SimFreq

**Заметка:**

- Инструкцию по работе с клавиатурой смотри в п. 3.3.1 данного руководства;
- Описание структуры меню смотри в приложении Д (стр. 123).

## **4 Поверка**

**4.1** Поверке подлежат датчики расхода при выпуске из производства, находящиеся в эксплуатации, на хранении и выпускаемые из ремонта.

Интервал между поверками – четыре года.

**4.2** Поверка расходомера проводится в соответствии с документом МП 0830-1-2018 "Инструкция. ГСИ. Расходомеры-счётчики газа ультразвуковые ЭЛМЕТРО-Флоус (ДРУ). Методика поверки".

## **5 Техническое обслуживание, текущий ремонт**

**5.1** Обслуживание расходомера в процессе эксплуатации подразумевает периодический осмотр не реже одного раза в шесть месяцев:

- состояния герметизирующих элементов расходомера – колец и уплотнительных втулок кабельного ввода;
- состояния наружных поверхностей расходомера, отсутствия вмятин, следов коррозии и других повреждений.

**5.2** Расходомер в исполнении со встроенным вычислителем (I) имеет в составе элемент питания. Так как срок работы элемента питания зависит от разных факторов: температура окружающей среды, длительность нахождения расходомера без питания – рекомендуется регулярная замена элемента питания в рамках подготовки расходомера к периодической поверке.

### **5.2.1** Последовательность действий по замене элемента питания

- Отключите питание расходомера
- Снимите стопор крышки, вывернув удерживающий винт (Рисунок 5.);
- Отверните крышку для снятия ее с корпуса;
- Выкрутите винты и снимите удерживающее кольцо дисплея;
- Отсоедините шлейф дисплея от платы;
- Выкрутите винты и снимите опорное кольцо дисплея;
- С помощью головки или ключа на 5 ослабьте и выкрутите стойки дисплея;
- Аккуратно отсоедините процессорную плату от межплатного разъёма в верхней части и опустите её вниз, не отключая кабели в нижней части платы;

- Выкрутите межплатные стойки;
- Аккуратно отсоедините интерфейсную плату от межплатного разъёма в верхней части, отведите её на себя и отключите разъёмы в нижней части платы.
- Поместите интерфейсную плату на стол и замените элемент питания типа CR2032;
- Соберите электронный преобразователь в обратном порядке.

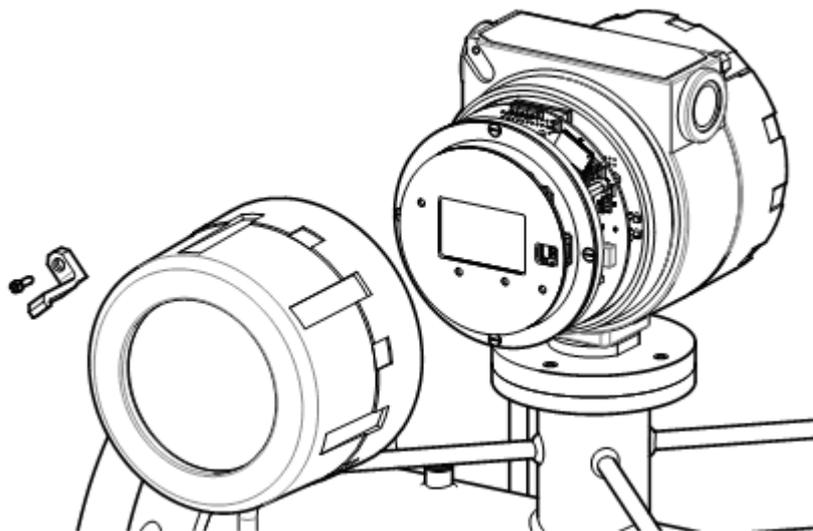


Рисунок 5.1 – Замена элемента питания

5.2.2 Извлечённый элемент питания подлежит утилизации на специализированном предприятии.

5.3 При выходе из строя в течение гарантийного срока эксплуатации расходомер должен быть отправлен на предприятие-изготовитель с приложением акта и паспорта с отметкой о неисправности.

5.4 Осмотр и ремонт, связанные со вскрытием составных частей расходомера, производится только на предприятии-изготовителе или в организациях, осуществляющих сервисное обслуживание и имеющих разрешение (лицензию) на данный вид работ.

5.5 Первичные преобразователи, установленные во взрывоопасных зонах классов В-1а, В-1б, В-1г должны подвергаться, кроме периодического, систематическим внешним осмотрам. При внешнем осмотре, кроме указанного в п. 5.1, необходимо проверить:

- сохранность пломб;
- отсутствие обрывов или повреждений изоляции кабельных линий;

- надёжность подключения кабелей;
- отсутствие обрывов заземляющих проводов и их крепление;
- отсутствие пыли и грязи на корпусе датчика.

## **6 Транспортирование, хранение и утилизация**

**6.1** Условия транспортирования расходомеров в упаковке предприятия-изготовителя должны соответствовать условиям хранения 2 по ГОСТ 15150, но при температуре от минус 40 до плюс 40°C.

**6.2** Расходомер в упаковке предприятия-изготовителя транспортируется всеми видами закрытого транспорта, в том числе и воздушным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках, в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на данном виде транспорта.

При транспортировании расходомеров железнодорожным транспортом вид отправки – мелкая или малотоннажная.

Допускается транспортирование расходомеров в контейнерах.

Во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

Способ укладки ящиков с расходомерами на транспортирующее средство должен исключать их перемещение.

**6.3** Срок пребывания расходомеров в соответствующих условиях транспортирования – не более 3 месяцев.

**6.4** В зимнее время ящики с расходомерами распаковываются в отапливаемом помещении не менее чем через 12 ч после внесения их в помещение.

**6.5** Расходомеры могут храниться как в транспортной таре с укладкой в штабеля до 3 ящиков по высоте, так и без упаковки на стеллажах.

Условия хранения расходомеров в транспортной таре – 2 по ГОСТ 15150, нижнее значение температуры воздуха – минус 50 °С.

Условия хранения расходомеров без упаковки 1 по ГОСТ 15150.

Воздух помещения, в котором хранятся расходомеры, не должен содержать коррозионно-активных веществ.

## 6.6 Утилизация

Расходомер и составляющие его части, комплекты, тара и упаковка подлежат утилизации в соответствии с действующими на территории страны, субъекта, предприятия законами, нормами и правилами.

Перед утилизацией расходомера необходимо очистить его от загрязнений, остатков (отложений) измеряемой среды, просушить, рассортировать материалы, подлежащие утилизации по действующим нормам, передать для утилизации в специализированную организацию; металлические и иные части, пригодные для вторичной переработки передать на специализированные предприятия по их переработке.

Расходомер не содержит драгоценных металлов, подлежащих переработке, иных веществ, утилизация которых осуществляется в особом порядке и требует дополнительных мер для обеспечения безопасности.

Входящие в состав расходомера литиевый элемент питания следует извлечь из расходомера по окончании срока его службы и утилизировать на специализированном предприятии.

## Приложение А – Структура кода заказа

Код заказа состоит из основной строки и может содержать дополнительные строки. Основная строка описывает расходомер и содержит указания на наличие в поставке дополнительных аксессуаров. Их детализация приводится в дополнительных строках заказа

Также в дополнительных строках могут быть указаны параметры заказной настройки расходомера: режимы работы выходов и входов, настройки сумматоров, отображение на дисплее.

Пример условного обозначения при заказе:

ЭЛМЕТРО-Флоус.1-Ех-С050-СI-ВN-ХХХS-015-ОМ-АС-G-СZХ-ХХ

СА24-4АС-05-03-04-10

КМЧ-050-057-Z-U20D10N-C080-F017-X-Z-X

Таблица А.1 – Состав основной строки заказа:

Код	Описание	Стандарт
<i>Информация о расходомере в целом</i>		
	Наименование расходомера ЭЛМЕТРО-Флоус (ДРУ)	
.	Количество акустических каналов (лучей)	
#	Определяется изготовителем (1, 2 или 4)	
–	Исполнение по взрывозащите	
<b>Ех</b>	Взрывозащищенное	•
	Общепромышленное	
–	Конструктивное исполнение	
<b>С</b>	Корпусное исполнение	•
<b>Р</b>	Врезное исполнение	
	Внутренний диаметр трубопровода / DN расходомера, мм	
###	Внутренний диаметр трубопровода (для врезного исполнения)	
	DN расходомера (для корпусного исполнения):	
<b>050</b>	50	•
<b>080</b>	80	•
<b>100</b>	100	•
<b>150</b>	150	•
<b>200</b>	200	•
<b>250</b>	250	•
<b>300</b>	300	•
–	Класс точности (погрешность при рабочих условиях)	
<b>А</b>	0,5 %	
<b>В</b>	0,7 %	
<b>С</b>	1,0 %	•

Код	Описание	Стандарт
<b>D</b>	1,5 %	•
<b>F</b>	3,0 %	•
	Исполнение по составу и измеряемым величинам	
<b>W</b>	Без функций вычислителя расхода – измерение объёмного расхода и объёма в рабочих условиях	•
<b>I</b>	С функцией вычислителя расхода – измерение объёмного расхода и объёма в рабочих условиях, стандартных условиях, массового расхода, массы и теплоты сгорания газа; ведение архива	•
<i>Параметры процесса</i>		
	Исполнение по давлению	
<b>B</b>	2,5 МПа	•
<b>L</b>	4,0 МПа	
<b>S</b>	6,3 МПа	
<b>M</b>	10 МПа	
<b>E</b>	16 МПа	
	Исполнение по температуре рабочей среды	
<b>U</b>	-70..+50 °С	
<b>N</b>	-50..+50 °С	•
<b>T</b>	-50..+120 °С	
–	Исполнение по защите от абразивных включений	
<b>X</b>	Поток не содержит абразивных включений	•
<b>D</b>	Поток содержит абразивные включения	
	Исполнение для процессов с большим содержанием жидкости	
<b>X</b>	Поток не содержит жидкостей в существенном количестве	•
<b>W</b>	Поток содержит существенное количество жидкости	
	Исполнение по агрессивности измеряемой среды	
<b>X</b>	Газы и газовые смеси, не агрессивные к стали 12X18H10T	•
<b>Y</b>	Агрессивные газовые смеси. Меры по предотвращению коррозии согласовываются с заказчиком, исходя из свойств среды	
	Исполнение по диапазону расходов	
<b>S</b>	Стандартный диапазон (1:100)	•
<b>E</b>	Расширенный (до 1:400, в зависимости от класса точности)	•
<i>Присоединение к процессу</i>		
<b>###</b>	См. таблицу А.7 (и примечания к таблице)	
<i>Исполнение электронного блока ДРУ</i>		
	Тип индикатора	
<b>X</b>	Без индикатора и клавиатуры, $-50 < t_a < +50$ °С	
<b>L</b>	LCD-индикатор и ёмкостная клавиатура, $-20 < t_a < +50$ °С	•
<b>O</b>	OLED-индикатор и ёмкостная клавиатура, $-50 < t_a < +50$ °С	•
	Наличие интерфейсов	
<b>M</b>	Modbus RTU	•
<b>H</b>	Modbus RTU + HART	

Код	Описание	Стандарт
<i>Компоненты для приведения расхода к стандартным условиям</i>		
	Пределы приведённой погрешности датчика давления, %	
X	Датчик давления не поставляется (давление условно-постоянное)	•
A	±0,15	•
B	±0,2	•
C	±0,3	
	Пределы приведённой погрешности датчика температуры, %	
X	Датчик температуры не поставляется (t условно-постоянная)	•
A	±0,15	
B	±0,3	•
C	±0,5	
D	±0,75	
<i>Государственная поверка</i>		
X	Отсутствует	
G	Наличие государственной поверки	•
<i>Дополнительная комплектация расходомера</i>		
	Поставка кабельной системы, в т.ч. кабельных вводов	
X	Отсутствует	•
C	См. таблицу А.2	•
	Поставка комплекта монтажных частей	
X	Отсутствует	•
Z	См. таблицу А.5	•
	Дополнительная комплектация и аксессуары	
X	Отсутствует	•
E	По согласованию с заказчиком	
<i>Исполнение по дополнительным требованиям</i>		
	Исполнение электронного блока по ГОСТ 14524-2015	
X	IP65	•
I	IP67	
	Стойкость электронного блока к воздействию сероводорода	
X	Обычное исполнение электронного блока	•
H	Повышенная стойкость электронного блока к воздействию сероводорода	

Примечание: стандартное исполнение подразумевает минимальные сроки поставки;

Таблица А.2 – Параметры кабельной системы

Код	Описание	Стандарт
CA	Кабельные вводы на электронном блоке	
	Правый* кабельный ввод на электронном блоке	
#	Код в соответствии с таблицей А.3	
	Левый* кабельный ввод на электронном блоке	
#	Код в соответствии с таблицей А.3	
<i>Дальше для исполнения I по составу и измеряемым величинам</i>		
-	Тип кабельных вводов на коммутационной коробке и датчиках температуры и давления	
#	см. таблицу А.3	

Код	Описание	Стандарт
	Тип защиты кабеля	
<b>X</b>	Защита не поставляется	•
<b>A</b>	Металлорукав	
<b>B</b>	Пластиковая гофрированная труба	
<b>C</b>	Металлическая гофрированная труба	
	Тип кабеля (таблица А.4)	
<b>X</b>	Не поставляется	
<b>S</b>	Стандартный кабель	•
<b>P</b>	Огнестойкий кабель	
<b>Q</b>	Стандартный кабель с опциями защиты	
<i>Длина кабелей для подключения датчиков температуры и давления</i>		
–	Длина кабеля между электронным блоком и клеммной коробкой	
<b>##</b>	м	
–	Длина кабеля до датчика давления	
<b>##</b>	м	
–	Длина кабеля до датчика температуры после расходомера	
<b>##</b>	м	
–	Длина кабеля до датчика температуры перед расходомером (опция)	
<b>##</b>	м	

Примечание: \* расположение кабельных вводов для внешних соединений указано на рисунке 2.;

Таблица А.3 – Варианты кабельных вводов

Код	Описание	Стандарт
<b>X</b>	не поставляется	•
<b>0</b>	Отверстие для кабельного ввода отсутствует	•
<b>1</b>	Ехd-сертифицированная заглушка	
<b>2</b>	Ехd кабельный ввод без присоединения средств защиты кабеля	•
<b>3</b>	Ехd кабельный ввод с зажимом под броню	
<b>4</b>	Ехd кабельный ввод с зажимом под металлорукав	
<b>5</b>	Общепромышленный металлические кабельный ввод; без присоединения средств защиты кабеля	•
<b>6</b>	Общепромышленный металлический кабельный ввод с зажимом под броню	
<b>7</b>	Общепромышленный металлический кабельный ввод с зажимом под металлорукав	
<b>8</b>	Общепромышленный пластиковый кабельный ввод; без присоединения средств защиты кабеля	

Примечание: стандартное исполнение подразумевает минимальные сроки поставки.

Таблица А.4 – Варианты кабеля для подключения датчиков температуры и давления

Код	Марка кабеля	Свойства изоляции		Стандарт
		базовые*	опции**	
<b>X</b>	Не поставляется			
<b>S</b>	КИПЭВ-(1-3)х2х0,6	Bs	–	•
<b>P</b>	КСБГнг(А)-(1-3)х2х0,64	Bg, Fp, Ls	Ar, Fs, Ws, Hf	
<b>Q</b>	КИПЭВ-(1-3)х2х0,6	Bs	Ar, Bg, Hr, Op, Cr, Ws, Hf	

\* Bs – не распространяет горение при одиночной прокладке; Bg – не распространяет горение при групповой прокладке; Fp – огнестойкий; Ls – низкое дымо- и газовыделение.

\*\* Ar – защита броней; Hr – повышенная теплостойкость; Op – повышенная маслобензостойкость; Cr – повышенная морозостойкость; Ws – водоблокирующая лента для прокладки в грунтах; Hf – безгалогенная оболочка; Fs – огнестойкая лента для дополнительной огнезащиты.

Таблица А.5 – Комплект монтажных частей (КМЧ)

Код	Описание	Стандарт
<i>Параметры трубопровода</i>		
–	Внутренний диаметр	
###	мм	
–	Наружный диаметр	
###	мм	
–	Материал монтажных частей	
<b>X</b>	КМЧ не поставляется	•
<b>Z</b>	Стандартное исполнение КМЧ для неагрессивных сред, температура измеряемой и окружающей среды $\geq -40^{\circ}\text{C}$ (см. таблицу А.6)	•
<b>C</b>	Хладостойкое исполнение КМЧ, для неагрессивных сред, температура измеряемой и окружающей среды $\geq -70^{\circ}\text{C}$ (см. таблицу А.6)	
<b>Y</b>	Исполнение КМЧ коррозионно-стойкое для агрессивных сред (см. таблицу А.6)	
–	Длина прямого участка перед расходомером	
<b>X</b>	Нет прямого участка	•
<b>U10</b>	Прямой участок 10DN	•
<b>U15</b>	Прямой участок 15DN	
<b>U20</b>	Прямой участок 20DN (состоит из 2х участков 10DN)	•
<b>U30</b>	Прямой участок 30DN (состоит из 2х участков 15DN или 3х 10DN)	•
<b>U##</b>	Прямой участок произвольной длины, в единицах DN	
	Длина прямого участка после расходомера	
<b>X</b>	Нет прямого участка	•
<b>D05</b>	Прямой участок 5DN (для DN 50 8DN, для DN 80 6,25DN)	•
<b>D10</b>	Прямой участок 10DN	
<b>D##</b>	Прямой участок произвольной длины, в единицах DN	
	Места для установки датчиков температуры и давления на прямом участке после расходомера	
<b>X</b>	Не устанавливаются	•
<b>N</b>	С местами для установки датчиков температуры и давления	•
–	Наличие конусных переходов и диаметр со стороны	

Код	Описание	Стандарт
	трубопровода	
<b>X</b>	Не поставляются	•
<b>C###</b>	Поставляются, ### – номинальный диаметр (010..900)	
–	Наличие конусных переходов и их присоединение к трубопроводу	
<b>X</b>	Не поставляются	•
<b>F###</b>	Конусные переходы с фланцевым присоединением (со стороны трубопровода), тип фланцев из таблицы А.6	
<b>W## #</b>	Конусные переходы под приварку, ### – толщина стенки трубопровода, мм	
–	Наличие устройства формирования потока и его тип	
<b>X</b>	Не поставляются	•
<b>N</b>	Плоский - тип NEL	
<b>T</b>	Трубчатый	
–	Наличие ответных фланцев, прокладок и метизов и их исполнение по коррозионной стойкости	
<b>X</b>	Не поставляются	•
<b>Z</b>	Стандартное исполнение, для неагрессивных сред, температура измеряемой и окружающей среды не ниже -40°C (см. таблицу А.6)	•
<b>C</b>	Хладостойкое исполнение, для неагрессивных сред, температура измеряемой и окружающей среды не ниже -70°C (см. таблицу А.6)	
<b>Y</b>	Исполнение коррозионностойкое для агрессивных сред (см. таблицу А.6)	
–	Наличие монтажной вставки	
<b>X</b>	Вставка монтажная не поставляется*	•
<b>Z</b>	Наличие вставки монтажной, исполнение для неагрессивных сред, температура измеряемой и окружающей среды не ниже -40°C (см. таблицу А.6)	
<b>C</b>	Хладостойкое исполнение, для неагрессивных сред, температура измеряемой и окружающей среды не ниже -70°C (см. таблицу А.6)	
<b>Y</b>	Наличие вставки монтажной, исполнение для агрессивных сред (см. таблицу А.6)	

Примечания:

- стандартное исполнение подразумевает минимальные сроки поставки;
- фланцы проточной части расходомера – только стандартные (отметка в столбце «Стандарт» таблицы А.6);
- сварка ответных фланцев при установленном расходомере не допускается.

Таблица А.6 – Перечень материалов деталей расходомера, контактирующих с рабочей средой

Детали	Код		
	Z	C	Y
Детали расходомера непосредственно контактирующие с рабочей средой	Сталь 12X18H10T	Сталь 12X18H10T	Сталь 12X18H10T
Фланец (КМЧ)	Сталь 20	Сталь 09Г2С	Сталь 12X18H10T
Прямой участок	Сталь 20	Сталь 09Г2С	Сталь 12X18H10T
Конусный переход	Сталь 20	Сталь 09Г2С	Сталь 12X18H10T
Уплотнительные элементы фланцев			
Прокладка плоская паронитовая (исполнение по температуре рабочей среды: до +50 °С, исполнение по давлению: ≤ 4,0 МПа)	Паронит маслобензостойкий ПМБ по умолчанию, ПОН-Б по согласованию		
Прокладка спирально-навитая типа СНП-В (исполнение по температуре рабочей среды: до +120 °С, исполнение по давлению: ≤ 4,0 МПа)	Сталь 12X18H10T		
Прокладка овального сечения (исполнение по температуре рабочей среды: до +120 °С, исполнение по давлению ≥ 6,3 МПа)	08КП или аналог	08X13	08X18H10

Таблица А.7 – Типы присоединения к трубопроводу

Тип присоединения	Код	Макс. давление среды, МПа	Исполн. уплотн. поверх.	Стандарт	Устан. на расходомер
По согласованию с изготовителем	<b>000</b>				
3-DN-25 ГОСТ 12821-80	<b>x01</b>	2,5	3	•	+
2-DN-25 ГОСТ 12821-80	<b>x02</b>	2,5	2		
1-DN-25 ГОСТ 12820-80	<b>x03</b>	2,5	1		
3-DN-40 ГОСТ 12821-80	<b>x04</b>	4,0	3	•	+
2-DN-40 ГОСТ 12821-80	<b>x05</b>	4,0	2		
3-DN-63 ГОСТ 12821-80	<b>x06</b>	6,3	3	•	+
2-DN-63 ГОСТ 12821-80	<b>x07</b>	6,3	2		
7-DN-63 ГОСТ 12821-80	<b>x08</b>	6,3	2		+
3-DN-100 ГОСТ 12821-80	<b>x09</b>	10	3	•	+
2-DN-100 ГОСТ 12821-80	<b>x10</b>	10	2		
7-DN-100 ГОСТ 12821-80	<b>x11</b>	10	7		+
3-DN-160 ГОСТ 12821-80	<b>x12</b>	16	3	•	+
2-DN-160 ГОСТ 12821-80	<b>x13</b>	16	2		
7-DN-160 ГОСТ 12821-80	<b>x14</b>	16	7		+
DN-25-01-1-F ГОСТ 33259-2015	<b>x15</b>	2,5	F	•	+
DN-25-01-1-E ГОСТ 33259-2015	<b>x16</b>	2,5	E		
DN-25-01-1-B ГОСТ 33259-2015	<b>x17</b>	2,5	B		
DN-40-11-1-F ГОСТ 33259-2015	<b>x18</b>	4,0	F	•	+
DN-40-11-1-E ГОСТ 33259-2015	<b>x19</b>	4,0	E		
DN-63-11-1-F ГОСТ 33259-2015	<b>x20</b>	6,3	F	•	+
DN-63-11-1-E ГОСТ 33259-2015	<b>x21</b>	6,3	E		
DN-63-11-1-J ГОСТ 33259-2015	<b>x22</b>	6,3	J		+
DN-100-11-1-F ГОСТ 33259-2015	<b>x23</b>	10	F	•	+
DN-100-11-1-E ГОСТ 33259-2015	<b>x24</b>	10	E		
DN-100-11-1-J ГОСТ 33259-2015	<b>x25</b>	10	J		+
DN-160-11-1-F ГОСТ 33259-2015	<b>x26</b>	16	F	•	+
DN-160-11-1-E ГОСТ 33259-2015	<b>x27</b>	16	E		
DN-160-11-1-J ГОСТ 33259-2015	<b>x28</b>	16	J		+

где DN и «х» определяются номинальным диаметром фланца по таблице А.8.

Таблица А.8

<b>Значение «х»</b>	<b>DN</b>
<b>1</b>	50
<b>2</b>	80
<b>3</b>	100
<b>4</b>	150
<b>5</b>	200
<b>6</b>	250
<b>7</b>	300

## Примечания:

- стандартное исполнение подразумевает минимальные сроки поставки;
- фланцы отмеченные «+» могут быть установлены на проточную часть расходомера. Остальные фланцы предназначены для установки на прямые участки и конусные переходы;
- для фланцев, устанавливаемых на расходомер, размеры уплотнительной поверхности исполнений 3 и F отличаются от указанных в ГОСТ и приведены в приложении Б.

**Приложение Б – Габаритные и присоединительные размеры**

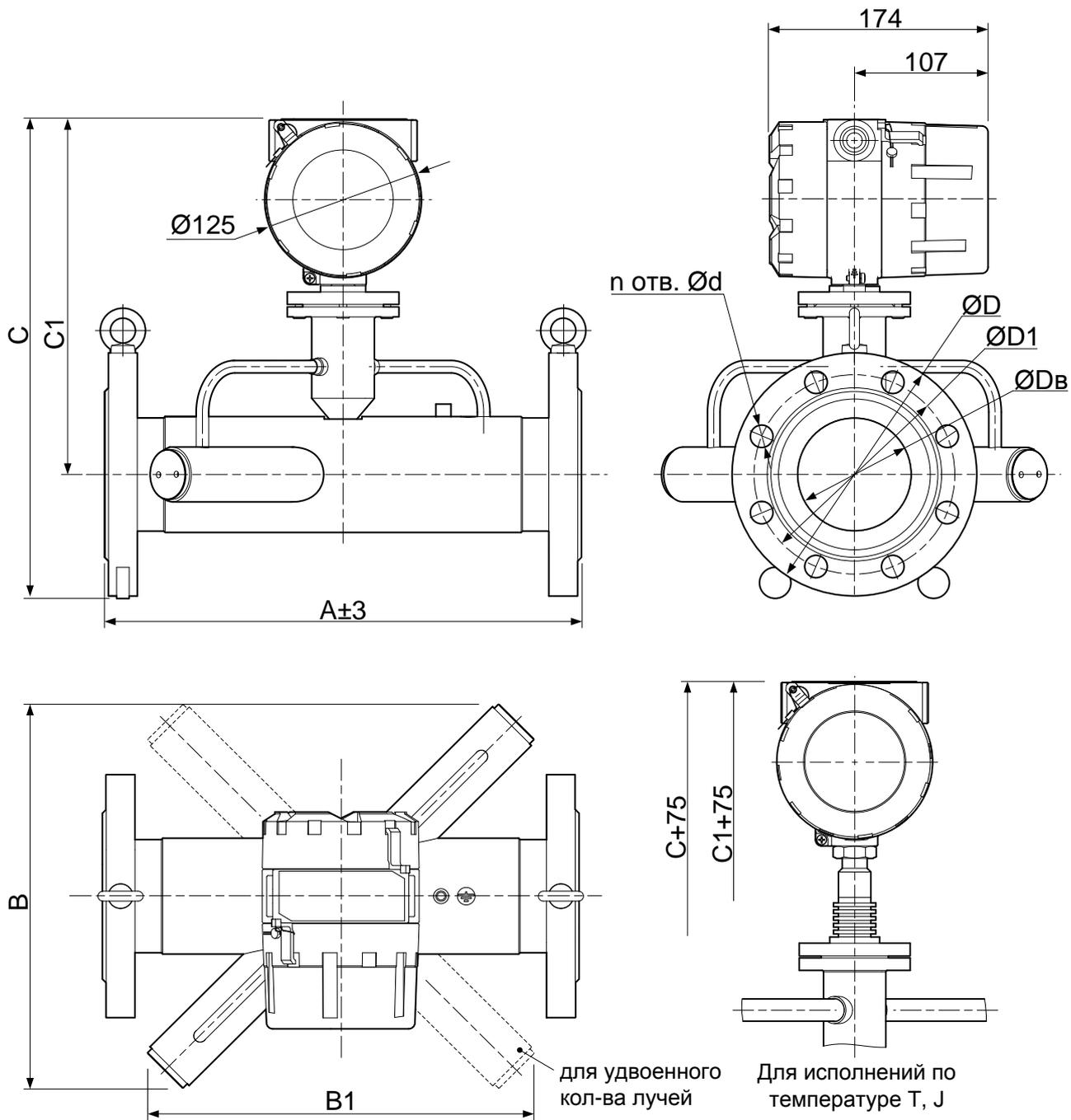


Рисунок Б.1 – Габаритные размеры датчиков с PN ≤ 25

Таблица Б.1 – Габаритные размеры и масса датчиков

DN	PN, кгс/см <sup>2</sup>	Лучи	Код присоед.*	A	B	B1	C	C1	D	D1	Dв	d	n	Масса, кг
50	25	1	101	330	263	263	349	268	160	125	50	18	4	16
			115											
			116	324										

DN	PN, кгс/см <sup>2</sup>	Лучи	Код присоед.*	A	B	B1	C	C1	D	D1	Dв	d	n	Масса, кг
80	25	1	201	380	308	308	385	286	195	160	80	18	8	22
			215											
			216	374										
		2	201	380	300	294								
			215											
			216	374										
100	25	1	301	406	314	314	413	295	230	190	100	22	8	30
			315											
			316	400										
		2	301	406	322	304								
			315											
			316	400										
		4	301	406	337	304								
			315											
			316	400										
150	25	1	401	480	363	363	470	318	300	250	146	26	8	43
			415											
			416	474										
		2	401	480	368	346								
			415											
			416	474										
200	25	1	501	522	451	283	528	346	360	310	202	26	12	58
			515											
			516	516										
		2	501	522	427	269								
			515											
			516	516										
300	25	4	701	650	557	344	646	402	485	430	305	30	16	143
			715											
			716	642										

Размеры указаны в мм.

\* Тип присоединения – см. таблицу А.7

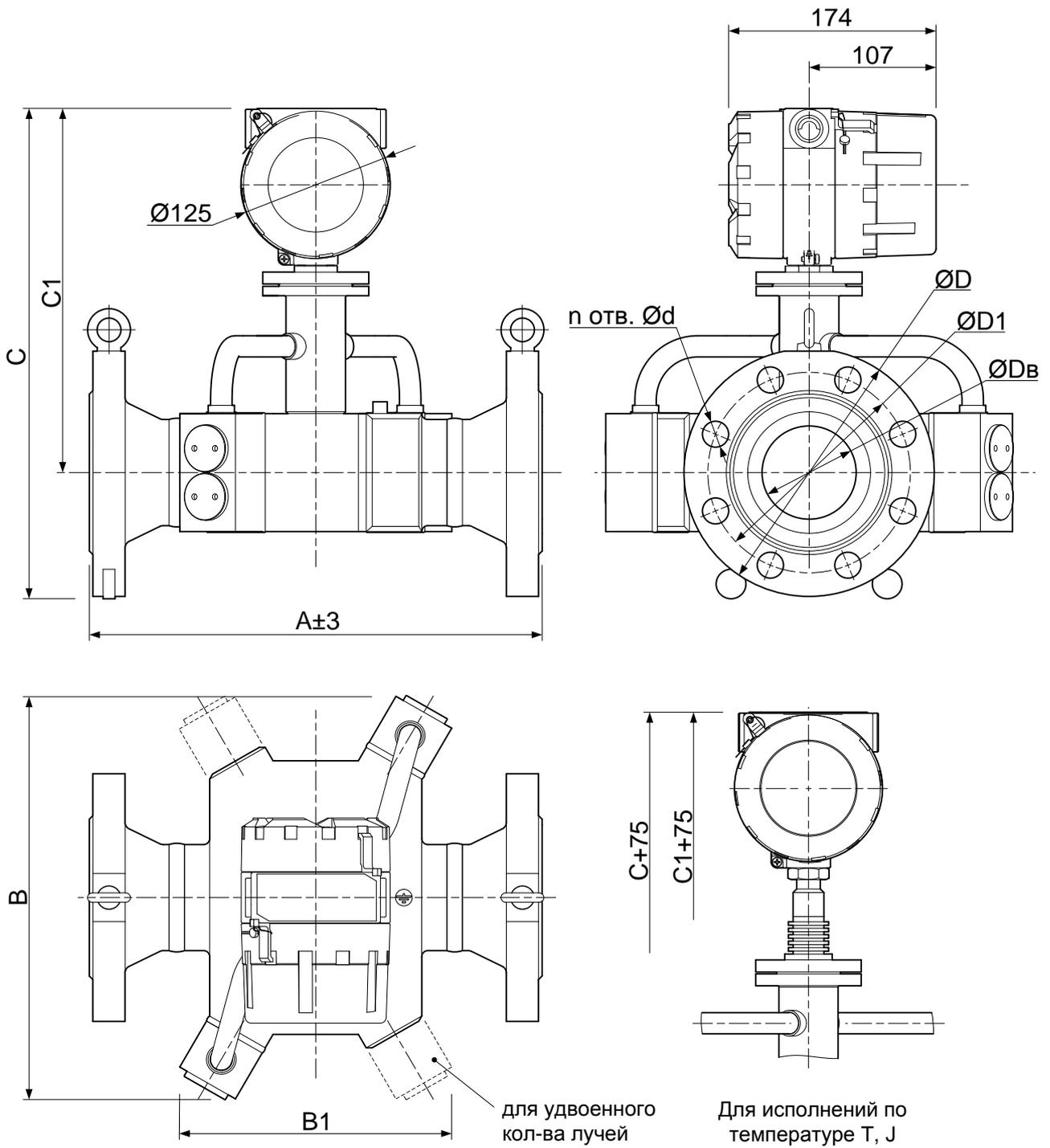


Рисунок Б.2 – Габаритные размеры датчиков с PN:  
 $\leq 25$  для DN 100;  
 $> 25$  для остальных DN

Таблица Б.2 – Габаритные размеры и масса датчиков

DN	PN, кгс/см <sup>2</sup>	Лучи	Код присоед.*	A	B	B1	C	C1	D	D1	Dв	d	n	Масса, кг
50	100	1	125	380	324	218	394	294	195	145	50	26	4	37
80	63	2	222	380	343	229	416	309	210	170	79	22	8	44
	100	2	225	391			426		230	180		26		49
100	25	4	315	406	360	239	436	319	230	190	100	22	8	58
	100		325	411			453		265	210		30		70
250	40	4	618	584	510	325	627	402	445	385	250	33	12	235

Размеры указаны в мм.

\* Тип присоединения – см. таблицу А.7

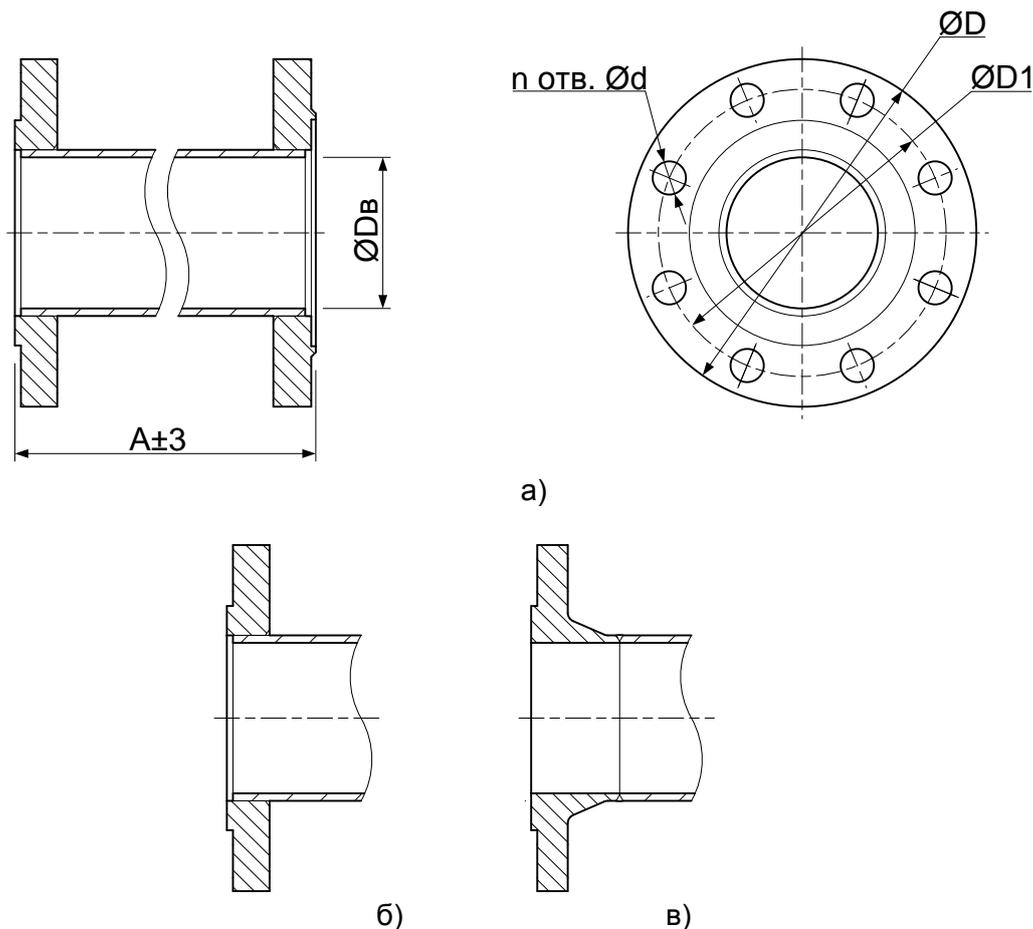


Рисунок Б.3 – Габаритные размеры прямого участка длиной 10DN (до расходомера):  
 а) прямой участок  
 б) присоединение для PN ≤ 25 (плоский фланец)  
 в) присоединение для PN > 25 (воротниковый фланец)

Таблица Б.3 – Габаритные размеры и масса прямых участков

DN	PN, кгс/см <sup>2</sup>	A	Dв	D	D1	d	n	Масса, кг
50	25	500	50	160	125	18	4	7,9
	40		50	160	125	18		8,0
	63		50	175	135	22		11,6
	100		50	195	145	26		14,9
	160*			195	145	26		
80	25	800	80	195	160	18	8	12,6
	40		79	195	160	18		17,3
	63		79	210	170	22		22,4
	100		79	230	180	26		28,7
	160*			230	180	26		
100	25	1000	100	230	190	22	8	19,8
	40*			230	190	22		
	63*			250	200	26		
	100*			265	210	30		
	160*			265	210	30		

DN	PN, кгс/см <sup>2</sup>	A	Dв	D	D1	d	n	Масса, кг
150	25	1500	146	300	250	26	8	45,5
	40*			300	250	26		
	63*			340	280	33		
	100*			350	290	33	12	
	160*			350	290	33		
200	25	2000	202	360	310	26	12	128,3
	40*			375	320	30		
	63*			405	345	33		
	100*			430	360	39		
	160*			430	360	39		
250	25	2500	254	425	370	30	12	195,2
	40		250	445	385	33		230,4
	63*			470	400	39		
	100*			500	430	39		
	160*			500	430	39		
300	25	3000	305	485	430	30	16	276,0
	40*			510	450	33		
	63*			530	460	39		
	100*			585	500	45		
	160*			585	500	45		

Размеры указаны в мм.

\* По согласованию

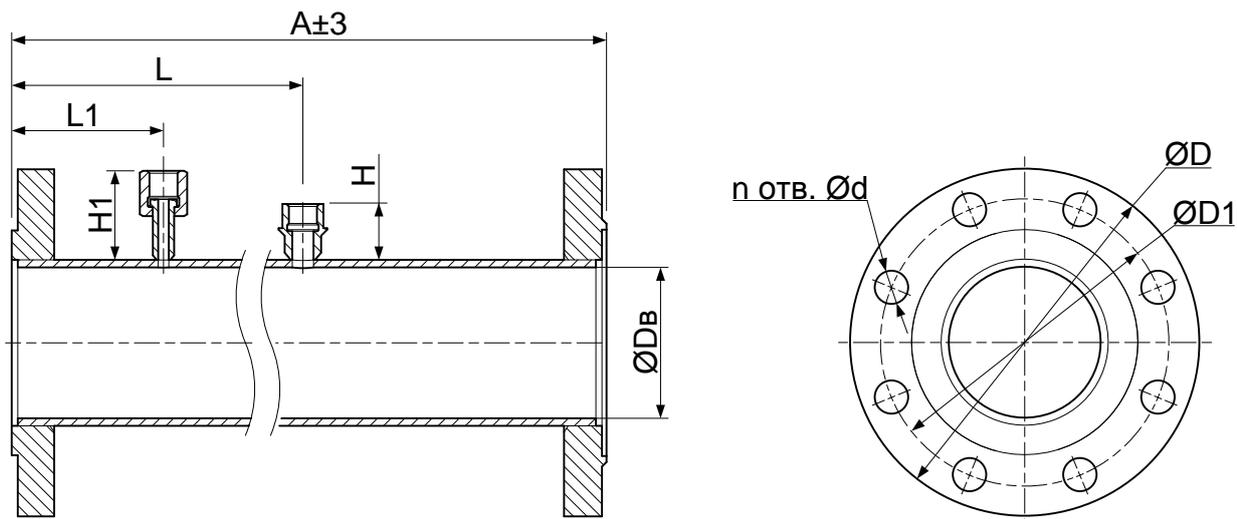


Рисунок Б.4 – Габаритные размеры прямого участка после расходомера

Примечание: наличие креплений для датчиков температуры и давления является опцией кода заказа.

Таблица Б.4 – Габаритные размеры и масса прямых участков

DN	PN, кгс/см <sup>2</sup>	A	Dв	D	D1	d	n	L1	L	H1	H	Масса, кг
50	25	400	50	160	125	18	4	100	300	59	67	8,1
	40		50	160	125	18						7,6
	63		50	175	135	22						11,2
	100		50	195	145	26						14,4
	160*			195	145	26						
80	25	500	80	195	160	18	8	150	350	59	47	12,9
	40		79	195	160	18						14,4
	63		79	210	170	22						19,4
	100		79	230	180	26						25,4
	160*			230	180	26						
100	25	500	100	230	190	22	8	150	350	59	37	18,2
	40*			230	190	22						
	63*			250	200	26						
	100*			265	210	30						
	160*			265	210	30						
150	25	750	146	300	250	26	8	300	500	59	67	34,5
	40*			300	250	26						
	63*			340	280	33						
	100*			350	290	33						
	160*			350	290	33						
200	25	1000	202	360	310	26	12	400	600	59	47	77,2
	40*			375	320	30						
	63*			405	345	33						
	100*			430	360	39						
	160*			430	360	39						

DN	PN, кгс/см <sup>2</sup>	A	Dв	D	D1	d	n	L1	L	H1	H	Масса, кг
250	25	1250	254	425	370	30	12	500	700	59	67	123,3
	40		250	445	385	33						152,8
	63*			470	400	39						
	100*			500	430	39						
	160*			500	430	39						
300	25	1500	305	485	430	30	16	600	800	59	37	182,7
	40*			510	450	33						
	63*			530	460	39						
	100*			585	500	45						
	160*			585	500	45						

Размеры указаны в мм.

\* По согласованию

**Приложение В – Внешние подключения**

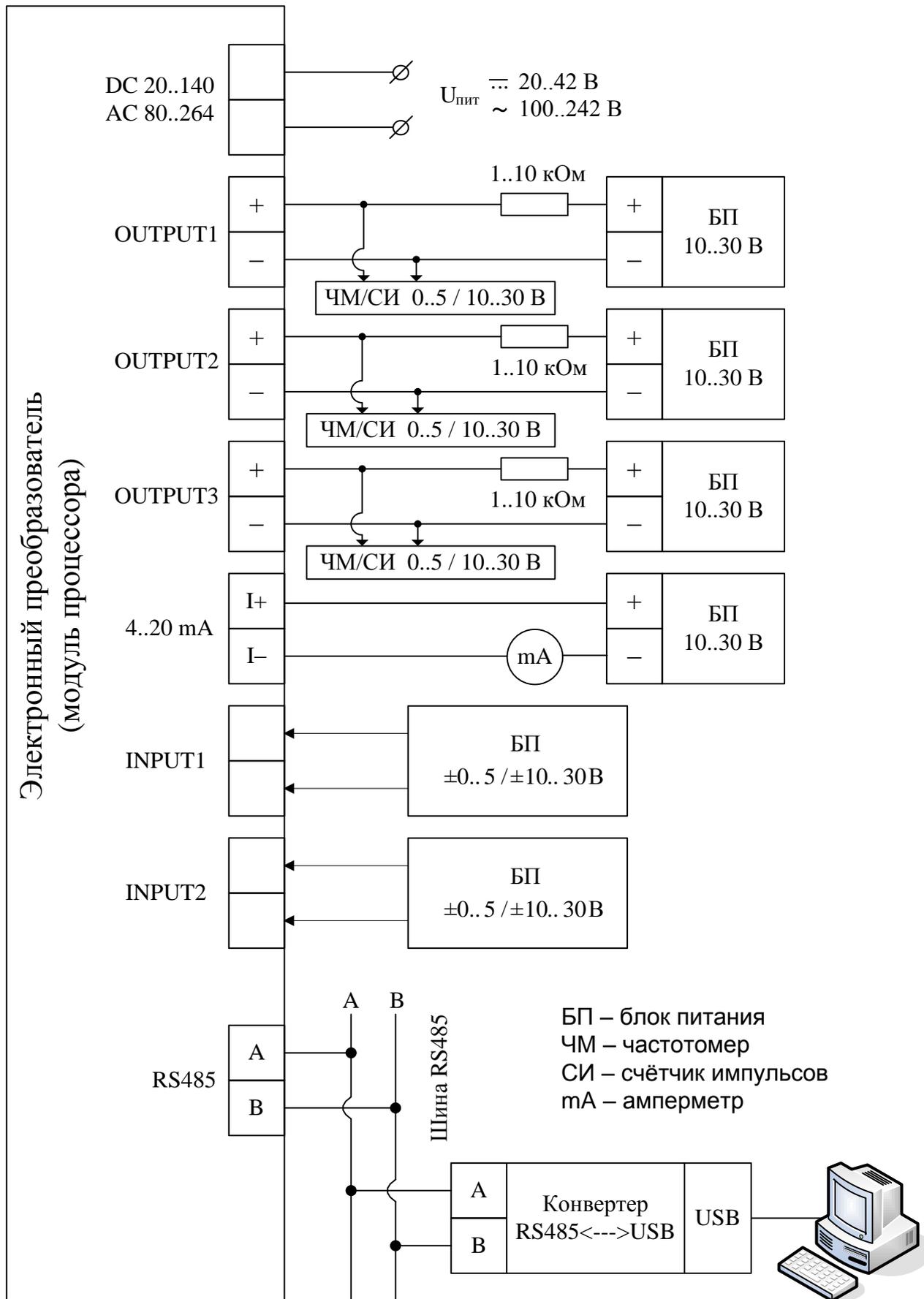


Рисунок В.1 – Схема подключения расходомера к внешним устройствам (исполнение W)

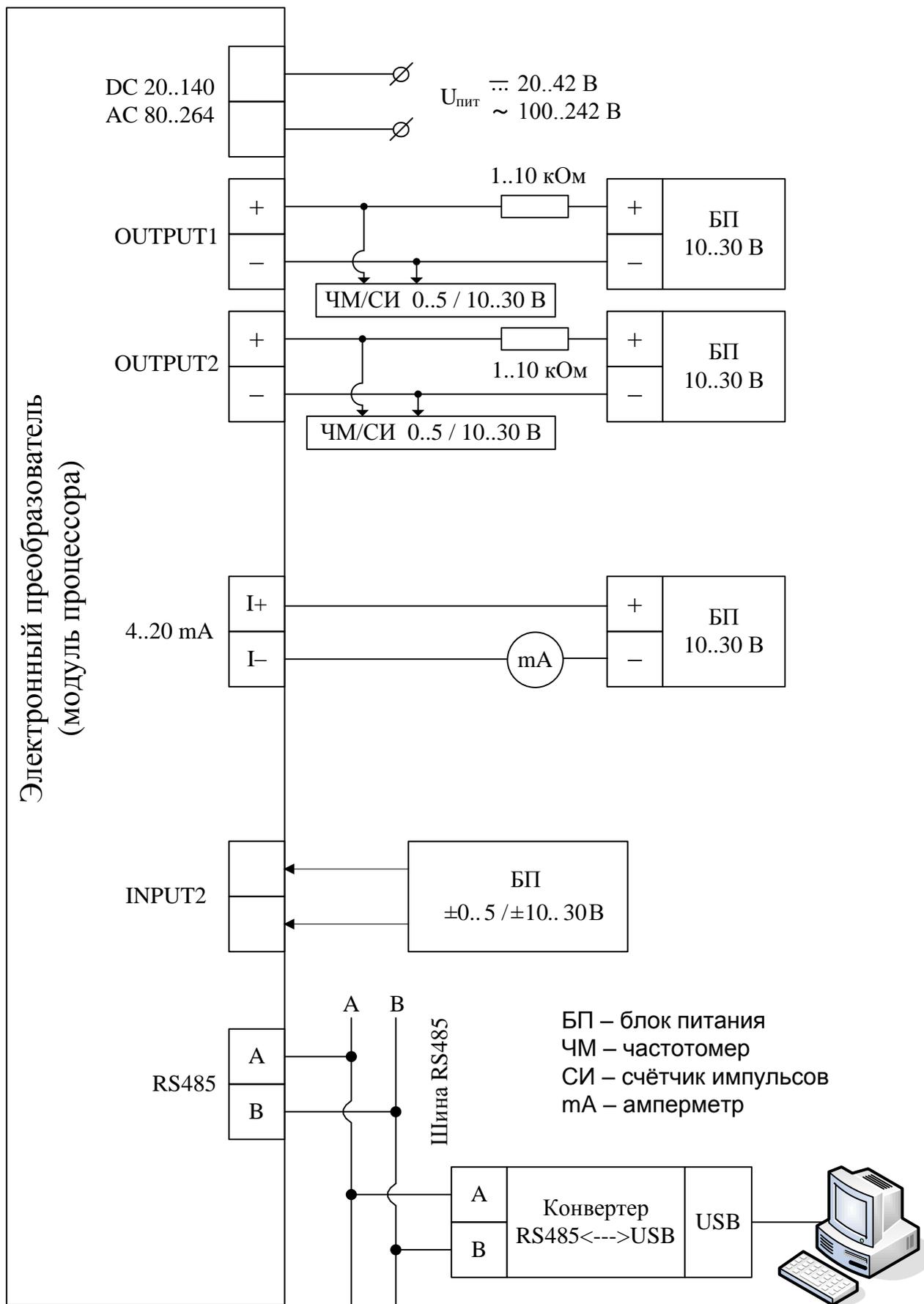


Рисунок В.2 – Схема подключения расходомера к внешним устройствам (исполнение I)

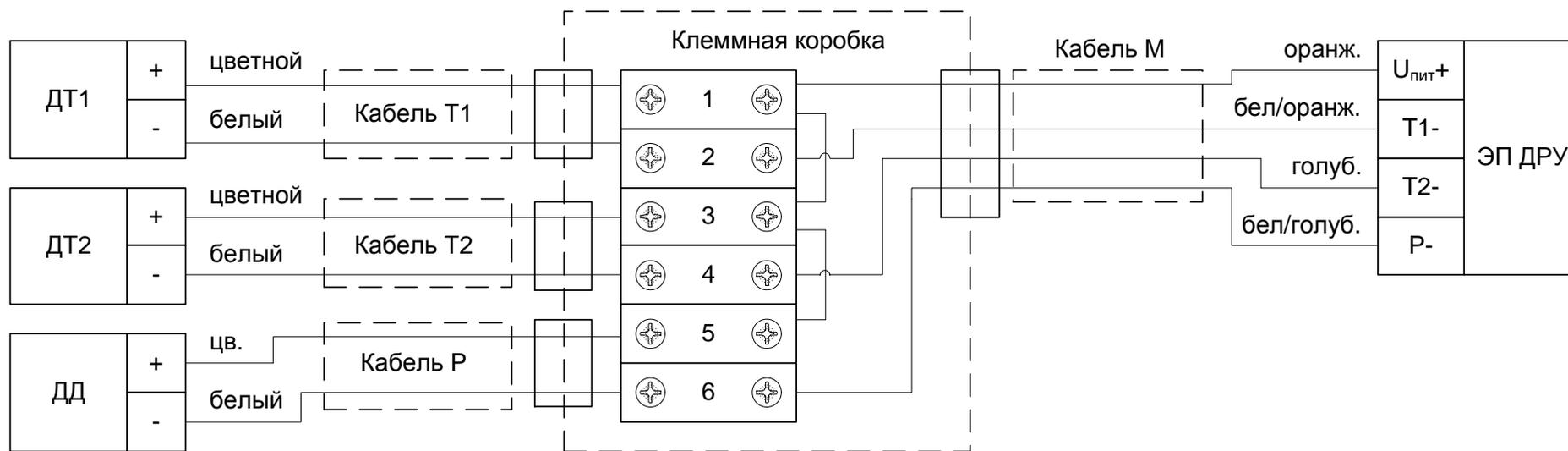


Рисунок В.3 – Схема подключения датчиков температуры и давления к расходомеру (исполнение I)

**Приложение Г – Клеммы для внешних подключений**

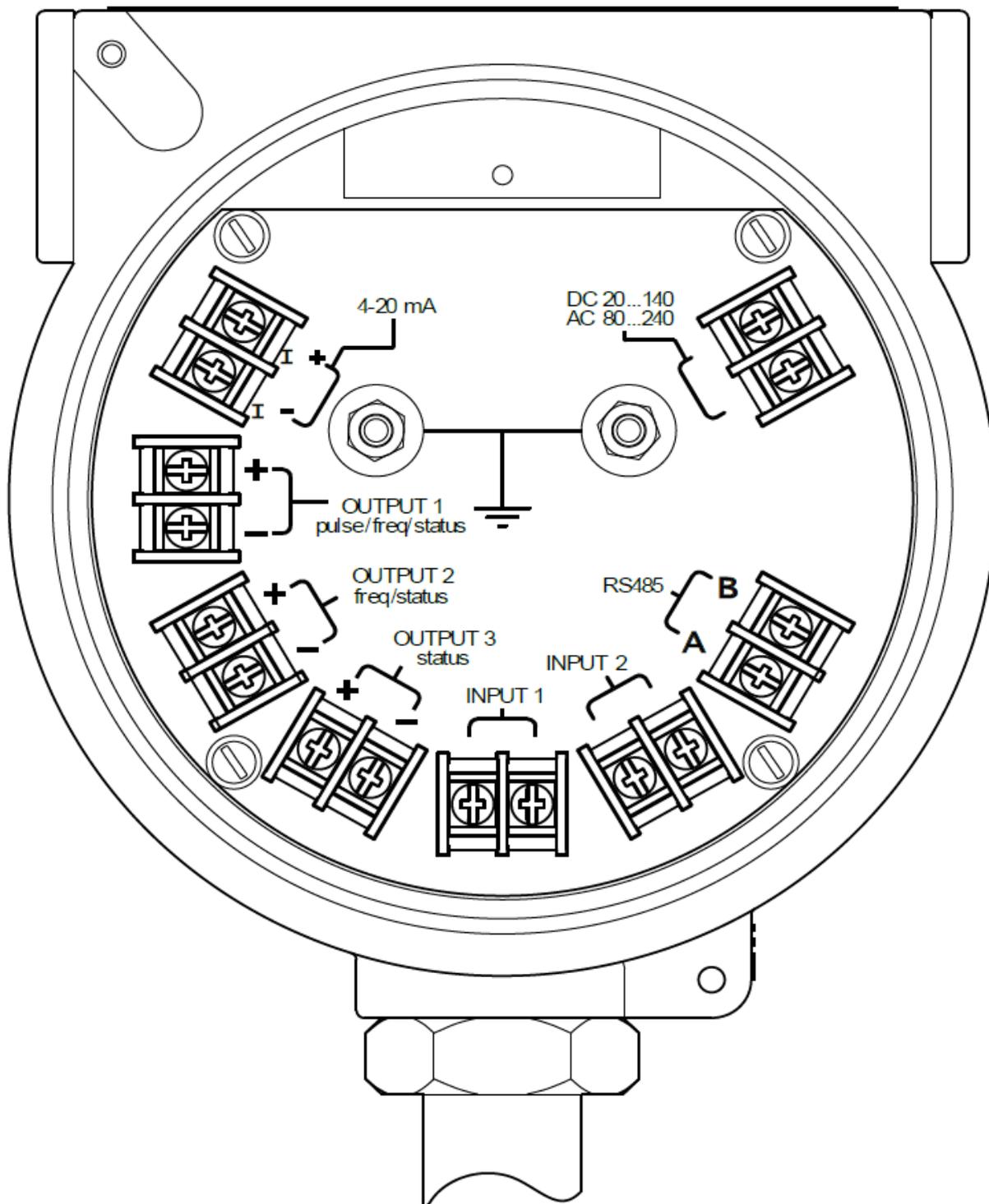


Рисунок Г.1 – Внешний вид присоединительных клемм в расходомере исполнения W

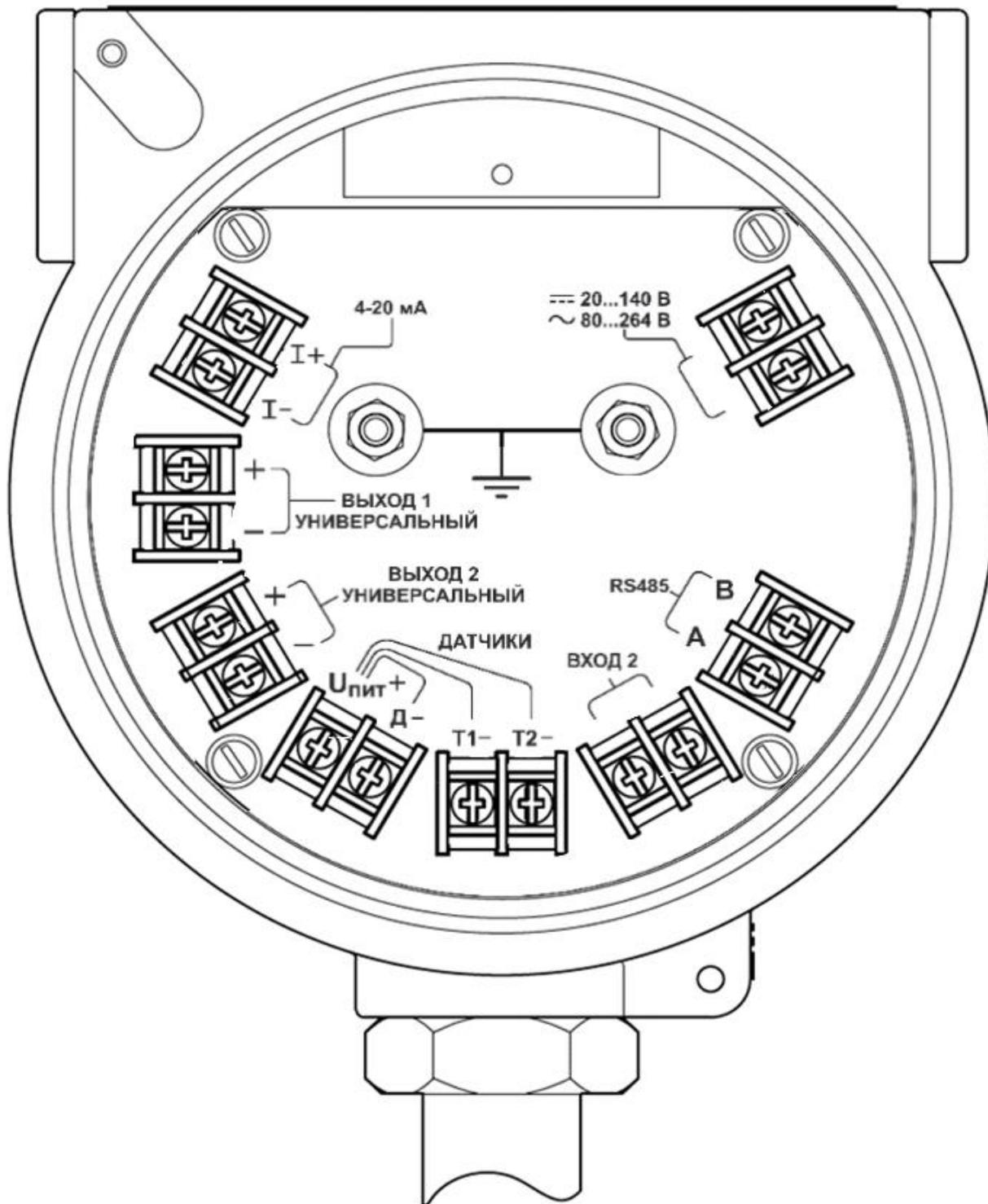


Рисунок Г.2 – Внешний вид присоединительных клемм в расходомере исполнения I

## Приложение Д – Структура экранного меню

Таблица Д.1 – Краткая структура меню

Диагностика	Список сообщений об ошибках и предупреждениях	
<i>Информация</i>	(расходомер в целом)	Серийный номер, взрывобезопасность, точность, дата калибровки
	Сенсор	Маркировка взрывобезопасности, DN, число лучей, макс. расход, макс. раб. темп., мин. раб. темп., макс. раб. давление
	Измерительный модуль	Версия ПО, контрольная сумма
	Модуль процессора	Серийный номер, версия ПО, контрольная сумма, дата калибровки
<i>Обслуживание</i>	Главные переменные	
	Настройка ЖКИ	Основные опции
		Поле 1
		Мультипликатор Поля 1
		Поле 2
		Мультипликатор Поля 2
	Сумматоры	Сумматор 1
		Сумматор 2
	Сигнальные выходы	Импульсный/частотный/статусный 1
		Частотный/статусный 2
		Статусный 3
		Токовый 4-20 мА
Дискретные входы	Вход 1	
	Вход 2	
<i>Базовые функции</i>	Отсечка	
	Настройка	Настройка нуля
	Системные параметры	Демпфирование
	Линейная коррекция	
	Modbus RS-485	

## Приложение Е – Диагностические сообщения

### Системные ошибки

#### «х S #01 Связь с ИМ»

Модулю процессора не удается установить соединение с измерительным модулем.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	выход датчика на рабочий режим при включении питания (кратковременно)	дождаться выхода датчика на рабочий режим
2	выход из строя измерительного модуля	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены электронного преобразователя (ЭП)

#### «х S #02 ПЗУ ИМ»

Ошибка при чтении данных из энергонезависимой памяти измерительного модуля.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	выход из строя измерительного модуля	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

#### «х S #03 Ошибка ИМ»

Внутренняя ошибка измерительного модуля.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	сбой в работе вследствие электростатической помехи	сбросить питание расходомера
2	выход из строя измерительного модуля	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

#### «х S #04 Измер.остан.»

Процесс измерения объемного расхода остановлен вследствие ошибки в работе измерительного модуля.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	сбой в работе вследствие электростатической помехи	сбросить питание расходомера
2	выход из строя процессора измерительного модуля	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**«х S #05 Низк.ур.пит.»**

Уровень напряжения питания недостаточный для правильной работы расходомера.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	снижение напряжения питания	восстановить необходимое напряжение питания расходомера
2	выход из строя детектора уровня напряжения питания	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**«х S #06 Контр. сумма»**

Текущая посчитанная контрольная сумма ПО МП или ПО ИМ не соответствует заводским значениям.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	сбой в работе вследствие электростатической помехи	подождать окончания очередного цикла расчета контрольной суммы (примерно 30 секунд)
2	выход из строя ПЗУ процессора	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**Группа ошибок «Ошибки в параметрах» имеет общий набор возможных причин и способов устранения. Включает следующие сообщения:**

**«х S #10 Сенсор данн.»**

Ошибка в параметрах датчика.

**«х S #11 Технол. дан.»**

Ошибка в технологических параметрах датчика.

**«х S #12 Измер. данн.»**

Ошибка в измеряемых параметрах.

**«х S #13 Системные д.»**

Ошибка в системных параметрах.

**«х S #14 Калибров. д.»**

Ошибка в параметрах линейной коррекции.

**«х S #15 ЖКИ данные»**

Ошибка в параметрах настройки дисплея.

**«х S #16 Сумматор. д.»**

Ошибка в настройках параметров сумматоров.

**«х S #17 Выход 1 д.»**

Ошибка в настройках Выхода 1.

**«х S #18 Выход 2 д.»**

Ошибка в настройках Выхода 2.

**«х S #19 Выход 3 д.»**

Ошибка в настройках Выхода 3.

**«х S #20 Ток.выход д.»**

Ошибка в настройках Токового выхода.

**«х S #21 Дис.входы д.»**

Ошибка в настройках дискретных входов.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	сбой при записи значений параметров в ПЗУ	с помощью экранного меню или сервисной программы UltraService повторно задать значение параметров соответствующей группы
2	выход из строя электронных компонентов ЭП	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**«х S #30 Термод. ЦАП»**

Значение температуры ЦАП, работающего в модуле процессора выходит за диапазон допустимых значений.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	перегрев ЦАП из-за слишком высокой температуры воздуха внутри модуля процессора	обеспечить для расходомера требуемые условия окружающей среды
2	выход из строя ЦАП	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**«х S #31 Иниц. Архива»**

Инициализация архива.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	сбой	
2	выход из строя	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**Системные предупреждения****«! S #01 Запуск ИМ»**

№	Возможные причины	Способы устранения
1	от измерительного модуля не могут быть получены первичные данные, так как он был перезагружен и находится на стадии инициализации	дождаться окончания загрузки измерительного модуля

Группа предупреждений «Режим симуляции» имеет общий набор возможных причин и способов устранения. Включает следующие сообщения:

**«! S #02 Фикс.выход 1»**

Универсальный выход 1 не отображает значение назначенной ему величины, т.к. выход работает в режиме симуляции

**«! S #03 Фикс.выход 2»**

Универсальный выход 2 не отображает значение назначенной ему величины, т.к. выход работает в режиме симуляции

**«! S #04 Фикс.выход 3»**

Состояние статусного выхода 3 не соответствует значению назначенной ему величины, т.к. выход работает в режиме симуляции.

**«! S #05 Фикс.ток.вых»**

Токовый выход не отображает значение назначенной ему величины, т.к. находится в режиме симуляции.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	выход работает в режиме симуляции	выключить режим симуляции, с помощью экранного меню или ПО UltraService

**«! S #10 Error Cdclд»**

Неисправность емкостных кнопок. Влияет только на работу с кнопками.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	превышение параметров окружающей среды по электромагнитной совместимости (электростатические разряды и прочее)	выключить и повторно включить питание
2	выход из строя элемента модуля дисплея	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены модуля дисплея

**«! S #11 Error Cdclnt»**

Нарушения в работе емкостных кнопок. При сохранении функционирования кнопок допускается дальнейшая эксплуатация.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	превышение параметров окружающей среды по электромагнитной совместимости (электростатические разряды и прочее)	выключить и повторно включить питание
2	выход из строя элемента модуля дисплея	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены модуля дисплея

**«! S #12 Клав не найд»**

Емкостные кнопки не обнаружены.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	превышение параметров окружающей среды по электромагнитной совместимости (электростатические разряды и прочее)	выключить и повторно включить питание
2	выход из строя элемента модуля дисплея	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены модуля дисплея

**«! S #13 Дисп не найд»**

Не удалось идентифицировать тип дисплея. Емкостные кнопки также будут отключены.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	превышение допустимых значений параметров окружающей среды по электромагнитной совместимости (электростатические разряды и прочее)	выключить и повторно включить питание
2	выход из строя элемента модуля дисплея	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены модуля дисплея

**«! S #14 Батарея разр»**

Не удалось идентифицировать тип дисплея. Емкостные кнопки также будут отключены.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Закончился заряд элемента питания	Обратиться в сервисный центр для замены элемента питания

**Ошибки процесса****«х Р #01 Все л.игнор.»**

Низкое качество сигналов, принимаемых излучателями, не позволяет проводить измерение ни по одному из лучей.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	значительное ухудшение характеристик потока среды в датчике (значительное превышение скорости потока, большое количество жидких и твердых включений)	устранить недостатки потока
2	превышение допустимого уровня и регулярный характер акустических помех в измерительной линии	снизить уровень акустических помех

№	Возможные причины	Способы устранения
3	отложение загрязнений на излучателях	обратиться в сервисный центр изготовителя для очистки излучателей
4	нарушилось подключение излучателей	обратиться в сервисный центр изготовителя для устранения неисправности
5	выход из строя излучателей	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены излучателей
6	сбой в работе измерительного модуля	сбросить питание расходомера
7	выход из строя измерительного модуля	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**«х Р #02 ВнеДиап.Т.МР»**

Температура находится вне диапазона допустимых значений, указанных в стандартизированной методике расчёта.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Температура процесса не соответствует выбранной методике расчёта	Привести условия процесса в допустимый диапазон для методики расчёта
2	Выход из строя датчика температуры или повреждение сигнального кабеля	Устранить неполадку датчика или соединительного кабеля

**«х Р #03 ВнеДиап.Д.МР»**

Давление находится вне диапазона допустимых значений, указанных в стандартизированной методике расчёта.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Давление процесса не соответствует выбранной методике расчёта	Привести условия процесса в допустимый диапазон для методики расчёта
2	Выход из строя датчика давления или повреждение сигнального кабеля	Устранить неполадку датчика или соединительного кабеля

**Предупреждения процесса****«! P #01 Велик об.р.»**

Значение объемного расхода значительно превышает допустимое значение, указанное в параметрах датчика.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	объемный расход превышает допустимое значение для датчика	уменьшить объемный расход
2	неправильно настроено предельное значение объемного расхода для датчика	обратиться в сервисный центр изготовителя для корректировки настроек
3	неправильное измерение объемного расхода — ошибка в работе расходомера	смотри список возможных причин и способов устранения для ошибки процесса «х P #01 Все л.игнор.»

**Группа предупреждений «Настройка импульсного выхода» включает следующие сообщения:**

**«! P #11 Вых1:Запазд.»**

Процесс выдачи импульсов запаздывает более чем на 0,5 секунды, причем выдача импульсов в данный момент идет предельно плотным потоком с периодом равным  $2 * PFSp\_PulseWidth$  [мс].

№	Возможные причины	Способы устранения
1	неправильная настройка импульсного выхода	уменьшить ширину импульса или увеличить цену импульса

**«! P #12 Вых1:Зап>буф»**

Устанавливается всегда после предупреждения P#11, указывает на то что, процесс выдачи импульсов уже запаздывает более чем на 2 секунды – невыпущенные импульсы накапливаются во внутреннем сумматоре.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	неправильная настройка импульсного выхода	уменьшить ширину импульса или увеличить цену импульса

**Группа предупреждений «Работа выходов в импульсном режиме» включает следующие сообщения:**

**«! P #13 Вых1:буфер п»**

Импульсный выход работает в компенсационном режиме. Отображаемая величина непрерывно имеет отрицательные значения более 60 секунд, вследствие чего отрицательные значения связанной величины не могут быть скомпенсированы за счет уменьшения положительных при формировании выходного сигнала.

**«! Р #21 Ток:буфер п.»**

Смысл предупреждения аналогичен «! Р #13», только для токового выхода.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	отображаемая величина может принимать отрицательные значения в течение более 60 секунд	сменить режим работы импульсного выхода на отображение только положительных, только отрицательных значений

**«! Р #22 Огран. т.вых»**

Расчетное значение тока для токового выхода выходит за пределы диапазона допустимых значений (от 3,8 мА до 20,5 мА).

№	Возможные причины	Способы устранения
1	неправильная настройка токового выхода	в настройке токового выхода параметры ВПИ и НПИ привести в соответствие диапазону измеряемой величины

**«! Р #31 Сум1:  $\Sigma$  > Макс»**

Значение параметра SumOverflow1 превысило максимально значение для данного параметра ( $|\text{SumOverflow1}| \geq 16777215$ ). Т.о. общая величина сумматора больше чем  $\approx 1,6 \cdot 10^{14}$ .

№	Возможные причины	Способы устранения
1	неправильно настроены единицы измерения для сумматора 1	правильно настроить единицы измерения
2	единицы настроены правильно и сумматор накопил максимальное значение	сбросить сумматор

**«! Р #32 Сум2:  $\Sigma$  > Макс», «! Р #33 Сум3:  $\Sigma$  > Макс», «! Р #34 Сум4:  $\Sigma$  > Макс»**

Возможные причины и способы устранения аналогичные ошибке «Сум1:  $\Sigma$  > Макс», с поправкой на номер сумматора.

**«! Р #40 Неинициал.л1», «! Р #41 Неинициал.л2», «! Р #42 Неинициал.л3», «! Р #43 Неинициал.л4»**

Луч назначен к применению, но из ПЗУ не считаны необходимые параметры.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	сбой при чтении из ПЗУ вследствие электромагнитных помех	сбросить питание расходомера
2	сбой ПЗУ	обратиться в СЦ изготовителя для устранения неисправности

**«! Р #44 Насыщение л1», «! Р #45 Насыщение л2», «! Р #46 Насыщение л3», «! Р #47 Насыщение л4»**

Амплитуда принятого сигнала даже при минимальном усилении превышает динамический диапазон АЦП.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	превышение допустимого давления в трубопроводе (амплитуда сигнала пропорциональна давлению)	снизить давление в трубопроводе
2	сбой в работе измерительного модуля	сбросить питание расходомера
3	выход из строя измерительного модуля	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**«! Р #48 Полож.сиг.л1», «! Р #49 Полож.сиг.л2», «! Р #50 Полож.сиг.л3»,**

**«! Р #51 Полож.сиг.л4»**

Время распространения принятого сигнала выходит за диапазон допустимых значений.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	выход температуры газа в трубопроводе за допустимый диапазон (скорость звука пропорциональна температуре)	привести температуру газа в допустимый диапазон
2	низкое качество сигнала	смотри список возможных причин и способов устранения для ошибки процесса «х Р #01 Все л.игнор.»
3	сбой в работе измерительного модуля	сбросить питание расходомера
4	выход из строя измерительного модуля	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**«! Р #52 Луч1 игнор.», «! Р #53 Луч2 игнор.», «! Р #54 Луч3 игнор.»,**

**«! Р #55 Луч4 игнор.»**

Низкое качество сигналов, принимаемых излучателями, не позволяет проводить измерение по одному из лучей. Список возможных причин и способов устранения такой же как для ошибки процесса «х Р #01 Все л.игнор.»

**«! Р #56 Форма сиг.л1», «! Р #57 Форма сиг.л2», «! Р #58 Форма сиг.л3»,**

**«! Р #59 Форма сиг.л4»**

Искажение принятого сигнала не позволяет проводить измерение времени его распространения. Список возможных причин и способов устранения такой же как для ошибки процесса «х Р #01 Все л.игнор.»

**«! Р #60 Нет сигн. л1», «! Р #61 Нет сигн. л2», «! Р #62 Нет сигн. л3»,**

**«! Р #63 Нет сигн. л4»**

Полезный сигнал не обнаружен на входе приемного излучателя. Список возможных

причин и способов устранения такой же как для ошибки процесса «! Р #44 **Полож.сиг.л1**». Также возможна следующая причина:

№	Возможные причины	Способы устранения
1	абсолютное давление газа в трубопроводе ниже 0,01 МПа (амплитуда сигнала пропорциональна давлению)	повысить давление газа в трубопроводе

«! Р #64 Уход част.л1», «! Р #65 Уход част.л2», «! Р #66 Уход част.л3»,

«! Р #67 Уход част.л4»

Частота сигнала на входе приемного излучателя существенно отличается от номинальной частоты излучателей. Список возможных причин и способов устранения такой же как для ошибки процесса «! Р #50 Нет сигн. л1».

«! Р #68 Ош.захват.л1», «! Р #69 Ош.захват.л2», «! Р #70 Ош.захват.л3»,

«! Р #71 Ош.захват.л4»

Сбой в работе измерительного модуля не позволяет записать сигнал с приемного излучателя.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	сбой, вызванный действием электромагнитных помех или другими нарушениями условий эксплуатации	сбросить питание расходомера
2	выход из строя измерительного модуля	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

«! Р #58 Разн. лучей»

Значение объемного расхода, рассчитанное по сигналам первого луча существенно отличается от значения объемного расхода, рассчитанного по сигналам второго луча.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	существенное нарушение распределения скорости потока газа по площади сечения трубопровода (нарушение профиля потока)	обеспечить приемлемый профиль потока, устранив местные сопротивления (увеличив длину прямого участка) или при помощи струевыпрямителя
2	сбой в работе измерительного модуля	сбросить питание расходомера
3	выход из строя измерительного модуля	обратиться в сервисный центр изготовителя для замены ЭП

**«! Р #73 ВнеДиап.Темп»**

Температура находится вне диапазона допустимых значений прибора.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Температура процесса вне диапазона, допустимого для расходомера	Привести условия процесса в допустимый диапазон, согласно паспорту на расходомер
2	Выход из строя датчика температуры или повреждение сигнального кабеля	Устранить неполадку датчика или соединительного кабеля

**«! Р #74 ВнеДиап.Давл»**

Давление находится вне диапазона допустимых значений прибора.

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Давление процесса вне диапазона, допустимого для расходомера	Привести условия процесса в допустимый диапазон, согласно паспорту на расходомер
2	Выход из строя датчика давления или повреждение сигнального кабеля	Устранить неполадку датчика или соединительного кабеля

**«! Р #75 Ошибка ДД»**

Ток от датчика давления вне диапазона 3,7..21 мА

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Обрыв цепи датчика	Восстановить подключение датчика
2	Выход из строя датчика	Заменить датчик давления
3	Выход из строя ЭП расходомера	Обратиться в сервисный центр изготовителя расходомера для ремонта или замены ЭП

**«! Р #76 Ошибка ДТ1»**

Ток от датчика температуры 1 вне диапазона 3,7..21 мА

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Обрыв цепи датчика	Восстановить подключение датчика
2	Выход из строя датчика	Заменить датчик
3	Выход из строя ЭП расходомера	Обратиться в сервисный центр изготовителя расходомера для ремонта или замены ЭП

**«! Р #77 Ошибка ДТ2»**

Ток от датчика температуры 2 вне диапазона 3,7..21 мА

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Обрыв цепи датчика	Восстановить подключение датчика
2	Выход из строя датчика	Заменить датчик

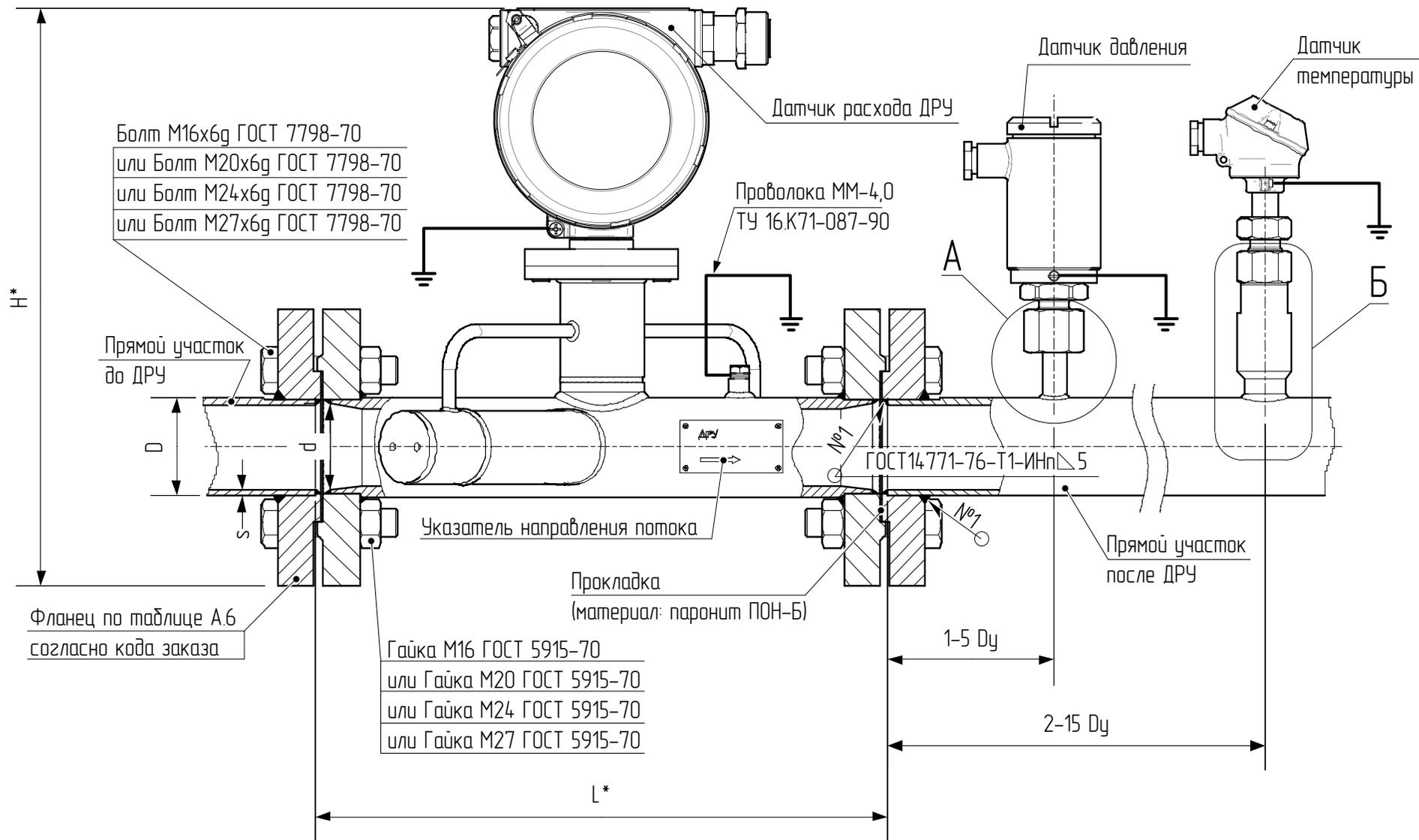
№	Возможные причины	Способы устранения
3	Выход из строя ЭП расходомера	Обратиться в сервисный центр изготовителя расходомера для ремонта или замены ЭП

**«! Р #78 Ош.рас.плот.»**

Ошибка при расчёте плотности газа при рабочих или при стандартных условиях

№	Возможные причины	Способы устранения
1	Условия процесса не соответствуют допустимым диапазонам для методики расчёта (температура, давление, компонентный состав газа)	Привести условия процесса в допустимые диапазоны
2	Выход из строя ЭП расходомера	Обратиться в сервисный центр изготовителя расходомера для ремонта или замены ЭП

## Приложение Ж – Сведения для монтажа



1. \*Размер для справок.

2. Проволока ММ-4,0 ТУ 16.К71-087-90 с изделием не поставляется.

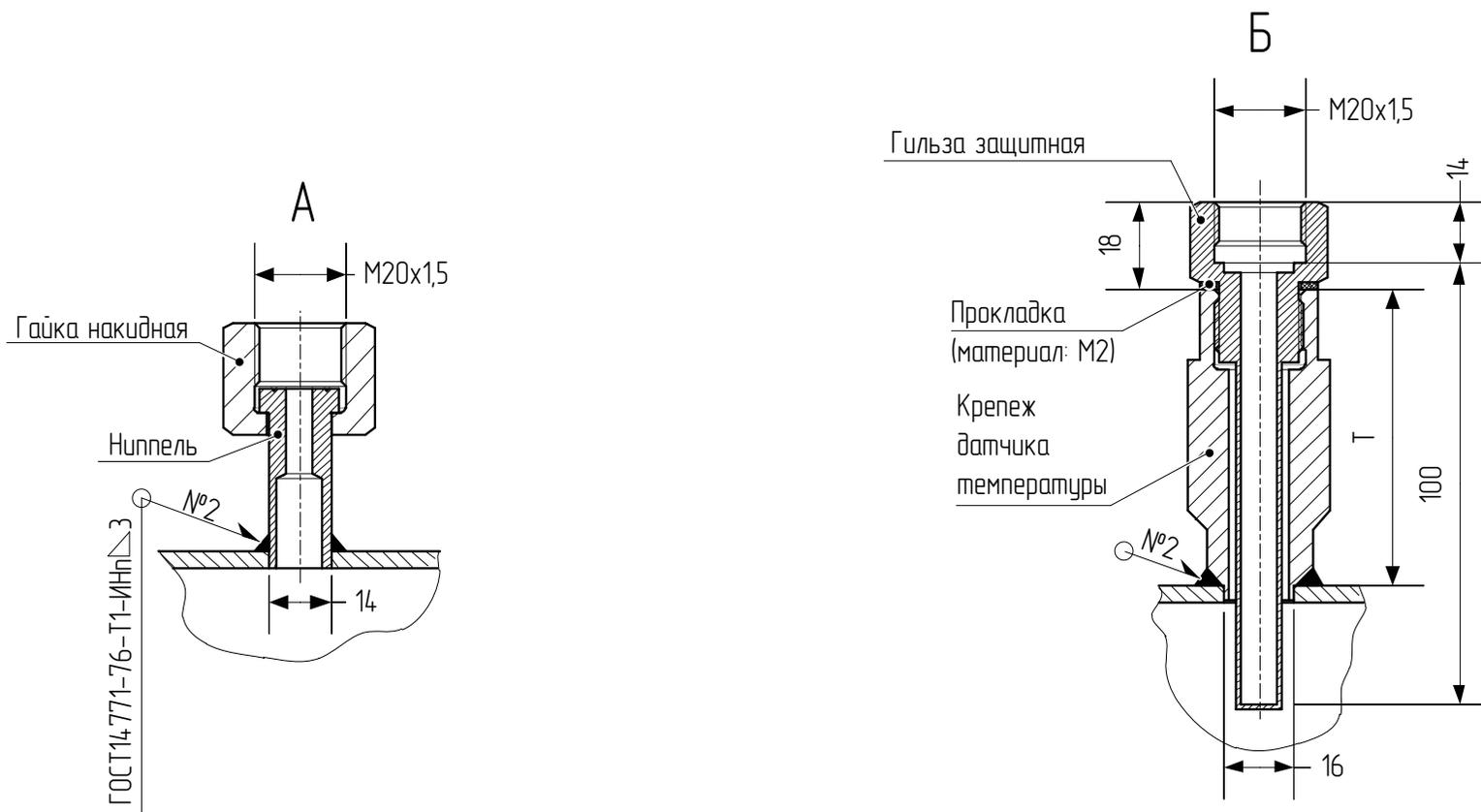


Рисунок Ж.1 – Сведения для монтажа

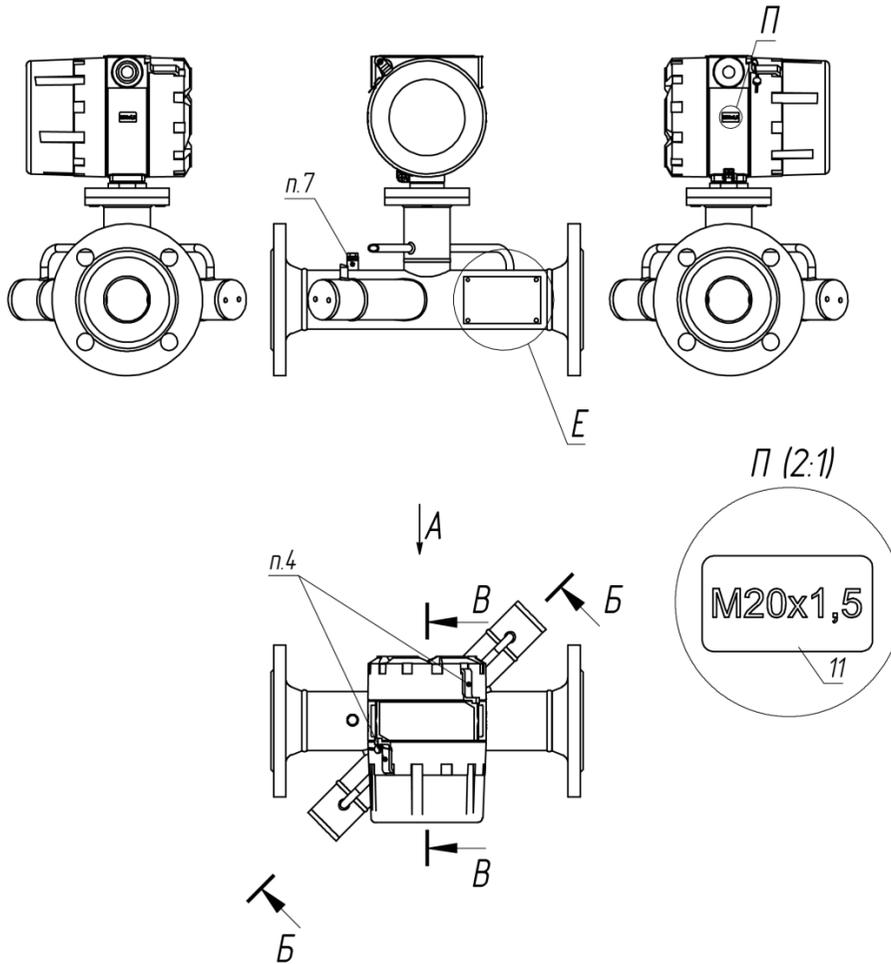
Таблица Ж.1

	Диаметр условного прохода расходомера					
	50	80	100	150	200	300
Наружный диаметр, D, мм	56	87	108	158	218	323
Внутренний диаметр входного сечения, d, мм	50	80	100	146	202	305
Толщина стенки, s, мм	4	4,5	5	5	10	12
Высота H, не более, мм	334	364	387	447	500	614
Длина L, мм	334	386	410	484	536	662
Высота крепежа датчика температуры T, мм	67	47	37	67	47	37

**Приложение И – Чертежи средств взрывозащиты**

ЭВ 0000 00 890Е

**Чертеж средств взрывозащиты**  
Ультразвукового расходомера газа



1. Композит полиуретановый АДВ-13-2 ТУ 2226-046-227369360-99. Материалы-заменители: композит полиуретановый АДВ13-3 ТУ 2226-099-736960-2005, композит полиуретановый АДВ-16 ТУ 2226-062-22736960-2001.
2. Материал: алюминиевый сплав с содержанием магния менее 0,3%, остальное – Сталь 12Х18Н10Т и/или Сталь 20Х13 ГОСТ 5632-2014, и/или AISI 316L.
3. На поверхностях, обозначенных "Взрыв" не допускаются забоины, трещины и другие дефекты.
4. Резьбовые взрывонепроницаемые соединения крышек с корпусом кончаются фиксаторами.
5. Резьбовые взрывонепроницаемые соединения фиксируется клеем: клей К-300-61 (ОСТ В 6-06-5100-96), материалы-заменители: эпоксидный конструкционный адгезив 3М Scotch-Weld DP 490, герметик loctite 2422.
6. Свободный объем взрывонепроницаемой оболочки в полости Ж – 620 см<sup>3</sup>, И – 280 см<sup>3</sup>, Л – max 850 см<sup>3</sup>. Испытательное давление 1,5 МПа.
7. Места наружных заземляющих контактов.
8. Сварка ручная аргонодуговая неплавящимся электродом с присадочным материалом по ГОСТ 14771-76.
9. Неиспользуемое отверстие в блоке электроники глушится резьбовой заглушкой, и фиксируется клеем К-300-61 (ОСТ В 6-06-5100-96), материалы-заменители: эпоксидным конструкционным адгезивом 3М Scotch-Weld DP 490, герметик Loctite 2422. В случае использования сертифицированной взрывозащищенной заглушки, резьбовое соединение не проклеивается.
10. Композит Лепта 104 ТУ 2513-063-32478306-02. Материал-заменитель: композит силиконовый Пентэласт-711 ТУ 2513-011-40245042-99.
11. Использовать взрывозащищенные кабельные вводы с маркировкой взрывозащиты ExdIIС.
12. Условно изображены средства взрывозащиты для одноканального исполнения ультразвукового расходомера газа, для многоканального исполнения средства взрывозащиты идентичны. Максимальный объем рассчитан для максимального количества каналов.
13. Покрытие корпуса поз. 1 и крышек поз. 2 и 3: краска порошковая полиэфирная толщиной 0,2 мм max.

1 – корпус; 2 – крышка; 3 – крышка с окном; 4 – переходник; 5 – фланец; 6 – коробка коммутационная; 7 – излучатель; 8 – гайка; 9 – крышка; 10 – трубка; 11 – наклейка информационная (M20x1,5).

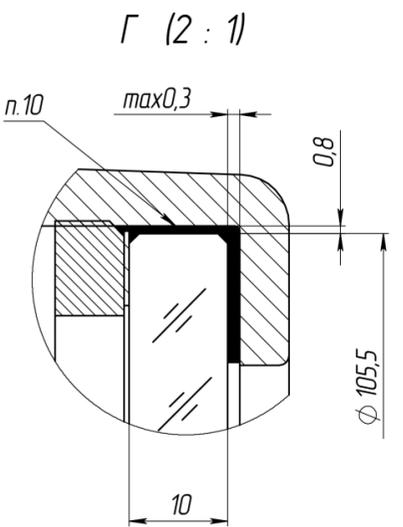
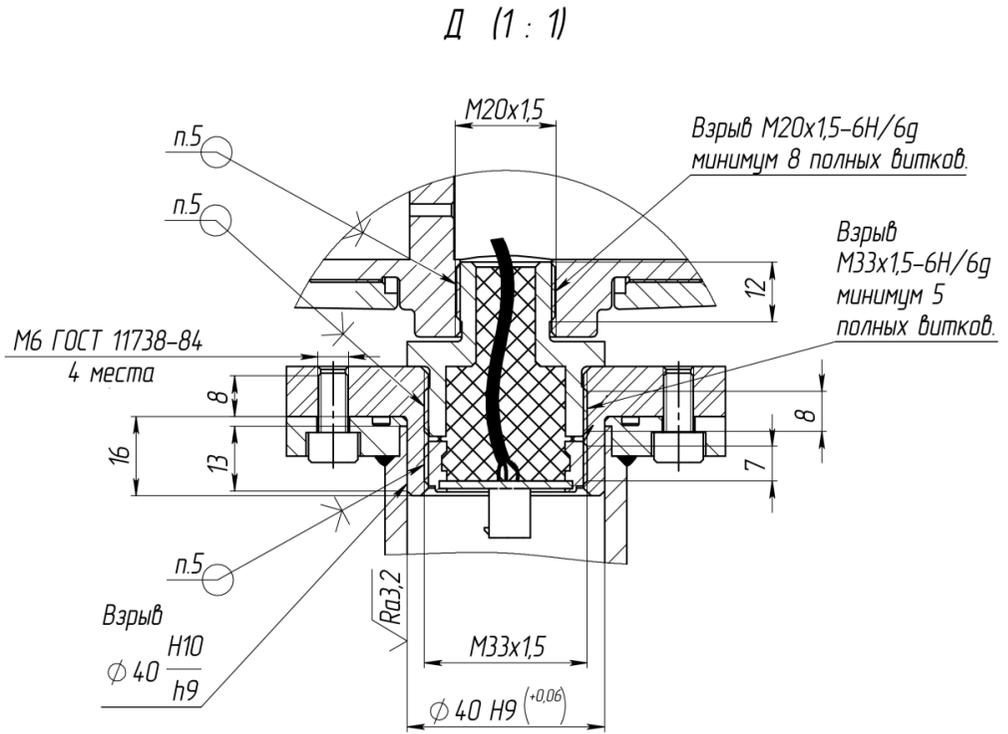
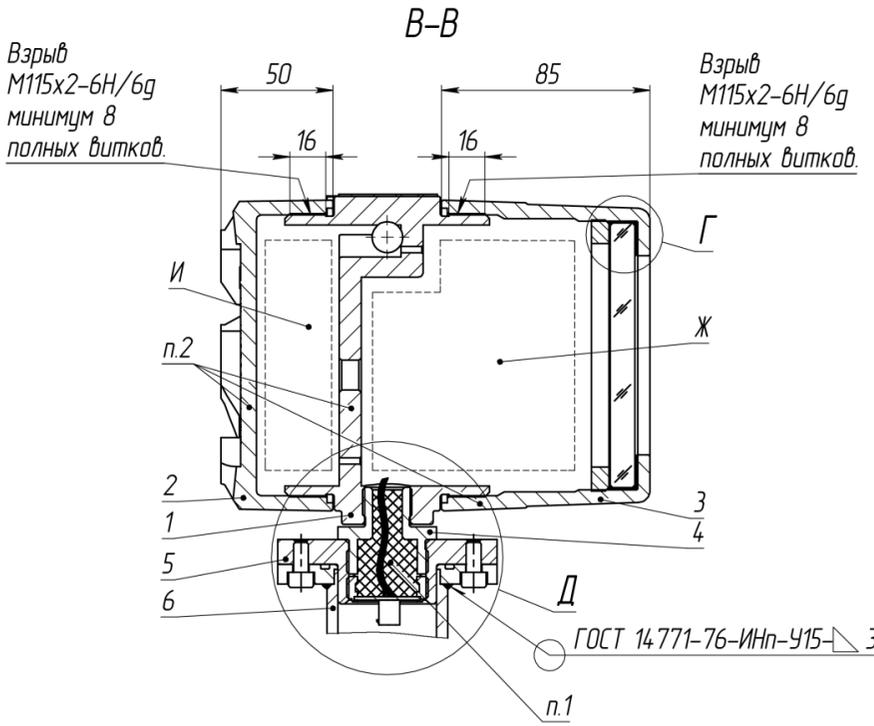
				3068.00.0000 ВЗ			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Чертеж средств взрывозащиты	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Средин						1:5
Проб.	Рубцов				Лист 1	Листов 4	
Т.контр.							
Нач. КБ							
Н.контр.	Сурнина						
Утв.	Жестков						

Копировал

Формат А3

ЭВ 0000'00'890Э

Чертеж средств взрывозащиты  
Блока электроники



Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

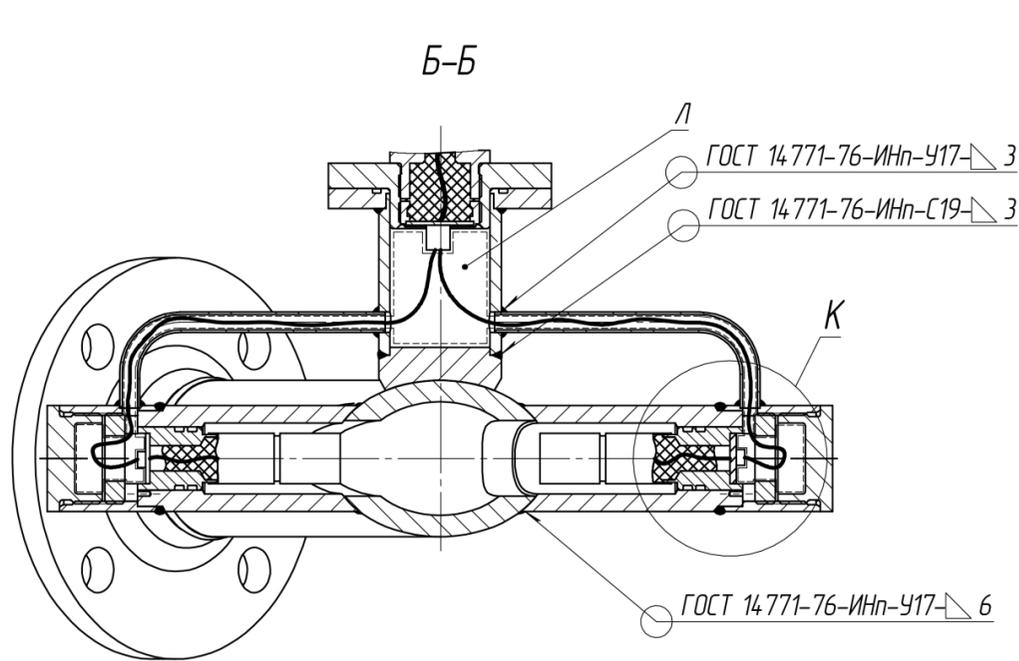
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	3068.00.0000 ВЗ	Лист 2
------	------	----------	-------	------	-----------------	--------

Копировал

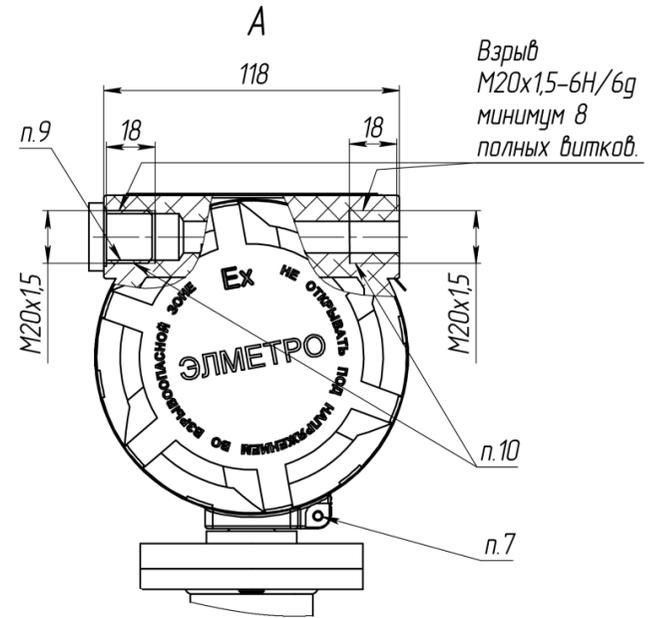
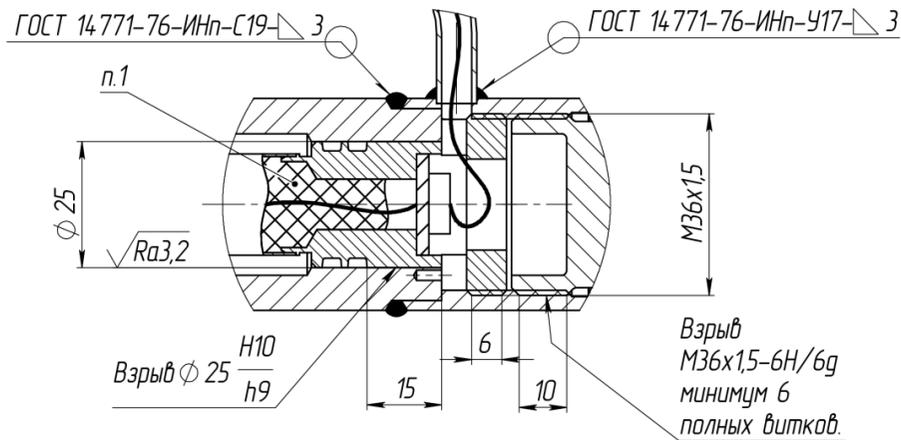
Формат А3

ЭВ 0000'00'890E

Чертеж средств взрывозащиты  
Блока электроники и преобразователя расхода одноканального



К (1 : 1)



Е



Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

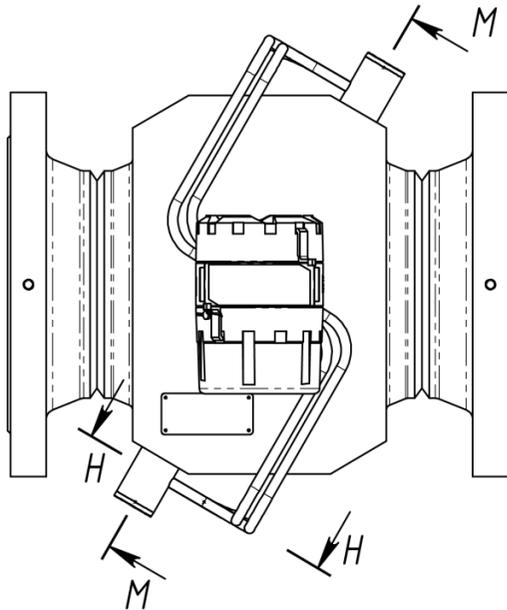
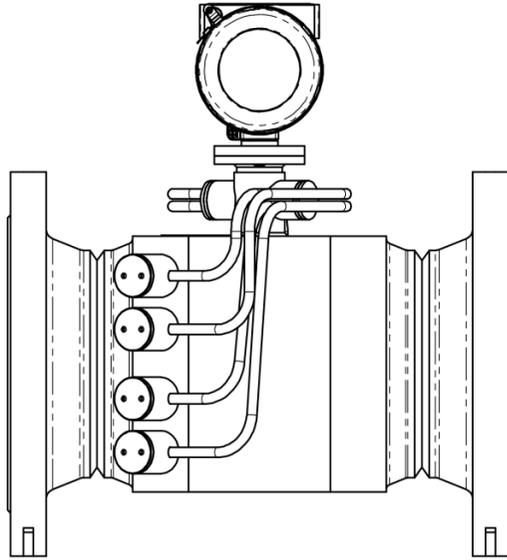
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

3068.00.0000 В3

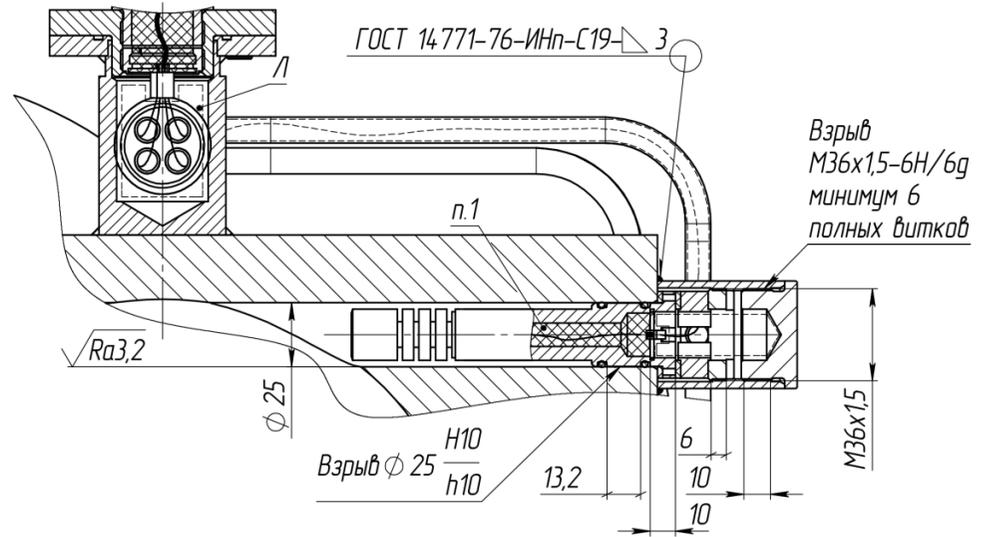
Лист  
3

ЭВ 0000'00'890Є

Чертеж средств взрывозащиты  
Преобразователя расхода четырехканального



M-M (1:2)



H-H (1:2)



Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

3068.00.0000 ВЗ

Лист  
4

## Приложение К – Требования к монтажу ПЭА врезного расходомера

### Требования к монтажу ПЭА врезного расходомера на имеющийся трубопровод

Монтаж следует выполнять в соответствии с инструкцией 3068.00.00.000 ИМ «Расходомер-счётчик газа ультразвуковой ЭЛМЕТРО-Флоус (ДРУ). Инструкция по монтажу».

Монтаж должен соответствовать следующим требованиям:

1. Участок для монтажа ПЭА должен быть выбран таким образом, чтобы к месту установки ПЭА поток был гидравлически полностью сформирован. Для этого необходимо, чтобы длина прямолинейного участка до расходомера составляла не менее 20DN. Для уменьшения требуемой длины прямого участка, выше по потоку может быть установлен струевыпрямитель, тогда минимальная длина прямого участка составит 10DN.
2. Места для установки датчиков температуры и давления следует выбирать в соответствии с рисунком Ж.2. Расстояние следует отсчитывать от ближайшей к датчикам точки пересечения акустического пути с поверхностью трубопровода.
3. После выполнения монтажа отклонение ПЭА от соосности должно находиться в пределах  $\pm 0,01DN$ ;
4. Отклонение осей акустических каналов от номинальных положений должно находиться в пределах  $\pm 0,02DN$ ;
5. Абсолютная погрешность определения угла между осью трубопровода и осью акустических каналов должна находиться в пределах  $\pm 0,5^\circ$ ;
6. Относительная погрешность определения расстояния между излучающими поверхностями ПЭА должна находиться в пределах  $\pm 0,5\%$ ;
7. Относительная погрешность определения площади сечения трубопровода должна находиться в пределах  $\pm 0,5\%$ .

### Приложение Л – Сведения о встроенном ПО

Л.1 Идентификационные данные программного обеспечения (ПО) приведены в таблице Л.1.

Таблица Л.1

Идентификационные данные (признаки)	Значение	
	исполнение W	исполнение I
Идентификационное наименование	–	–
Номер версии (идентификационный номер)	5.B.C	1.B.C
Цифровой идентификатор	0xE408	0xDC90
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора	CRC-16	CRC-16

Примечание – Номер версии ПО имеет структуру A.B.C (A – номер версии метрологически значимой части ПО; B – номер версии метрологически незначимой части ПО, определяющей интерфейс взаимодействия с пользователем; C – вспомогательный идентификационный номер, для устранения ошибок и неточностей метрологически незначимой части ПО). B и C могут быть любые переменные значения.

Л.2 Способы визуализации идентификационных данных и инструкция о представлении идентификации представлены в п. 3.22 настоящего руководства.

Л.3 Структура ПО представлена на рисунке Л.1.

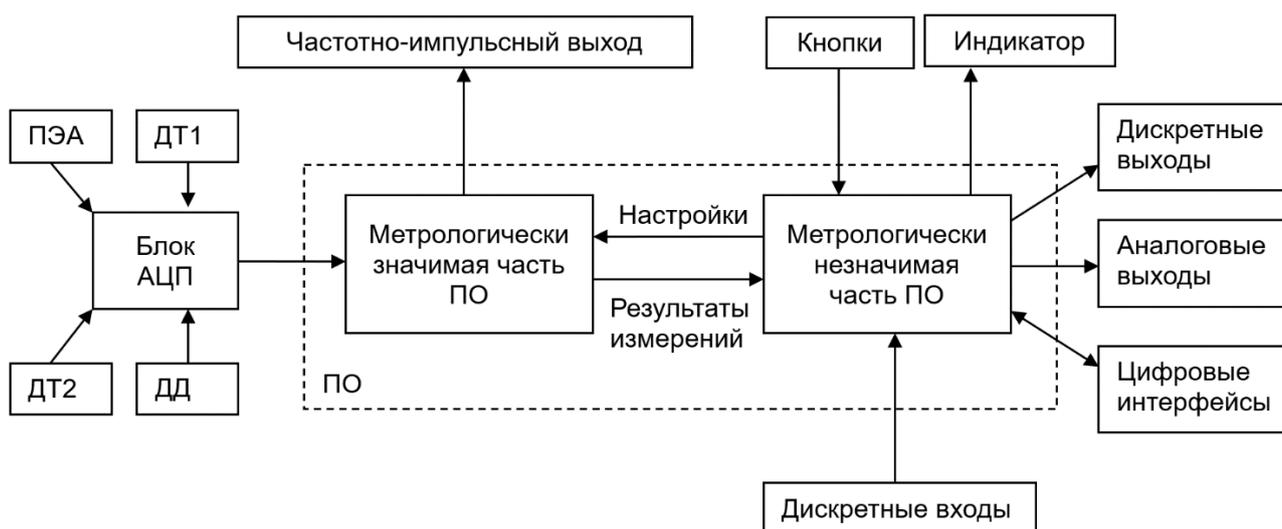


Рисунок Л.1 – Структура ПО расходомера

## Л.2 Назначение и выполняемые функции различных частей ПО:

Метрологически значимая часть:

- 1) определение параметров электрических сигналов от ПЭА, ДТ, ДД и вычисление на их основе параметров измеряемой среды: объёмного расхода и объёма при рабочих условиях, температуры, давления, объёмного расхода и объёма при стандартных условиях, массового расхода и массы, теплоты сгорания;
- 2) формирование выходного импульсно-частотного сигнала, передающего объёмный расход при рабочих условиях;

Метрологически незначимая часть:

- 3) хранение во встроенной энергонезависимой памяти настроек и результатов измерений;
- 4) передача настроек, управляющих воздействий и результатов измерений по каналам унифицированных входных и выходных сигналов;
- 5) индикация результатов измерений на встроенном дисплее, обеспечение возможности настройки с помощью встроенных кнопок и экранного меню;
- 6) защита от непреднамеренного и преднамеренного, но не санкционированного производителем, изменения содержимого.

Л.4 Защита от изменений охватывает исполняемый код и все параметры: настройки и результаты измерений (параметры описаны в настоящем руководстве);

Л.4 Защита осуществляется аппаратными методами:

- микропереключатели (раздел 3);
- пломбировка корпуса

Защита осуществляется программными методами:

- установкой пароля (п. 3.5 ),
- подсчётом и проверкой контрольных сумм исполняемого кода и параметров;

Л.5 Алгоритм расчёта контрольных сумм исполняемого кода приведён в таблице

Л.1. Контрольные суммы параметров подсчитываются по алгоритму CRC-8;

Л.6 Контрольные суммы сохраняются во встроенном несъёмном ПЗУ расходомера;

Л.7 Описание интерфейсов связи приведено в подразделе 3.7 ;

Л.8 Описание интерфейсов пользователя приведено в п.п. 3.3 , 3.4 ;

## Приложение М – Измерительная линия

М.1 Рекомендации по длине прямого участка на входе в расходомер, наличию и типу формирователя потока в зависимости от типа ближайшего местного сопротивления выше по потоку, класса точности расходомера и исполнения по количеству лучей представлены в таблицах М.1..М.9.

М.2 Длину прямого участка на выходе из расходомера рекомендуется обеспечить не менее 5DN.

М.3 Если применяется формирователь потока, то длину прямого участка перед формирователем потока рекомендуется обеспечить не менее 2DN;

М.4 Исполнение расходомера по количеству лучей, состав измерительной линии (длину прямых участков на входе, наличие и тип формирователя потока) определяют, используя данные, занесённые в таблицу в ходе анализа задачи измерения, по следующему алгоритму:

- 1) Если на расстоянии до 50DN выше по потоку от расходомера имеется местное сопротивление, создающее закрутку потока и/или существенную асимметрию распределения скоростей потока, то по его типу и угловому положению относительно расходомера, выбирают соответствующую таблицу из М.1..М.9. Иначе переходят к шагу 6;
- 2) По классу точности расходомера (первая колонка) в таблице определяют соответствующий диапазон строк (ограничивают область поиска);
- 3) Просматривая выбранные строки сверху вниз, находят первую строку, для которой значение во второй колонке будет меньше, чем имеющееся расстояние до местного сопротивления. Эта строка и следующие в выбранной области поиска представляют варианты конфигураций, удовлетворяющих требованиям;
- 4) Дальнейшее сокращение количества вариантов выполняется по допустимости применения ФП конкретных типов;
- 5) Если МС, определённое на шаге 1, является ближайшим к расходомеру, то из полученных вариантов выбирают те, у которых значение во второй колонке меньше, чем максимальная доступная длина прямого участка в исходных данных. Переходят к шагу 11.

- 6) Если МС, определённое на шаге 1, не является ближайшим к расходомеру, то по типу ближайшего МС и его угловому положению относительно расходомера, выбирают соответствующую таблицу из М.1..М.9;
- 7) По классу точности расходомера (первая колонка) в таблице определяют соответствующий диапазон строк (ограничивают область поиска);
- 8) Просматривая выбранные строки сверху вниз, находят первую строку, для которой значение во второй колонке будет меньше, чем максимальная доступная длина прямого участка. Эта строка и следующие в выбранной области поиска представляют варианты конфигураций, удовлетворяющих требованиям;
- 9) Дальнейшее сокращение количества вариантов выполняется по допустимости применения ФП конкретных типов;
- 10) Из вариантов, полученных в перечислениях 4 и 9, выбирают сочетания «Количество лучей – Наличие и тип ФП», удовлетворяющие требованиям обоих местных сопротивлений (любого ближайшего и ближайшего, создающего закрутку потока). **Полученные в результате значения минимального расстояния до ближайшего МС формируют рекомендации по длине прямого участка на входе в расходомер.**
- 11) Из полученных вариантов выбирают оптимальный по технико-экономическим показателям (снижение стоимости возможно за счёт уменьшения числа лучей или длины прямых участков, или того и другого за счёт применения ФП);
- 12) В соответствии с выбранным вариантом составляют эскиз измерительной линии для применения при монтаже расходомера.

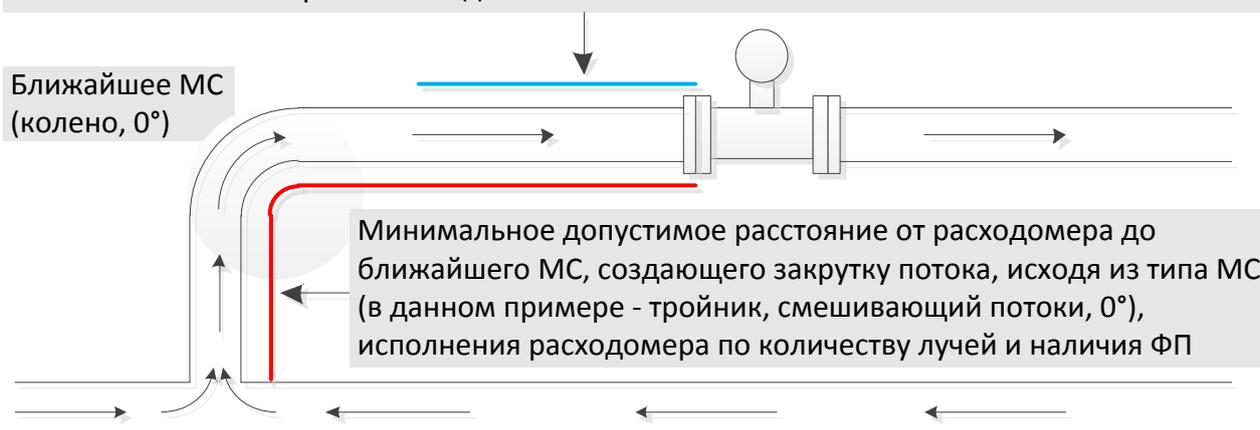
При составлении эскиза учитывают следующее:

- Если применяется формирователь потока, то расстояние от формирователя потока до расходомера должно быть не менее необходимой длины прямого участка в соответствии с типом и расположением МС и исполнением расходомера.  
Перед формирователем потока должен быть прямой участок не менее 2DN;
- Длина прямого участка на выходе из расходомера должна быть не менее 5DN;

- Размещение на измерительной линии датчиков температуры и давления следует выполнять в соответствии с рекомендациями приложения П;
- Расстояния до МС могут быть больше минимально рекомендованной длины прямого участка. В этом случае требования к ПУ применяются не ко всему трубопроводу до МС, а только на длине минимально рекомендованного прямого участка. Данное замечание иллюстрирует рисунок М.1
- Для обеспечения возможности поверки расходомера имитационным методом на тестовом газе без демонтажа с трубопровода следует предусмотреть запорную арматуру на концах измерительной линии, а также отводы для удаления рабочего газа и заполнения участка тестовым газом (рисунок М.2).

Для поверки на рабочем газе требуется только запорная арматура для предотвращения течения газа во время поверки.

Минимальная допустимая длина прямого участка на входе в расходомер, исходя из типа ближайшего МС и его углового положения (в данном примере - колено, 0°), исполнения расходомера по количеству лучей и наличия в измерительной линии формирователя потока. На этом участке трубопровод должен удовлетворять требованиям приложения Н. Может быть меньше расстояния до МС



Ближайшее МС, создающее закрутку и/или существенную асимметрию потока (тройник, смешивающий потоки, 0°)

Все МС определяются на расстоянии не более 50 Ду от расходомера

Рисунок М.1 – Расстояние до МС и длина прямого участка



Рисунок М.2 – Компоненты измерительного трубопровода для имитационной поверки

М.5 Пример выполнения действий алгоритма:

В результате выполнения действий п.п. 2.2.4 .. 2.2.10 заполнена таблица:

DN	Класс точн., %	Ближайшее МС			Ближайшее МС, создающее закрутку потока			Максимальная доступная длина прямого участка		Допустимость применения формирователя потока
		Тип, угол	Расстояние		Тип, угол	Расстояние		мм	DN	
			мм	DN		мм	DN			
100	1,0	колено, 0°	3200	32	смеш. тройник, 90°	4800	48	3000	30	не допускается

1) По типу ближайшего МС, создающего существенную асимметрию или закрутку потока, и его угловому положению относительно расходомера, выбираем таблицу М.6 (тройник, смешивающий потоки, 90°):

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
А (0,5 %)	50	без ФП	1 луч
	50	без ФП	2 луча
	50	без ФП	3 луча
	37	без ФП	4 луча
В (0,7 %)	50	без ФП	1 луча
	50	без ФП	2 луча
	40	без ФП	3 луча
	33	без ФП	4 луча
С (1,0 %)	50	без ФП	1 луч

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
	50	без ФП	2 луча
	29	без ФП	3 луча
	19	без ФП	4 луча
D (1,5 %)	50	без ФП	1 луч
	40	без ФП	2 луча
	18	без ФП	3 луча
	15	без ФП	4 луча
F (3,0 %)	50	без ФП	1 луч
	31	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

2) По классу точности расходомера ограничиваем область поиска:

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
C (1,0 %)	50	без ФП	1 луч
	50	без ФП	2 луча
	29	без ФП	3 луча
	19	без ФП	4 луча

3) Просматривая выбранные строки сверху вниз, находим первую строку, для которой значение во второй колонке будет меньше, чем расстояние до МС (48DN). Эта строка и следующие в выбранной области поиска представляют варианты конфигураций, удовлетворяющих требованиям (выделено зелёным):

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
C (1,0 %)	50	без ФП	1 луч
	50	без ФП	2 луча
	29	без ФП	3 луча
	19	без ФП	4 луча

- 4) Дальнейшее сокращение количества вариантов выполняется, исходя из допустимости применения ФП конкретных типов. В данном примере на этом шаге набор вариантов не меняется;
- 5) Т.к. МС, определенное на шаге 1 не является ближайшим к расходомеру, то для ближайшего МС по его типу и угловому положению относительно расходомера (колена, 0°), выбираем таблицу М.3:

Класс точности расходомера	Длина прямого участка на входе, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
А (0,5 %)	40	без ФП	1 луч
	28	без ФП	2 луча
	9	без ФП	3 луча
	4	без ФП	4 луча
В (0,7 %)	27	без ФП	1 луча
	25	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча
С (1,0 %)	26	без ФП	1 луч
	23	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча
D (1,5 %)	25	без ФП	1 луч
	21	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча
F (3,0 %)	21	без ФП	1 луч
	2	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

6) По классу точности расходомера ограничиваем область поиска:

Класс точности расходомера	Длина прямого участка на входе, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
С (1,0 %)	26	без ФП	1 луч
	23	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

7) Просматривая выбранные строки сверху вниз, находим первую строку, для которой значение во второй колонке будет меньше, чем максимальная доступная длина прямого участка на входе в расходомер (30DN). Эта строка и следующие в выбранной области поиска представляют варианты конфигураций, удовлетворяющих требованиям:

Класс точности расходомера	Длина прямого участка на входе, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
С (1,0 %)	26	без ФП	1 луч
	23	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

8) Дальнейшее сокращение количества вариантов выполняется по допустимости применения ФП конкретных типов. В данном примере на этом шаге набор вариантов не меняется;

- 9) Из вариантов, полученных в результате действий 4 и 7, выбираем сочетания «Количество лучей – Наличие и тип ФП», удовлетворяющие требованиям обоих местных сопротивлений (любого ближайшего и ближайшего, создающего закрутку потока). В нашем примере это:

Подходящие сочетания «Количество лучей – Наличие и тип ФП»		Расстояние от МС, создающего закрутку, до расходомера, DN, не менее	Длина прямого участка на входе
Исполнение по количеству лучей	Наличие и тип ФП		
3 луча	без ФП	29	2
4 луча	без ФП	19	2

- 10) В данном примере в обоих вариантах требование к длине прямого участка на входе одинаковое, поэтому предпочтительным будет исполнение с меньшим количеством лучей.

Таблица М.1 – Требования к составу измерительной линии после не полностью открытой запорной арматуры или регулятора давления, угол – 0° (180°)

Класс точности расходомера	Длина прямого участка на входе DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
А (0,5 %)	–	без ФП	1 луч
	9	без ФП	2 луча
	5	без ФП	3 луча
	3	без ФП	4 луча
В (0,7 %)	–	без ФП	1 луча
	8	без ФП	2 луча
	4	без ФП	3 луча
	3	без ФП	4 луча
С (1,0 %)	20	без ФП	1 луч
	7	без ФП	2 луча
	4	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча
Д (1,5 %)	16	без ФП	1 луч

Класс точности расходомера	Длина прямого участка на входе DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
	7	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча
F (3,0 %)	3	без ФП	1 луч
	2	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

Таблица М.2 – Требования к составу измерительной линии после не полностью открытой запорной арматуры или регулятора давления, угол – 90° (270°)

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
A (0,5 %)	32	без ФП	1 луч
	20	без ФП	2 луча
	17	без ФП	3 луча
	10	без ФП	4 луча
B (0,7 %)	31	без ФП	1 луча
	19	без ФП	2 луча
	14	без ФП	3 луча
	11	без ФП	4 луча
C (1,0 %)	29	без ФП	1 луч
	20	без ФП	2 луча
	10	без ФП	3 луча
	4	без ФП	4 луча
D (1,5 %)	20	без ФП	1 луч
	10	без ФП	2 луча
	7	без ФП	3 луча
	4	без ФП	4 луча
F (3,0 %)	20	без ФП	1 луч
	7	без ФП	2 луча

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
	6	без ФП	3 луча
	3	без ФП	4 луча

Таблица М.3 – Требования к составу измерительной линии после колена или тройника, разделяющего потоки, угол – 0° (180°)

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
А (0,5 %)	–	без ФП	1 луч
	20	без ФП	2 луча
	8	без ФП	3 луча
	4	без ФП	4 луча
В (0,7 %)	24	без ФП	1 луча
	19	без ФП	2 луча
	4	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча
С (1,0 %)	20	без ФП	1 луч
	18	без ФП	2 луча
	4	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча
D (1,5 %)	20	без ФП	1 луч
	10	без ФП	2 луча
	4	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча
F (3,0 %)	19	без ФП	1 луч
	2	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

Таблица М.4 – Требования к составу измерительной линии после колена или тройника, разделяющего потоки, угол – 90° (270°)

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
А (0,5 %)	–	без ФП	1 луч
	30	без ФП	2 луча
	27	без ФП	3 луча
	20	без ФП	4 луча
В (0,7 %)	34	без ФП	1 луча
	30	без ФП	2 луча
	24	без ФП	3 луча
	10	без ФП	4 луча
С (1,0 %)	30	без ФП	1 луч
	20	без ФП	2 луча
	17	без ФП	3 луча
	9	без ФП	4 луча
D (1,5 %)	30	без ФП	1 луч
	20	без ФП	2 луча
	6	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча
F (3,0 %)	30	без ФП	1 луч
	17	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

Таблица М.5 – Требования к составу измерительной линии после группы колен в разных плоскостях или тройника, смешивающего потоки, угол – 0° (180°)

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
А (0,5 %)	–	без ФП	1 луч
	40	без ФП	2 луча
	30	без ФП	3 луча
	20	без ФП	4 луча

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
В (0,7 %)	–	без ФП	1 луча
	40	без ФП	2 луча
	30	без ФП	3 луча
	20	без ФП	4 луча
С (1,0 %)	34	без ФП	1 луч
	30	без ФП	2 луча
	20	без ФП	3 луча
	10	без ФП	4 луча
D (1,5 %)	30	без ФП	1 луч
	20	без ФП	2 луча
	14	без ФП	3 луча
	3	без ФП	4 луча
F (3,0 %)	24	без ФП	1 луч
	18	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

Таблица М.6 – Требования к составу измерительной линии после группы колен в разных плоскостях или тройника, смешивающего потоки, угол – 90° (270°)

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
А (0,5 %)	–	без ФП	1 луч
	40	без ФП	2 луча
	30	без ФП	3 луча
	20	без ФП	4 луча
В (0,7 %)	–	без ФП	1 луча
	40	без ФП	2 луча
	30	без ФП	3 луча
	20	без ФП	4 луча
С (1,0 %)	40	без ФП	1 луч
	30	без ФП	2 луча

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
	26	без ФП	3 луча
	10	без ФП	4 луча
D (1,5 %)	30	без ФП	1 луч
	20	без ФП	2 луча
	16	без ФП	3 луча
	10	без ФП	4 луча
F (3,0 %)	30	без ФП	1 луч
	17	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

Таблица М.7 – Требования к составу измерительной линии после конфузора

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
A (0,5 %)	–	без ФП	1 луч
	12	без ФП	2 луча
	9	без ФП	3 луча
	6	без ФП	4 луча
B (0,7 %)	–	без ФП	1 луча
	12	без ФП	2 луча
	9	без ФП	3 луча
	6	без ФП	4 луча
C (1,0 %)	12	без ФП	1 луч
	9	без ФП	2 луча
	8	без ФП	3 луча
	3	без ФП	4 луча
D (1,5 %)	10	без ФП	1 луч
	7	без ФП	2 луча
	6	без ФП	3 луча
	3	без ФП	4 луча
F (3,0 %)	10	без ФП	1 луч

Класс точности расходомера	Расстояние до МС, DN, не менее	Наличие ФП	Исполнение по количеству лучей
	6	без ФП	2 луча
	2	без ФП	3 луча
	2	без ФП	4 луча

## Приложение Н – Прямые участки

Н.1 Средний внутренний диаметр прямого участка (ПУ) и его фланца, расположенного непосредственно перед корпусом расходомера, не должен отличаться более чем на 3% от значения внутреннего диаметра входного сечения расходомера  $d$  (таблица Ж.1).

Примечание: при реализации методики выполнения измерений ГОСТ 8.611-2013, если отличие более 1%, но не более 3%, то при оценивании пределов допускаемой погрешности измерений расхода и количества газа учитывают дополнительную составляющую, которую рассчитывают по формуле:

$$\delta_S = 5 \left| \frac{D - \bar{D}_T}{D} \right|$$

где  $D$  – внутренний диаметр входного сечения расходомера;

$\bar{D}_T$  – средний внутренний диаметр ПУ или его фланца в месте стыковки с расходомером.

Н.2 Если внутренний диаметр входного сечения корпуса расходомера менее внутреннего диаметра ПУ и отклонение внутреннего диаметра ПУ от внутреннего диаметра входного сечения расходомера превышает 1%, то допускается выполнять сопряжение расходомера с ПУ путем применения конусных переходов, угол конуса которых не превышает 10°.

Н.3 На участке измерительной линии длиной  $2DN$ , расположенном непосредственно перед корпусом расходомера, ни одно значение внутреннего диаметра в любом поперечном сечении не должно отличаться более чем на 0,5% от среднего внутреннего диаметра этого участка.

Н.4 На ПУ длиной  $2DN$ , расположенном непосредственно после корпуса расходомера, ни одно значение внутреннего диаметра в любом поперечном сечении на этом отрезке не должно отличаться более чем на 3% от значения внутреннего диаметра выходного сечения корпуса расходомера.

Н.5 За пределами участков длиной  $2DN$ , расположенных непосредственно до и после корпуса расходомера, на длине необходимых прямолинейных участков до и после расходомера выполняют следующие требования:

- изгиб ПУ не должен превышать 5°. Требование к изгибу считается выполненным, если визуально отклонение от прямолинейности ПУ не обнаруживается;

- разница средних внутренних диаметров сечений секций ПУ в местах их стыковки не должна превышать 3%, при этом высота уступа в месте соединения секций ПУ не должна превышать 2% среднего арифметического значения их диаметров.

Н.6 Сварной шов фланца ПУ, расположенного перед корпусом расходомера, должен быть полностью или частично зачищен. После проведения частичной зачистки сварного шва фланца ПУ необходимо проверить выполнение требований п.Н.1.

Для изготовления ПУ могут использоваться сварные трубы только в том случае, если сварной шов не является спиральным.

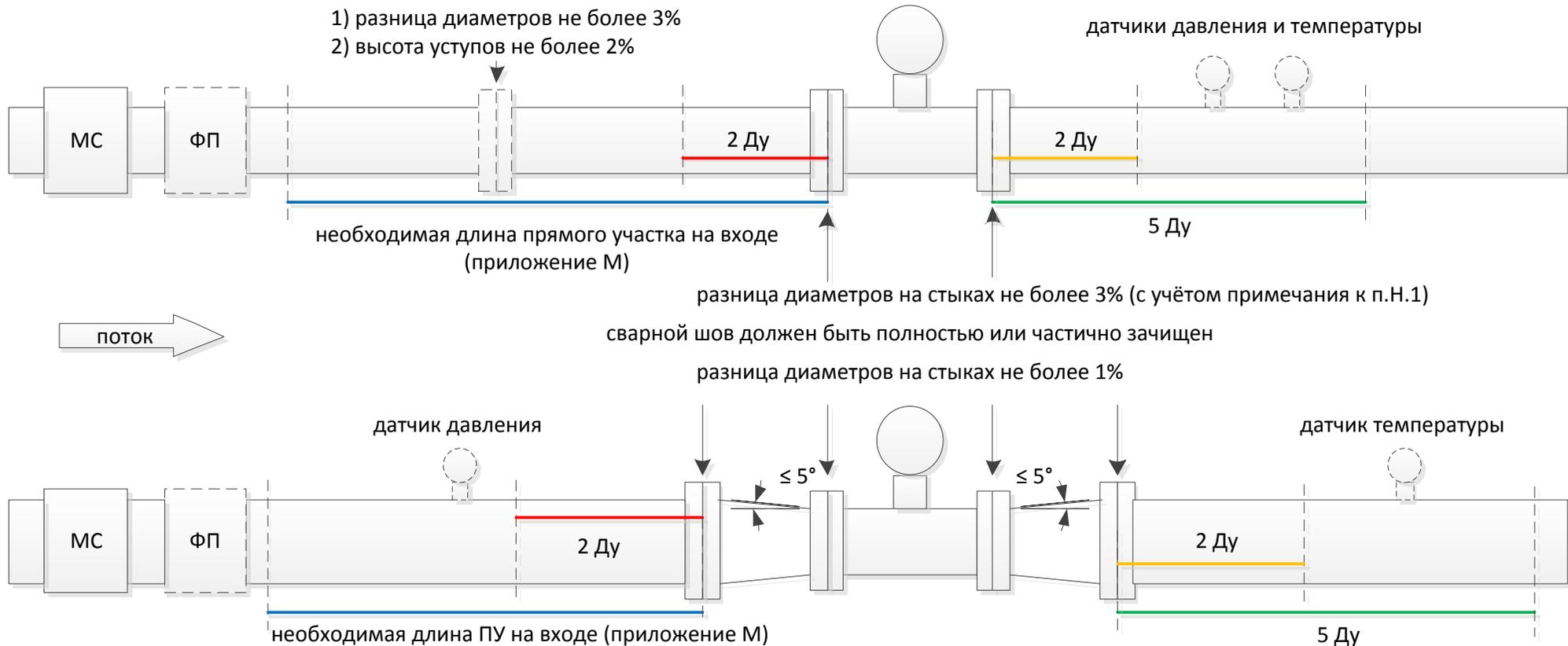
На ПУ длиной  $2DN$ , расположенном непосредственно перед корпусом расходомера, высота валика продольного шва не должна превышать  $0,005DN$ , поперечного –  $0,0025DN$ .

За пределами участка длиной  $2DN$ , расположенного перед расходомером, высота валика продольного шва на ПУ не должна превышать  $0,015DN$ .

Высота валика поперечного шва в местах стыка секций ПУ, расположенных за пределами  $2DN$  перед расходомером, не должна превышать  $0,01DN$ .

После корпуса расходомера высота валика поперечного и продольного шва на ПУ не должна превышать  $0,015DN$ .

Н.7 Рекомендации по участкам трубопровода, примыкающим к расходомеру, схематично представлены на рисунке Н.1



— 1) ни одно значение диаметра в любом поперечном сечении не должно отличаться более чем на 3% от среднего диаметра этого участка  
2) высота валика продольного шва не должна превышать 0,015 Ду, поперечного – 0,01 Ду

— 1) ни одно значение диаметра в любом поперечном сечении не должно отличаться более чем на 0,5% от среднего диаметра этого участка  
2) высота валика продольного шва не должна превышать 0,005 Ду, поперечного – 0,0025 Ду

— ни одно значение внутреннего диаметра в любом поперечном сечении не должно отличаться более чем на 3% от среднего входного диаметра расходомера  
— высота валика поперечного и продольного шва не должна превышать 0,015 Ду

— общие требования к прямым участкам: 1) изгиб трубопровода не должен превышать 5°  
2) для изготовления могут применяться сварные трубы только в том случае, если сварной шов не является спиральным

Рисунок Н.1 – Схема требований к участкам трубопровода, примыкающим к расходомеру

## Приложение П – Датчики температуры и давления

### П.1 Средства измерений давления и их монтаж

П.1.1 Совместно с расходомером применяют датчики абсолютного или избыточного давления с токовым выходным сигналом 4..20 мА (п. 3.14 ).

П.1.2 В качестве запорной арматуры на соединительных трубках применяют игольчатые клапаны (вентили) или шаровые краны.

При монтаже датчиков давления (ДД) рекомендуется применение двухвентильных блоков, которые обеспечивают подключение ПД к соединительным трубкам, блокировку и сброс давления в соединительных трубках, подсоединение эталонных средств измерений для контроля метрологических характеристик ДД.

П.1.3 Отбор давления газа выполняют через отверстие, размещенное на прямолинейном участке трубопровода до или после расходомера.

Расстояние между местом отбора давления и фланцами расходомера должно быть не менее 1 и не более 5DN.

Если для сопряжения корпуса расходомера с измерительным трубопроводом (ИТ) использовались конусные переходы, то отверстие для отбора давления должно быть размещено на ИТ до расходомера на расстоянии не более 5DN до начала конусного перехода. Если требуется разместить отверстие на большем расстоянии, то его значение  $l$ , м, должно удовлетворять условию:

$$\frac{l}{D} \leq \frac{1}{\lambda} \left[ 500 \frac{p_{max}}{\rho_m} V_m^{-2} - \zeta \left( \frac{D}{d} \right)^4 \right]$$

где  $\rho_m$  – плотность газа при минимальной рабочей температуре и максимальном рабочем давлении в условиях эксплуатации расходомера, кг/м<sup>3</sup>;

$p_{max}$  – максимальное рабочее давление газа, МПа;

$\lambda$  – коэффициент гидравлического трения;

$V_m$  – максимальная скорость потока в рабочих условиях, м/с;

$\zeta$  – коэффициент сопротивления конфузора.

$D$  – диаметр условный ИТ (на входе в конфузор), м;

$d$  – диаметр условный расходомера (на выходе из конфузора), м.

Коэффициент гидравлического трения может быть определен по формуле:

$$\lambda = 0,11 \left( \frac{R_{ш}}{D} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$$

где  $R_{ш}$  – эквивалентная шероховатость ИТ, м;

$Re$  – число Рейнольдса.

Число Рейнольдса, определяется по формуле:

$$Re = \frac{\rho_m V_m D}{\eta}$$

где  $\eta$  – динамическая вязкость рабочей среды, Па\*с или  $\frac{\text{кг}}{\text{м}\cdot\text{с}}$ .

Коэффициент сопротивления  $\zeta$  конфузора принимают равным 0,12.

Между точкой отбора давления и корпусом расходомера должны отсутствовать МС.

Расстояние от точки отбора давления до ближайшего МС должно быть не менее 1,5DN.

П.1.4 Отверстие для отбора давления должно быть круглым и цилиндрическим на длине не менее 2,5 диаметра этого отверстия от внутренней поверхности ИТ.

Диаметр отверстия должен быть не более 0,13DN. Рекомендуется выбирать диаметр отверстия для отбора давления газа в пределах от 3 до 12 мм.

П.1.5 Осевая линия отверстия для отбора давления должна пересекать осевую линию трубопровода и лежать под углом  $(90\pm 5)^\circ$  к ней. В точке прохода через стенку отверстие должно иметь круговое сечение. Кромки должны находиться заподлицо с внутренней поверхностью стенки трубопровода и быть настолько острыми, насколько это возможно. Чтобы гарантировать устранение зазубрин или заусенцев на внутренней кромке, разрешается минимальное закругление и, если это закругление можно измерить, его радиус должен быть меньше одной десятой диаметра отверстия для отбора давления. В соединяющем отверстии, на кромках отверстия, просверленного в стенке трубопровода, или на стенке трубопровода вблизи отверстия для отбора давления не должны присутствовать неровности или другие отклонения от нормы. Соответствие отверстий для отбора давления определенным требованиям может быть оценено визуальным осмотром.

В горизонтальных и наклонных трубопроводах отверстия для отбора давления размещают в верхней части ИТ или корпусе расходомера с отклонением от вертикальной плоскости, проходящей через ось трубы, не более  $90^\circ$ .

П.1.6 Соединительная трубка для передачи давления от ИТ к датчику давления должна иметь уклон к горизонтали не менее 1:12.

При применении соединительных трубок, составленных из отдельных секций, диаметр условного прохода этих секций должен быть одинаковым.

Рекомендуемые значения внутреннего диаметра соединительных трубок приведены в таблице П.1.

Таблица П.1

Тип среды	Значение внутреннего диаметра в мм при длине трубок, м			
	менее 2,5	от 2,5 до 16	от 16 до 45	от 45 до 90
Сухой газ	от 3,5 до 10 включительно	от 6 до 10 включительно	10	10
Влажный газ*	13	13	13	13
Загрязненный газ**	25	25	25	38

\* Газ, способный конденсироваться в соединительной трубке, т.е. точки росы по влаге и углеводородам которого могут оказаться выше температуры газа в соединительной трубке;  
 \*\* Газ, загрязнения которого могут привести к перекрытию сечения соединительной трубки

Материал соединительных трубок должен быть коррозионно-стойким по отношению к измеряемому газу, его конденсату и сопутствующим компонентам (метанол, гликоль и др.).

## П.2 Средства измерений температуры и их монтаж

П.2.1 Совместно с расходомером применяют датчики температуры (ДТ) с токовым выходным сигналом 4..20 мА (п. 3.14 ).

Конструктивное исполнение ДТ (защищенность от внешних воздействий, наружный диаметр и длина его монтажной части) должно соответствовать требованиям, установленным ГОСТ 6651 и настоящим руководством, к измерению температуры газа.

П.2.2 Температуру газа измеряют на прямолинейном участке ИТ до или после расходомера.

Наличие МС между расходомером и местом установки ДТ не допускается.

Если температура газа измеряется после расходомера, то выполняют следующие требования:

- расстояние от корпуса расходомера до ДТ должно быть не менее  $2DN$  и не более  $15DN$ . Для однонаправленного потока ДТ рекомендуется устанавливать на участке ИТ, расположенным между  $2DN^*$  и  $5DN^*$  (где  $DN^*$  – наружный диаметр трубопровода) от находящегося ниже по течению фланца расходомера;
- ближайшее МС, размещенное после ДТ, должно располагаться на расстоянии не менее  $1DN$  от него;

Если температуру газа измеряют до расходомера, то выполняют следующие требования:

- расстояние от корпуса расходомера до ДТ должно быть не менее  $5DN$  и не более  $15DN$ . Если расстояние от корпуса расходомера до ДТ менее  $5DN$ , то расходомер должен быть калиброван совместно с ДТ, установленным в соответствии со схемой его монтажа на месте эксплуатации. В этом случае делается отметка в паспорте о калибровке в составе измерительной линии, эскиз измерительной линии при калибровке включается в комплект поставки расходомера;
- ближайшее МС, размещенное до ДТ, должно располагаться на расстоянии не менее  $1DN$  от него.

При измерении расхода и количества газа реверсивных потоков рекомендуется устанавливать ДТ таким образом, чтобы при наиболее часто используемом направлении потока газа ДТ располагался после расходомера. Независимо от места установки ДТ, расстояние от корпуса расходомера до ДТ должно быть не менее  $5DN$  и не более  $15DN$ . Если расстояние от корпуса расходомера до ДТ менее  $5DN$ , то расходомер должен быть калиброван совместно с ДТ, установленным в соответствии со схемой его монтажа на месте эксплуатации. В этом случае делается отметка в паспорте о калибровке в составе измерительной линии, эскиз измерительной линии при калибровке включается в комплект поставки расходомера.

П.2.3 ДТ может быть установлен непосредственно в ИТ или в гильзу (карман).

Наружные диаметры корпуса ДТ и гильзы (при ее наличии) должны быть не более  $0,13DN$ . Допускается увеличение наружного диаметра корпуса ДТ и гильзы (при ее наличии) до  $0,2DN$ , если они установлены на прямолинейном участке ИТ после расходомера и теплоизолированы, как показано на рисунке П.1.

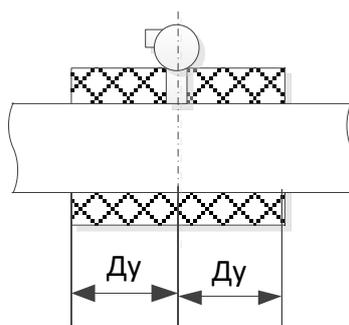


Рисунок П.1 – Пример теплоизоляции участков ИТ и ДТ

Глубина погружения ДТ должна быть равна длине его монтажной части, установленной изготовителем для конкретного типа ДТ.

Чувствительный элемент ДТ должен быть погружён в ИТ на глубину от 0,1DN до 0,7DN. Высота крепления датчика температуры на прямом участке, поставляемом в комплекте с расходомером, указана в таблице Ж.1 (Т, мм). Для глубин погружения больше чем  $\frac{1}{3}DN$  рекомендуется применение ДТ или гильз (при их наличии), корпус которых имеет коническую форму.

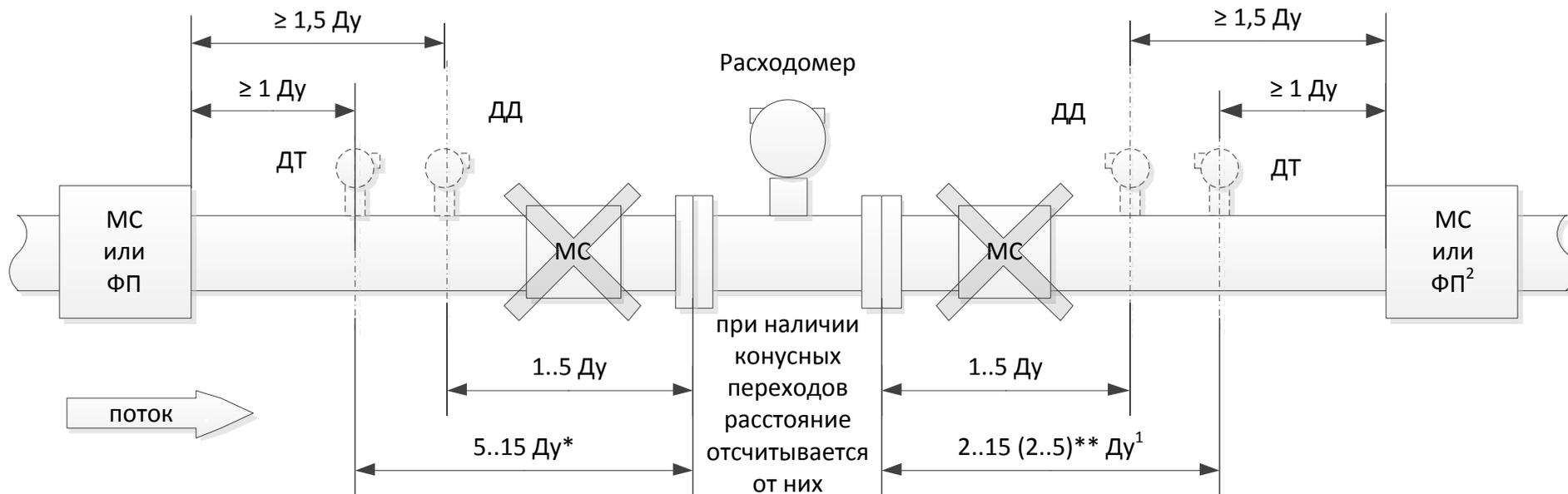
При установке ДТ в гильзу должен быть обеспечен надежный тепловой контакт. Для обеспечения теплового контакта гильзу заполняют, например жидким маслом. ДТ погружают в гильзу на полную ее глубину (с монтажным зазором). Рекомендуется, чтобы зазор между боковыми стенками гильзы и ПТ не превышал 0,5 мм.

Чувствительный элемент ДТ рекомендуется располагать радиально относительно трубопровода.

Допускается наклонная установка корпуса ДТ или его установка в изгибе колена по оси трубопровода.

П.2.4 Если температура окружающей среды в процессе эксплуатации расходомера может отличаться от температуры измеряемого газа более чем на 40°C, то теплоизолируют корпус расходомера и участки ИТ, как показано на рисунке 2.

П.2.5 Рекомендации по размещению на измерительном трубопроводе датчиков температуры и давления графически представлены на рисунке П.2.



- \* - при невозможности выполнения данного условия калибровка выполняется совместно с ДТ
- \*\* - рекомендуемый диапазон
- <sup>1</sup> - при измерении реверсивных потоков применяются требования, аналогичные установке перед расходомером ( $5..15 \text{ Ду}$  или калибровка совместно с ДТ)
- <sup>2</sup> - при измерении реверсивных потоков

Рисунок П.2 – Размещение на измерительном трубопроводе датчиков температуры и давления

## Приложение Р – Формирователи потока

Р.1 Формирователь потока (ФП) типа NEL по ГОСТ 8.586

Р.1.1 Применение ФП типа NEL рекомендовано после местных сопротивлений, создающих существенную асимметрию потока.

Р.1.2 Габаритные и присоединительные размеры ФП приведены на рисунках Р.1, Р.2.

Р.1.3 Коэффициент гидравлического сопротивления  $k$  ФП NEL: 3,2.

Р.2 Формирователь потока типа трубчатый струевыпрямитель

Р.2.1 Применение струевыпрямителя рекомендовано после местных сопротивлений, создающих закрутку потока.

Р.2.2 Габаритные и присоединительные размеры ФП приведены на рисунке Р.3.

Р.2.3 Коэффициент гидравлического сопротивления струевыпрямителя: 0,75.

Р.3 Расчёт перепада давления на формирователе потока  $dP$  допускается выполнять по формуле:

$$dP = \frac{k * \rho * V^2}{2}$$

где  $\rho$  – плотность газа, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  – скорость потока газа, м/с.

Скорость потока допускается определять по формуле:

$$V = \frac{Q_v}{900\pi D^2}$$

где  $Q_v$  – объёмный расход при рабочих условиях, м<sup>3</sup>/ч.

При оценке максимального перепада давления целесообразно использовать максимальные значения плотности (при максимальном давлении и минимальной температуре) и объёмного расхода.

Р.4 Формирователь потока нуждается в очистке, если наблюдаемый перепад давления превышает расчётное значение на 10% и более.

Р.5 Для уточнения коэффициента гидравлического сопротивления формирователя потока рекомендуется при первом запуске измерительной линии зафиксировать перепад давления на формирователе потока и другие параметры согласно п.Р.3. Уточнённое значение коэффициента гидравлического сопротивления получить обратным расчётом.

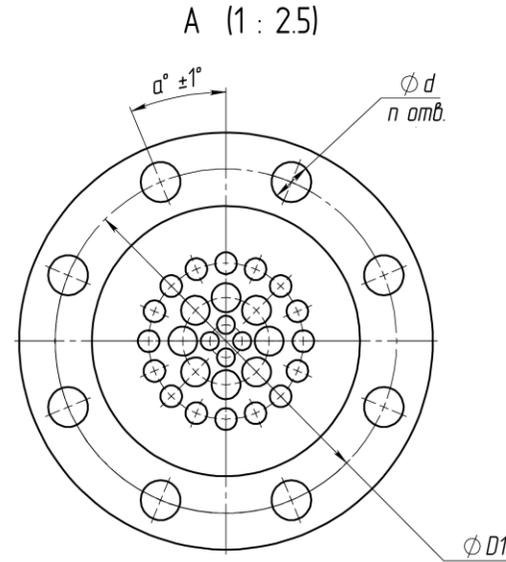
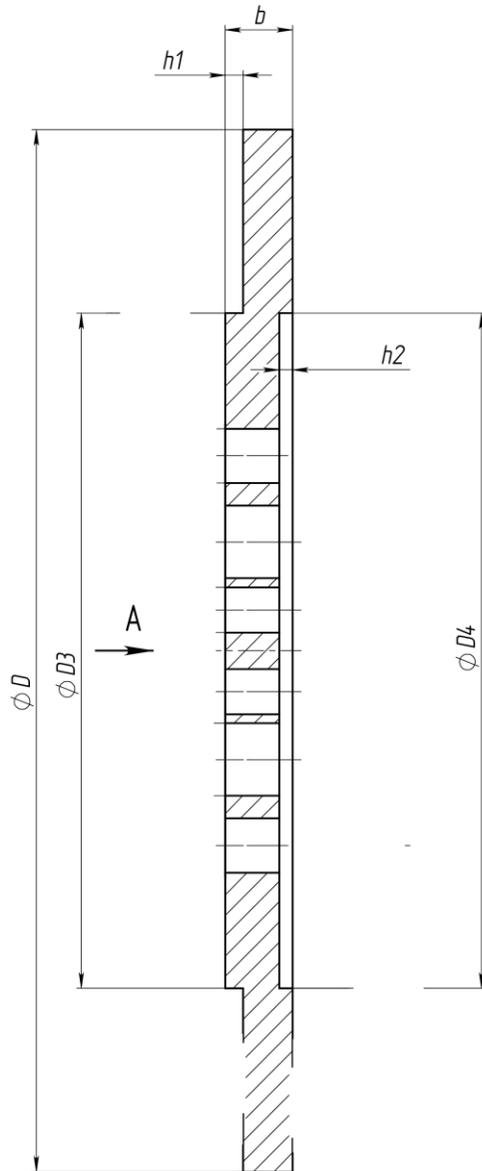


Рис.Р.2  
Остальное см. рис.Р.1

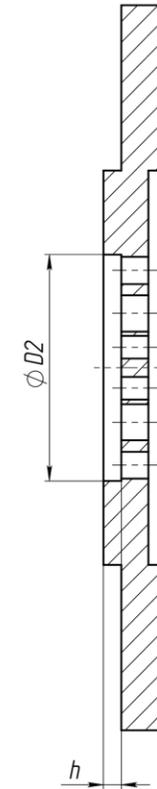


Таблица параметров (размеры в миллиметрах)

Обозначение	Ду	Рис.	D	b	D1	d	n	$\alpha^\circ$	D2	h	D3	h1	D4	h2
3068.00.1000.01	100	Р.1	230	15	190	22	8	22,5	-	-	149 <sub>-0,25</sub>	4	149 <sup>+0,3</sup> <sub>+0,1</sub>	3
-01	150		300	21	250	26	8	22,5			203 <sub>-0,29</sub>	4	203 <sup>+0,35</sup> <sub>+0,10</sub>	3
-02	200		360	27	310	26	12	15			259 <sub>-0,32</sub>	4	259 <sup>+0,4</sup> <sub>+0,1</sub>	3
-03	300		485	42	430	30	16	11,25			363 <sub>-0,36</sub>	5	363 <sup>+0,4</sup> <sub>+0,1</sub>	4
-04	50	Р.2	160	13	125	18	4	45	50	4	87 <sub>-0,22</sub>	4	87 <sup>+0,3</sup> <sub>+0,1</sub>	3
-05	80		195	15	160	18	8	22,5	80	2	120 <sub>-0,25</sub>	4	120 <sup>+0,3</sup> <sub>+0,1</sub>	3

**Приложение С – Конфигурация измерительной линии при калибровке и поверке**

С.1 В паспорте на расходомер указан тип калибровки: стандартная или в составе измерительной линии.

С.2 При стандартной калибровке поверка расходомера выполняется в составе измерительной линии (рисунок С.1), состоящей из:

- прямого участка длиной не менее 2DN;
- формирователя потока типа NEL, ориентированного как показано на рисунке Р.1 вид А;
- прямого участка длиной 10DN;
- поверяемого расходомера;
- прямого участка длиной не менее 5DN – на данном участке допускается (но не обязательно) установка датчиков температуры и давления из состава поверочной установки с соблюдением рекомендаций приложения П.

Эталон и насосная установка должны располагаться после поверяемого расходомера.

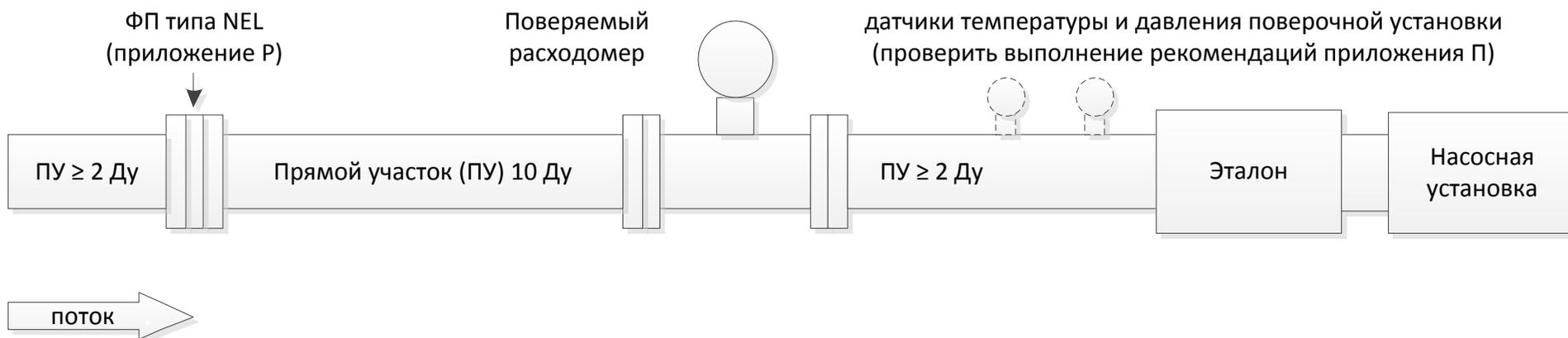


Рисунок С.1 – Схема поверочной установки и измерительной линии при калибровке и поверке

С.3 При калибровке расходомера в составе измерительной линии поверка выполняется в составе этой же измерительной линии. В этом случае эскиз измерительной линии входит в комплект поставки расходомера.

### Приложение Т – Определение относительной погрешности при вычислении объемного расхода и объема газа, приведённых к стандартным условиям, массового расхода и массы газа, теплоты сгорания

Для определения относительной погрешности расходомера при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа, результаты расчётов расходомера по методике ГОСТ 30319.2-2015 сравнивают со значениями, полученными аттестованным ПО. Для этого выполняют следующие действия:

1. Используя экранное меню расходомера или сервисное ПО сохраняют исходные настройки расходомера, перечисленные в таблице Т.1;
2. Для параметров, перечисленных в таблице Т.1 устанавливают значения, указанные в последней колонке;
3. В экранном меню расходомера «Главные переменные» или с применением сервисного ПО считывают значения: объемного расхода при СУ:  $Q_{Vсч}$ , м<sup>3</sup>/ч, массового расхода:  $Q_{Mсч}$ , кг/ч и высшей объемной теплоты сгорания:  $Q_{Tсч}$ , кДж/моль, по показаниям расходомера;
4. Относительную погрешность при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа  $\delta_v$ , %, рассчитывают по формулам:

$$\delta_v = \frac{Q_{Vсч} - Q_{Vрасч}}{Q_{Vрасч}} \cdot 100, \quad (И.1)$$

$$\delta_v = \frac{Q_{Mсч} - Q_{Mрасч}}{Q_{Mрасч}} \cdot 100, \quad (И.2)$$

$$\delta_v = \frac{Q_{Tсч} - Q_{Tрасч}}{Q_{Tрасч}} \cdot 100, \quad (И.3)$$

где  $Q_{Vрасч}$  – объемный расход газа, приведенный к стандартным условиям, рассчитанный аттестованным программным обеспечением, 49,546 м<sup>3</sup>/ч;

$Q_{Mрасч}$  – массовый расход газа, рассчитанный аттестованным программным обеспечением, 34,682 кг/ч.

$Q_{Tрасч}$  – значение высшей объемной теплоты сгорания природного газа, рассчитанное аттестованным программным обеспечением, 36,761 МДж/м<sup>3</sup>.

5. Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при вычислении объемного расхода и объема газа, приведенных к стандартным условиям, массового расхода и массы газа не выходит за пределы  $\pm 0,01$  %;

6. Настройки расходомера возвращают к значениям, сохранённым в п.1.

Таблица Т.1

Название по тексту	Меню	Краткое описание	Параметр при настройке по протоколу Modbus	Значение
меню:[4. Обслуживание]→[7. Свойства газа]→[ 4. Метод расчета СУ]				
<i>выбор методики расчета</i>	«5.ГОСТ 30319.2»	Расчёт объёма при СУ по методике ГОСТ 30319.2	SelectionGOST	3
меню:[4. Обслуживание]→[7. Свойства газа]→[2. Теплота сгорания] →[2. Источник]				
<i>выбор методики расчета</i>	«3.ГОСТ3136 9»	Расчёт теплоты сгорания по методике ГОСТ 31369	ChooseSourceVolumeCalorific Value	1
меню:[4. Обслуживание]→[7. Свойства газа]→[3. Компонентный состав]→				
<i>Метан</i>	«2. Метан»	Молярная доля, %	MethaneMolarFraction	99,1
<i>Азот</i>	«10. Азот»	Молярная доля, %	NitrogeniumMolarFraction	0,3
<i>Диоксид углерода</i>	«11. CO2»	Молярная доля, %	CarbonDioxideMolarFraction	0,6
меню:[4. Обслуживание]→[7.Свойства газа]→[5. Доп. параметры МР]→				
<i>условно-постоянная плотность при стандартных условиях</i>	«2. Ф. плотн. СУ»	Фиксированная плотность при стандартных условиях для ГОСТ 30319.2-2015	DensityStandartConditionsFixed	0,7
меню:[5.Базовые функции]→[3. Настр. измер. давл.]→[ 3. Настр. источника] →				
<i>выбор источника</i>	«2. Источник»	Режим ввода температуры	TemperatureSource	0
<i>температура</i>	«3. Значение»	Температура (К)	TemperatureFixed	350
меню:[5.Базовые функции]→[3. Настр. измер. давл.]→[ 3. Настр. источника] →				
<i>выбор источника</i>	«2. Источник»	Режим ввода давления	PressureSource	0
<i>давление</i>	«3. Значение»	Давление (МПа)	PressureFixed	0,1
меню: [5. Базовые функции] → [7.Линейная коррекция] →				
<i>параметр</i>	«2. Об. р. К:»	Кoeffициент наклона объемного расхода	MFactorVolumeFlow	0
	«2. X0, м³/ч:»	Смещение объемного расхода	MOffsetVolumeFlow	60
меню: [4. Обслуживание] → [2.Главные переменные] →				
	«8. Ед.мас.рас.»	Единицы массового расхода	IndexUnitMassFlow	кг/ч
	«9. Ед.об.р.СУ»	Единицы объемного расхода при СУ	IndexUnitVolumeFlowStd	м³/ч