ЭВ-200.000.
000.000.00РЭ
10.11.2014
v2.0.6

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РАСХОДА ВИХРЕВЫЕ «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)»

Модификации ЭВ-200, ЭВ-205, ЭВ-200-ППД

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Высокая точность измерений

Независимость точности измерений от параметров процесса

Работа при высоких температурах и давлениях

Защита от гидроударов

Возможность имитационной поверки

ЖК дисплей с оптическими кнопками

Встроенная самодиагностика

Подключение по USB

www.emis-kip.ru

ЗАО «ЭМИС»
Россия,
Челябинск

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства, работы, правил эксплуатации, технического обслуживания и поверки преобразователей расхода вихревых «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» (в дальнейшем «преобразователь», «расходомер»).

В руководстве по эксплуатации приведены основные технические характеристики, указания по применению, указания по поверке, правила транспортирования и хранения, а также другие сведения, необходимые для обеспечения правильной эксплуатации преобразователя расхода.

Конструкция преобразователя постоянно совершенствуется, поэтому у приобретенного Вами прибора могут быть незначительные отличия от приведенного в настоящем документе описания, не влияющие на работоспособность, технические характеристики и удобство работы.

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем руководстве, приведён в ***приложении А.***

Любое использование материала настоящего издания, полное или частичное, без письменного разрешения правообладателя запрещается.

Изготовитель оставляет за собой право вносить изменения в конструкцию преобразователя, не ухудшающие его потребительских качеств, без предварительного уведомления.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА	4
1.1 Назначение преобразователя расхода	4
1.2 Характеристики	9
1.3 Обеспечение взрывозащищенности преобразователя расхода	18
1.4 Состав преобразователя расхода	21
1.5 Устройство и работа	22
1.6 Маркировка и пломбирование	24
2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ	25
2.1 Эксплуатационные особенности	25
2.2 Требования к монтажу	30
2.3 Использование	38
3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	41
4 ПОВЕРКА	42
5 ХРАНЕНИЕ	42
6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ	42
7 УТИЛИЗАЦИЯ	42
8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ	42
Приложение А *Перечень ссылочных документов*	43
Приложение Б *Схемы подключения преобразователя расхода*	44
Приложение В *Схемы монтажа, габаритные, присоединительные размеры и масса преобразователей расхода. Размеры монтажных вставок.*	46
Приложение Г *Комплект монтажных частей*	56
Приложение Д *Инструкция по применению программы «ЭМИС Интегратор»*	61
Приложение Е *Чертеж средств обеспечения взрывозащиты преобразователей исполнения Вн*	62
Приложение Ж *Карта регистров цифровых протоколов*	63
Приложение И *Перечень средств измерений, используемых при поверке*	77
Приложение К *Настройка погружного преобразователя расхода согласно условиям применения*	79
Приложение Л *Монтаж погружного преобразователя расхода без остановки потока в трубопроводе*	82

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1. Назначение преобразователя расхода

1.1.1 Преобразователи расхода предназначены для измерения объема и объемного расхода жидкостей, газов, (природного газа, попутного нефтяного газа, кислорода, воздуха и др. газов), насыщенного и перегретого пара, агрессивных сред при рабочем давлении и рабочей температуре в различных отраслях промышленности и в системах коммерческого учета, в составе счетчиков газа и пара.

Преобразователи расхода исполнения «ППД» предназначены для эксплуатации в системах поддержания пластового давления, для измерения сеноманской воды, а также других жидкостей при повышенном давлении.

Преобразователи расхода могут использоваться в составе автоматических систем управления и контроля и локальных схемах автоматизации с использованием частотно-импульсного сигнала по ГОСТ 26.010, токового сигнала по ГОСТ 26.011 и цифрового сигнала ModBus (RS485, USB) и HART^{TM}.

По методу измерения преобразователи подразделяются на полнопроходные (ЭВ-200) и погружные (ЭВ-205). По способу монтажа на трубопровод преобразователи ЭВ-200 имеют исполнения:

- бесфланцевое типа «сэндвич», код обозначения «С» - для диаметров условного прохода от 15 до 100 мм;
- фланцевое, код исполнения «Ф» - для диаметров условного прохода от 15 до 300 мм;
- фланцевое со встроенным переходом на меньший диаметр, код исполнения «ФР» - для диаметров условного прохода трубопровода от 25 до 100 мм;
- для систем поддержания пластового давления, код исполнения «ППД» - для диаметров условного прохода трубопровода 50, 80, 100 и 150 мм.

Погружные преобразователи ЭВ-205 по способу монтажа имеют код исполнения «ПР» - для диаметров условного прохода от 200 до 2000 мм.

1.1.2 Преобразователи расхода предназначены для измерения объема и объемного расхода среды, имеющей следующие параметры:

1) температура от минус 40 ºС до плюс 460 ºС; исполнения отличающиеся стойкостью к температуре и соответствующие им температурные диапазоны измеряемой среды приведены в ***Таблица 1.1.***

Таблица 1.1 - Исполнения по температуре измеряемой среды

Исполнение по температуре измеряемой среды	***Код исполнения***	***Температура измеряемой среды, ℃***	
		минимальная	***максимальная***
Исполнение с низким верхним пределом	«100»	- 40	+ 100
Стандартное исполнение	«250»	- 40	+ 250
Высокотемпературное исполнение 320	«320»	- 40	+ 320
Высокотемпературное исполнение 460	«460»	- 40	+ 460

Примечание – Преобразователи криогенного исполнения выпускаются только в общепромышленном исполнении и предназначены для эксплуатации во взрывобезопасных условиях

2) избыточное давление:
- не более 25 МПа для преобразователей исполнений «Ф», «ФР»;
- не более 4,0 МПа для преобразователей исполнения «ПР»;
- не более 25 МПа для преобразователей исполнения «С»;
- не более 25 МПа для преобразователей исполнения «ППД» и «Х» (специальное исполнение).

3) содержание механических примесей не более 250 мг/м^3 для газа и не более 1 г/л для жидкости;

4) содержание газовых включений в жидкости не более 2,5% по объему для преобразователей класса точности 0,5% и не более 4% для преобразователей классов точности 1 и 1,5%. При содержании газовых включений до 10% по объему полная относительная погрешность не превышает ±5%;

5) динамическая вязкость среды не более 7 мПа*с для жидкостей;

6) измеряемая среда по своим свойствам не должна вызывать коррозии у материала проточной части преобразователя расхода.

1.1.3 Преобразователи расхода относятся к изделиям ГСП и классифицированы в соответствии с ГОСТ Р 52931 следующим образом:
- преобразователи расхода предназначены для информационной связи с другими изделиями;
- преобразователи расхода являются электрическими по виду энергоносителя сигналов;
- преобразователи расхода относятся к изделиям 3 порядка по эксплуатационной законченности;
- преобразователи расхода являются средством измерения по метрологическим свойствам.

1.1.4 Преобразователи расхода общепромышленного исполнения предназначены для работы во взрывобезопасных условиях.

Преобразователи взрывозащищенного исполнения **Вн** предназначены для работы во взрывоопасных условиях со взрывоопасными смесями подгруппы IIC, имеют вид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» и маркировку взрывозащиты «1ExdIIC(T1-T5)X».

Преобразователи взрывозащищенного исполнения **ExB** предназначены для работы во взрывоопасных условиях с взрывоопасными смесями подгруппы IIB, соответственно, имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» и маркировку взрывозащиты «1ExibIIB(T1-T5)X». Особенности обеспечения взрывозащиты преобразователей описаны в п. 1.6 «Обеспечение взрывозащищенности».

1.1.5 Преобразователи расхода имеют степень защиты от воздействия окружающей среды IP65 по ГОСТ 14254, и соответствуют по защищенности обыкновенному исполнению по ГОСТ Р 52931.

1.1.6 Преобразователи расхода устойчивы к воздействию внешнего переменного магнитного поля сетевой частоты с напряженностью до 400 А/м в соответствии с ГОСТ Р 50648.

1.1.7 Преобразователи в диапазоне расходов от Qп до Qmax (см. ***таблицу 1.7***) устойчивы к вибрациям с частотой от 10 до 100 Гц и с ускорением, не превышающим 4,9 м/с², и относятся к группе NX по ГОСТ Р 52931.

1.1.8 Преобразователи расхода по устойчивости к воздействию атмосферного давления в диапазоне от 84 до 106,7 кПа относятся к группе исполнения Р1 по ГОСТ Р 52931.

1.1.9 По устойчивости к воздействию климатических факторов внешней среды преобразователи расхода соответствуют исполнению У категории размещения 1 по ГОСТ 15150. Температура окружающей среды должна находиться в пределах от минус 40 ℃ до плюс 70 ℃, влажность не более 95±3% при +35 ℃ без осаждения конденсата.

В исполнении ExB ЖК-дисплей работает при температуре не ниже минус 20ºС.

1.1.10 Условное обозначение преобразователей при заказе составляется по структурной схеме, приведенной в ***таблице 1.2.1*** и ***таблице 1.2.2.***

Таблица 1.2.1 - Структура обозначения преобразователей ЭВ-200 и ЭВ-205

Код	***0***	***Наименование изделия***				
	ЭМИС-ВИХРЬ 200	Полнопроходной преобразователь				
	ЭМИС-ВИХРЬ 205	Погружной преобразователь				
Код	***1***	***Взрывозащита***				
	–	без взрывозащиты				
	ExB	1ExibIIB(T1-T5)X				
	Вн	1ExdIIC(T1-T5)X				
	X	спец. заказ				
Код	***2***	***Типоразмер преобразователя (ДУ трубопровода)***				
	015*	15 мм	**100**	100 мм	**350**	350 (только для ЭВ-205)
	025	25 мм	**125**	125 мм	**400**	400 (только для ЭВ-205)
	032	32 мм	**150**	150 мм	**….**	…. (только для ЭВ-205)
	040	40 мм	**200**	200 мм		
	050	50 мм	**250**	250 мм		
	065	65 мм	**300**	300 мм	**2000**	2000 (только для ЭВ-205)
	080	80 мм			**X**	спец. заказ
Код	***3***	***Класс точности (см. табл. 1.7)***				
	А	класс точности А				
	Б	класс точности Б				
Код	***4***	***Диапазон расхода***				
	–	стандартный				
	X	спец. заказ				
Код	***5***	***Измеряемая среда***				
	Ж	жидкость				
	Г	газ / насыщенный пар / перегретый пар				
	К	кислород (только для ЭВ-200)				
Код	***6***	***Материал проточной части***				
	Н	нержавеющая сталь				
	Хс	хастеллой (только для ЭВ-200)				
	X	спец. заказ				

Код	7	Соединение с трубопроводом (только для ЭВ-200)
	С	сэндвич (Ду 15-100 мм)
	Ф	фланцевое
	ФР	фланцевое со встроенными переходами на меньший диаметр (Ду 25-100 мм)
	Х	спец. заказ
Код	**8**	**Размещение электронного преобразователя**
	–	совместное размещение датчика и электронного преобразователя
	Д	дистанционное исполнение электронного преобразователя (длина кабеля 3 м)
	Дхх	укажите требуемую длину кабеля для дистанц. исполнения (не более 5м)
Код	**9**	**Максимальное давление измеряемой среды**
	1,6	до 1,6 МПа
	2,5	до 2,5 МПа
	4,0	до 4,0 МПа
	6,3	до 6,3 МПа (только для ЭВ-200)
	16	до 16 МПа (только для ЭВ-200)
	20	до 20 МПа (только для ЭВ-200 «сэндвич» Ду 50, 80 и 100 мм)
	25	до 25 МПа (только для ЭВ-200 «сэндвич» Ду 50, 80 и 100 мм)
	Х	спец. заказ
Код	**10**	**Температура измеряемой среды**
	100	от -40 до +100 ºС
	250	от -40 до +250 ºС
	320	от -40 до +320 ºС (только для ЭВ-200)
	460	от -40 до +460 ºС (только для ЭВ-200 Ду≥40мм, фланцевого исполнения, с расширенной версией электронного преобразователя)
	Х	спец. заказ
Код	**11**	**Индикатор**
	–	отсутствует
	СИМ	встроенный индикатор с механической клавиатурой
	СИО	встроенный индикатор с оптической клавиатурой
	Х	спец. заказ
Код	**12**	**Версия электронного преобразователя**
	–	базовая
	В	расширенная (с вычислителем)
Код	**13**	**Выходные сигналы**
	–	частотный, цифровой ModBUS
	А	аналоговый, частотно-импульсный, цифровой ModBUS
	Н	аналоговый, частотно-импульсный, цифровой HART™
	Х	спец. заказ
Код	**14**	**Калибровка, поверка**
	–	заводская калибровка по 5 точкам, тест на давление
	ГП	государственная поверка

Примечание: «–» (прочерк) обозначает, что данное исполнение является стандартным;
* - только на температуру измеряемой среды до +250 ºС;

Пример обозначения полнопроходного преобразователя ЭВ-200

Код	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Заказ	ЭМИС-ВИХРЬ 200	ExB	050	А	–	Ж	Н	ФР	Д	2,5	250	СИ	–	Н	ГП

Пример обозначения погружного преобразователя ЭВ-205

Код	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*
Заказ	ЭМИС-ВИХРЬ 205	–	400	Б	–	Г	Н	–	–	2,5	100	СИМ	–	А	–

Таблица 1.2.2 - Структура обозначения преобразователей исполнения «ППД»

0	***Наименование изделия***	
ЭМИС-ВИХРЬ 200-ППД	Преобразователь исполнения «ППД»	
1	***Типоразмер (диаметр условного прохода трубопровода / код диапазона расхода)***	***Конструктивное исполнение***
50/10	Трубопровод ДУ 50 мм, код диапазона расходов 10	**–**
50/20	Трубопровод ДУ 50 мм, код диапазона расходов 20	**–**
50/25	Трубопровод ДУ 50 мм, код диапазона расходов 25	1
50/35	Трубопровод ДУ 50 мм, код диапазона расходов 35	–
50/50	Трубопровод ДУ 50 мм, код диапазона расходов 50	**–**
50/60	Трубопровод ДУ 50 мм, код диапазона расходов 60	**–**
80/20	Трубопровод ДУ 80 мм, код диапазона расходов 20	**–**
80/35	Трубопровод ДУ 80 мм, код диапазона расходов 35	**–**
80/50	Трубопровод ДУ 80 мм, код диапазона расходов 50	**–**
80/100	Трубопровод ДУ 80 мм, код диапазона расходов 100	1
80/150	Трубопровод ДУ 80 мм, код диапазона расходов 150	**–**
100/25	Трубопровод ДУ 100 мм, код диапазона расходов 25	**–**
100/50	Трубопровод ДУ 100 мм, код диапазона расходов 50	**–**
100/120	Трубопровод ДУ 100 мм, код диапазона расходов 120	**–**
100/200	Трубопровод ДУ 100 мм, код диапазона расходов 200	–, 1
100/300	Трубопровод ДУ 100 мм, код диапазона расходов 300	**–**
150/500	Трубопровод ДУ 150 мм, код диапазона расходов 500	1
X	спец. заказ	
2	***Класс точности (см. табл. 1.7)***	
–	класс точности Б (стандартное исполнение)	
А	класс точности А	
3	***Максимальное давление измеряемой среды***	
–	до 25 МПа (стандартное исполнение)	
20	до 20 МПа	
4	***Индикатор***	
–	отсутствует	
И	встроенный индикатор	
5	***Конструктивное исполнение***	
-	стандартное исполнение	
1	исполнение 1	
6	***Калибровка, поверка***	
–	заводская калибровка по 5 точкам, тест на давление	
ГП	государственная поверка	

Пример обозначения преобразователя исполнения «ППД»

Код	*0*	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*

Заказ	**ЭМИС-ВИХРЬ 200–ППД**	**100/50**	**–**	**–**	**И**	**–**	**ГП**

Преобразователи исполнения «ППД» изготавливаются со следующими характеристиками:
- маркировка взрывозащиты 1ExdIICT5X;
- измеряемая среда – жидкость;
- температура измеряемой среды от -40 до +100 ℃;
- температура окружающей среды от -40 до +70 ℃;
- бесфланцевое исполнение;
- материал проточной части – нержавеющая сталь;
- совместное размещение датчика и электронного преобразователя;
- наличие частотно-импульсного выходного сигнала, цифрового сигнала ModBus (RS485, USB);
- наличие токового выходного сигнала (по согласованию с заказчиком), выходного сигнала HART (по согласованию с заказчиком).

1.2 Характеристики

1.2.1 Минимальное и максимальное значения измеряемого расхода зависят от физических параметров измеряемой среды и должны соответствовать скоростям потока, лежащим в диапазоне

для полнопроходных расходомеров:

- от 0,22 до 9,0 м/с – для жидких сред (от 0,14 до 11,2 м/с для исполнения «ППД»);

- от 2,0 до 68 м/с – для газообразных сред и пара;

для погружных расходомеров:

- от 0,26 до 5,0 м/с – для жидких сред;

- от 2,8 до 40 м/с – для газообразных сред и пара.

1.2.2 Минимальные (***Qmin***) и максимальные (***Qmax***) значения измеряемых объемных расходов воды и воздуха при температуре 20℃ и нулевом избыточном давлении для преобразователей ЭВ200 и ЭВ205 приведены в ***таблице 1.3***.

1.2.3 Диапазоны измерений объемного расхода газов, изменяемые в зависимости от рабочих параметров температуры и давления измеряемой среды, представлены в ***таблице 1.5.***

Диапазоны измерений массового расхода с содержанием пара в 100% при различных значениях абсолютного давления и температуры в трубопроводе представлены в ***таблице 1.6.***

1.2.4 Границы диапазонов расходов газообразных сред при разных значениях плотности, избыточного давления и температуры, при рабочих условиях и приведенных к нормальным условиям определяются производителем на основании данных опросного листа, заполненного потребителем.

Таблица 1.3 – Диапазоны измерения для преобразователей ЭВ-200 и ЭВ-205

Типоразмер расходомера (ДУ), мм	Код исполнения по типу соединения с трубопроводом	Код исполнения по температуре измеряемой среды	Измеряемый расход*, $м^3/ч$			
			Вода		Воздух	
			Qmin	Qmax	Qmin	Qmax
15	С, Ф, 25ФР	100	0,5	5	4	32
		250	0,5	5	7	32
25	С, Ф, 32ФР	100	0,6 (0,4)	16	5 (3,5)	120
		250	0,6	16	12,5	120
		320	0,6	16	12,5	120
32	С, Ф, 50ФР	100	0,8 (0,6)	26	7 (6)	200
		250	0,8	26	13	200
		320	0,8	26	13	200
40	С, Ф	100	1,4 (1)	41	11 (9)	310
		250	1,4	41	20	310
		320	1,4	41	20	310
		460	3,4	41	31	310
50	С, Ф, 80ФР	100	2 (1,4)	64	18 (14)	480
		250	2	64	30	480
		320	2	64	30	480
		460	5,3	64	48	480
65	С, Ф	100	3 (2,6)	107	33 (24)	810
		250	3	107	55	810
		320	3	107	55	810
		460	9	108	81	810

Продолжение ***Таблицы 1.3***

Типоразмер расходомера (ДУ), мм	Код исполнения по типу соединения с трубопроводом	Код исполнения по температуре измеряемой среды	Измеряемый расход*, м³/ч			
			Вода		Воздух	
			Qmin	Qmax	Qmin	Qmax
80	С, Ф, 100ФР	100	4,6 (4)	160	53 (36)	1230
		250	4,6	160	60	1230
		320	4,6	160	60	1230
		460	13	160	123	1230
100	С, Ф	100	8 (6)	250	80 (60)	1920
		250	8	250	90	1920
		320	8	250	90	1920
		460	21	250	192	1920
125	Ф	100	13 (10)	400	130 (90)	3000
		250	13	400	130	3000
		320	13	400	130	3000
		460	33	390	290	2900
150	Ф	100	18 (14)	575	190 (130)	4325
		250	18	575	190	4325
		320	18	575	190	4325
		460	47	560	420	4200
200	Ф	100	34 (26)	1060	320 (235)	8000
		250	34	1060	330	8000
		320	34	1060	330	8000
		460	90	1080	810	8100
250	Ф	100	60 (42)	1700	470 (380)	12900
		250	60	1700	500	12900
		320	60	1700	500	12900
		460	142	1670	1260	12600
300	Ф	100	95 (60)	2460	680 (550)	18600
		250	95	2460	800	18600
		320	95	2460	800	18600
		460	200	2400	1820	18200

Продолжение ***Таблицы 1.3***

Типоразмер расходомера (ДУ), мм	Код исполнения по типу соединения с трубопроводом	Код исполнения по температуре измеряемой среды	Измеряемый расход*, м³/ч			
			Вода		Воздух	
			Qmin	Qmax	Qmin	Qmax
40	**Датчик расхода ПР**	100, 250	1,4	18	23 (11)	144
200	**ПР**	100, 250	29	570	560 (320)	4410
250	**ПР**	100, 250	45	880	880 (500)	7070
300	**ПР**	100, 250	66	1270	1270 (710)	10180
350	**ПР**	100, 250	90	1730	1730 (970)	13850
400	**ПР**	100, 250	120	2260	2260 (1260)	18100
450	**ПР**	100, 250	150	2860	2860 (1600)	22900
500	**ПР**	100, 250	185	3540	3540 (1980)	28260
600	**ПР**	100, 250	265	5090	5090 (2850)	40700
700	**ПР**	100, 250	360	6920	6920 (3880)	55400
800	**ПР**	100, 250	470	9040	9040 (5060)	72350
900	**ПР**	100, 250	595	11450	11450 (6400)	91560
1000	**ПР**	100, 250	735	14140	14140 (7900)	113040
1100	**ПР**	100, 250	890	17110	17100 (9580)	136780
1200	**ПР**	100, 250	1060	20360	20360 (11400)	162780
1300	**ПР**	100, 250	1240	23900	23900 (13370)	191040
1400	**ПР**	100, 250	1440	27700	27700 (15500)	221560
1500	**ПР**	100, 250	1650	31800	31800 (17800)	254340
1600	**ПР**	100, 250	1880	36200	36170 (20260)	289380
1800	**ПР**	100, 250	2380	45800	45780 (25640)	366250
2000	**ПР**	100, 250	2940	56550	56520 (31650)	452160

Примечание:

1. По специальному заказу для температурного исполнения "100" возможно изготовление преобразователей с расширенным диапазоном измерения, нижний предел которого указан в скобках после нижнего предела основного диапазона. В таком случае в листе заказа после типоразмера преобразователя и класса точности записывается буква Х (например, 080-Б-Х обозначает преобразователь с Ду 80 мм с классом точности Б и расширенным диапазоном измеряемых расходов). При этом погрешность измерения при расходах ниже нижнего предела основного диапазона расходов не нормируется.*

2.Диапазоны измеряемых расходов для других сред зависят от их плотности, вязкости, давления, температуры и уточняются на основании опросного листа, заполняемого потребителем.

1.2.5 Минимальные и максимальные значения полного и эксплуатационного диапазонов измеряемых объемных расходов воды для преобразователей исполнения «ППД» приведены в ***таблице 1.4.***

Таблица 1.4 – Диапазоны измерения для преобразователей исполнения «ППД»

Типоразмер расходомера (ДУ / макс. расход)	Код исполнения по типу соединения с трубопроводом	Измеряемый расход воды, $м^3/ч$			
		Эксплуатационный диапазон		Полный диапазон	
		Qmin'	Qmax'	Qmin	Qmax
50/10	**ППД**	0,3	8	0,2	10
50/20		0,7	20	0,5	25
50/25		0,8	25	0,6	32
50/35		1	35	0,7	40
50/50		1,3	50	0,9	55
50/60		1,5	60	1	65
80/20	**ППД**	0,6	20	0,4	25
80/35		1	35	0,7	40
80/50		1,6	50	1	60
80/100		3	100	2,5	110
80/150		4	150	2,5	160
100/25	**ППД**	1	25	0,8	32
100/50		2	50	1,25	55
100/120		5	120	4	132
100/200		8 (5*)	200	6 (4*)	220 (200*)
100/300		12	300	10	330
150/500	**ППД**	15	500	12,5	540

*Примечание: * - значения для конструктивного исполнения 1*

1.2.6 Для преобразователей исполнения «ППД» рабочее давление должно быть не менее:
0,3 МПа – для **Q ≤ Qmin'**;
0,4 МПа – для **Qmin' < Q ≤ 0,5·Qmax'**;
0,8 МПа – для **Q > 0,5·Qmax'**.

Таблица 1.5 - Диапазон измерения объемного расхода газа (воздуха) при температуре 20 °С при различных значениях избыточного давления

Ризб, кПа	Расход, $м^3/ч$	Ду												
		15	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
0	min	4	3,5	6	9	14	24	36	60	87	130	235	380	550
	max	32	120	200	310	480	810	1230	1920	3000	4325	8000	12900	18600
100	min	2,2	2,5	4,0	6,3	10	17	25	40	62	90	164	265	382
	max	32	120	200	310	480	810	1230	1920	3000	4325	8000	12900	18600
200	min	1,8	2,0	3,3	5,2	8	14	20	32	50	73	134	216	312
	max	32	120	200	310	480	810	1230	1920	3000	4325	8000	12900	18600
400	min	1,4	1,8	2,9	4,5	7	12	18	28	44	64	118	190	274
	max	32	120	200	310	480	810	1230	1920	3000	4325	8000	12900	18600
800	min	1,3	1,8	2,9	4,5	7	12	18	28	44	64	118	190	274
	max	32	120	200	310	480	810	1230	1920	3000	4325	8000	12900	18600
1600	min	1,3	1,8	2,9	4,5	7	12	18	28	44	64	118	190	274
	max	32	120	200	310	480	810	1230	1920	3000	4325	8000	12900	18600
2000	min	1,3	1,8	2,9	4,5	7	12	18	28	44	64	118	190	274
	max	32	118	194	303	473	800	1210	1892	2965	4256	7872	12688	18295
3000	min	1,3	1,8	2,9	4,5	7	12	18	28	44	64	118	190	274
	max	32	97	160	250	390	660	1000	1557	2430	3503	6480	10444	15060
4000	min	1,3	1,8	2,9	4,5	7	12	18	28	44	64	118	190	274
	max	30,5	85	140	217	340	570	867	1354	2115	3046	5634	9082	13095

Таблица 1.6 - Диапазон измерения массового расхода насыщенного пара при различных значениях температуры и избыточного давления

Ризб, кПа / Т, ºС	Расход, кг/ч	Ду											
		25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
0,00	min	3,1	5,0	7,8	12	21	31	49	77	110	204	330	474
100,00	max	72	118	185	288	487	738	1154	1800	2600	4800	7740	11160
200,00	min	5,8	9,6	15	23	39	60	93	146	210	388	626	903
133,50	max	200	325	508	793	1340	2030	3172	4957	7138	13202	21280	30684
400,00	min	9,4	15,5	24	38	64	97	151	236	340	628	1013	1460
151,80	max	320	526	821	1283	2170	3285	5133	8021	11550	21364	34436	49652
800,00	min	16,4	27	42	66	111	168	263	411	592	1094	1764	2543
175,40	max	560	915	1430	2235	3777	5722	8940	13970	20116	37206	59973	86472
1600,00	min	30	50	78	121	205	310	485	757	1090	2017	3250	4687
204,30	max	1030	1687	2636	4120	6962	10545	16477	25745	37073	68572	110530	159370
2000,00	min	37	61	95	150	252	381	596	930	1340	2478	3994	5760
214,90	max	1265	2073	3239	5061	8554	12957	20246	31634	45553	84254	135810	195817
3000,00	min	55	90	140	219	370	561	877	1370	1972	3648	5880	8478
235,70	max	1863	3052	4768	7450	12591	19073	29800	46564	67053	124020	199910	288240
4000,00	min	73	120	187	291	492	746	1166	1821	2622	4850	7818	11273
251,80	max	2197	3600	5625	8788	14852	22500	35153	54927	79094	146293	235810	340000

1.2.7 Пределы допускаемой относительной погрешности измерения значения объема и объемного расхода среды по частотному и цифровому выходным сигналам в зависимости от класса точности преобразователей представлены в ***таблице 1.7***.

Таблица 1.7 – Пределы погрешностей

Тип расходомера	Измеряемая среда	Предел погрешности при расходах для класса точности А или Б				Переходный расход Qп
		Qmax ≥ Q ≥ Qп		Qmin ≤ Q < Qп		
		А	Б	А	Б	
Полнопроходной	Жидкость	± 0,5	± 1,0	± 1,0	± 1,5	0,06·Qmax
	Газ и пар	± 1,0	± 1,5	± 2,0	± 2,5	0,1·Qmax
Полнопроходной «ППД»	Жидкость	± 1,0	± 1,5	± 1,5	± 2,5	Qmin'
Погружной	Жидкость	± 1,5	± 2,0	± 3,0	± 3,5	0,125·Qmax
	Газ и пар	± 2,5	± 3,0	± 4,0	± 4,5	0,15·Qmax
Датчик расхода погружного расходомера	Жидкость	± 0,5	± 1,0	± 1,0	± 1,5	0,06·Qmax
	Газ и пар	± 1,0	± 1,5	± 2,0	± 2,5	0,1·Qmax

Примечание:
*1. **Qп** – переходный расход,*
__Qmax__ – максимальный измеряемый расход согласно таблицам 1.3 и 1.4.
__Qmin'__ – нижний предел эксплуатационного диапазона расходов для исполнения «ППД» согласно таблице 1.4.
*2. Полнопроходные преобразователи класса точности **А** изготавливаются только с ДУ ≤ 150мм для жидкостей и ДУ ≤ 100мм для газа и пара.*

Пределы допускаемой относительной погрешности измерения расхода по токовому выходному сигналу не превышают

$$\delta_{QI} = \pm [|\delta_0| + 0{,}2 \cdot I_{max}/(4+16 \cdot Q/Q_{max})], \%$$ (1.1)

где δ_0 – допускаемая погрешность согласно ***таблице 1.7***, %;
Imax=20 мА – максимальное значение силы тока в цепи токового выходного сигнала;
Q – значение расхода, м^3/ч;
Qmax – максимальный расход согласно паспорту преобразователя, м^3/ч.

1.2.8 Преобразователи могут иметь следующие выходные сигналы в различных исполнениях:
- частотно-импульсный или дискретный выходной сигнал;
- аналоговый (токовый) выходной сигнал;
- цифровые сигналы согласно ***таблице 1.8.***

Таблица 1.8 - Виды цифровых сигналов

Программный протокол	Физический интерфейс
Modbus RTU	RS-485 USB
HART™	Токовая петля 4-20 мА

Примечание: При подключении USB отключается RS-485. На время считывания/записи по HART останавливается работа по Modbus.

1.2.9 **Частотно-импульсный или дискретный выходной сигнал**.

Выход может быть настроен в режим частотного, импульсного или дискретного сигналов.

В режиме **«Частотный выход»** частота выходного сигнала пропорциональна значению текущей переменной. Текущей переменной может объявляться: объёмный расход, объёмный расход при Н.У., массовый расход, абсолютное давление, температура.

Примечание: Здесь и далее Н.У. – нормальные условия (Атмосферное давление 101325 Па = 760 мм. рт. ст. и температура воздуха 273,15 K = 0 ° C.)

Минимальное и максимальное значения частот сигнала соответствуют:

F_{MIN} = 0 Гц – минимальному значению текущей переменной;

F_{MAX} = 1000 Гц - максимальному значению текущей переменной**:**

В ***таблице 2.2*** приведены типовые значения цены импульса ***m*** для измерения жидких и газообразных сред при максимальной частоте выходного сигнала в 1000 Гц.

Цена импульса ***m*** при этом определяется по формуле

m = Q'max / (3,6 * 1000 Гц), *л,* (1.2)

где ***Q'max*** - максимально возможное значение расхода (см. ***таблицу 2.2***) для данного типоразмера преобразователя, $м^3$/ч.

В режиме **«Импульсный выход»** каждый импульс на выходе соответствует определенному количеству единиц текущей переменной, называемому ценой импульса. Текущей переменной может быть объем, объем при Н.У., или масса**.** По заказу потребителя может быть установлена необходимая цена импульса.

В режиме **«Дискретный выход»** выход меняет свое состояние (замкнутое/разомкнутое) при достижении определенного порога мгновенным расходом (режим «реле расхода») или накопленным объемом/массой (режим «дозатор»).

Алгоритм работы дискретного выхода в режиме дозатора.

Последовательность состояний в режиме дозатора:

1) Сбрасываемый сумматор обнуляется, а дискретный выход устанавливает начальное состояние. Это состояние контактов считается нормальным (основным). Расходомер готов к суммированию.

2) Внешняя автоматика по изменившемуся состоянию выхода включает клапан или насос. Расходомер подсчитывает количество вещества. Внешняя автоматика (логика) может в этот момент не включать расход, если это не нужно по технологическим соображениям.

3) По достижении заданного количества дискретный выход меняет свое состояние. Внешняя автоматика (логика) по изменению состояния выхода выключает расход и, при необходимости, переключает поток или меняет технологическую тару.

4) Одновременно с выполнением п.3 запускается счетчик времени таймаута в миллисекундах (от 1 до 65535), указанного в регистре 40011. По окончании таймаута выполняется переход на пункт 1 алгоритма.

Электрические параметры выхода. Независимо от режима, допустимое внешнее напряжение питания частотно-импульсного (дискретного) выходного сигнала от 5В до 24В. Допустимый ток в цепи сигнала от 20мА до 50мА. Рекомендуемое сопротивление нагрузочного резистора ***Rнагр***. должно удовлетворять соотношению

(U-1)/0,04<Rнагр.<(U-1)/0,02, Ом, (1.3)

где ***U*** – внешнее напряжение питания, В.

Схемы подключения регистрирующего прибора представлены на рисунках ***приложения Б***.

Все режимы 0 … 11 реализованы на одних и тех же клеммах, поэтому нельзя использовать более одного режима одновременно.

Режимы и максимальные/минимальные значения могут быть перенастроены через протокол Modbus или через клавиатуру прибора. Более подробно смотрите в ***приложении Ж.***

1.2.10 **Аналоговый (токовый) выходной сигнал.**

Значение силы тока в цепи токового выходного сигнала лежит в пределах 4-20мА и линейно зависит от текущей переменной. Текущей переменной может объявляться: объёмный расход, объёмный расход при Н.У., массовый расход, абсолютное давление, температура. Режимы могут быть перенастроены через протокол Modbus или через клавиатуру прибора. Значения для 4 мА и 20 мА могут быть настроены через протокол HART. Более подробно смотрите в ***приложении Ж.***

1.2.11 **Цифровые выходные сигналы**.

Основной цифровой выходной сигнал – ModBUS. Он соответствует требованиям *EIA/TIA-422-B*, и рекомендациям *ITU V.11* и обеспечивает обмен данных по протоколу *Modbus RTU* (публикация *Modicon Modbus Protocol Reference Guide P1-MBUS-300 Rev. G*) и обеспечивает возможность работы в сети и передачу всех измеряемых параметров.

На компьютер с установленной операционной системой Windows и программой ***«"ЭМИС-Интегратор»*** (поставляется вместе с преобразователем по запросу, а также доступна на сайте www.emis-kip.ru) по ModBUS передаются следующие параметры:

- условный диаметр проточной части, ***мм***;
- диапазон измеряемых расходов, ***м³/ч***;
- серийный номер преобразователя;
- мгновенный расход за период времени демпфирования, ***м³/ч*** ;
- накопленный объем измеренной среды, ***м³***, с момента последнего включения и/или сброса;
- величина настройки отсечки по силе сигнала, **у.е**;
- время демпфирования показаний расхода, **сек** (выбирается из ряда 0,25; 2; 4; 8;16);
- вид измеряемой среды: жидкость, газ, пар;
- температурный диапазон измеряемой среды, **С°,** на который настроен преобразователь;
- К-фактор (объем измеряемой среды, приходящийся на один вихрь) , **л/имп**;
- амплитуда сигнала от пьезоэлемента, **у.е**;
- температура и давление с подключенных датчиков.

Схема подключения представлена в ***приложении Б.***

Дополнительный цифровой выходной сигнал соответствует стандарту HART™.

Переменные, передаваемые по HART

Настройка первой, второй, третьей и четвертой динамических переменных для выхода HART производится выделенным для этого регистром по протоколу Modbus. Настройка всех остальных параметров выхода 4-20 мА производится по протоколу **HART** через коммуникатор или модем.

1.2.12 **Индикатор**

Виды индикаторов:

- индикатор с механической клавиатурой - исполнение «СИМ»,
- индикатор с оптической клавиатурой – исполнение «СИО».

Сигнал на индикаторе отображает следующую информацию:

- объемный расход и накопленный объем для рабочих и нормальных условий;
- массовый расход и накопленная масса;
- температура электроники и измеряемой среды;
- давление измеряемой среды;
- процентное значение мгновенного расхода от максимального расхода;
- значение сигналов на токовом и частотно-импульсном выходах;
- контрольные суммы программы и метрологических данных;
- диагностические сообщения.

Внешний вид встроенного индикатора и инструкция по работе с ним показаны на ***рисунке Б.2 приложения Б***.

1.2.13 Электрическое питание преобразователей общепромышленного исполнения осуществляется от источника постоянного тока напряжением от 12 до 30 В. Мощность, потребляемая преобразователем общепромышленного исполнения, не превышает 1,1 Вт. Для исполнений с встроенным дисплеем (СИМ, СИО) потребляемая мощность не превышает 3,5 Вт.

Параметры электрического питания преобразователей взрывозащищенных исполнений приведены в п.1.3 «Обеспечение взрывозащищенности».

1.2.14 Преобразователи относятся к восстанавливаемым, ремонтируемым, однофункциональным изделиям группы II вида I по ГОСТ 27.003.

1.2.15 Электрическая изоляция между электрическими цепями и корпусом преобразователей при температуре окружающего воздуха 23±5℃ и относительной влажности от 30 до 80% выдерживает напряжение переменного тока практически синусоидальной формы частотой от 45 до 65 Гц со среднеквадратическим значением 500 В в течение 1 мин.

1.2.16 Габаритные, присоединительные размеры преобразователей и масса преобразователей соответствуют данным, приведенным в ***приложении В***.

1.2.17 Значение потери давления на преобразователе зависит от измеряемой среды, от типоразмера преобразователя и скорости потока. Формулы расчета приведены в п. 2.1.4.

1.2.18 Параметры надежности преобразователей:

- средняя наработка на отказ преобразователей, с учетом технического обслуживания, регламентируемого руководством по эксплуатации, должна составлять не менее 50000 ч;
- среднеквадратическое отклонение отказов не менее 0,15;
- закон распределения вероятностей отказов нормальный (Гауссовский);
- при требовании Заказчика о приработке преобразователей период приработки составляет не менее 360 часов;
- среднее время восстановления работоспособного состояния ремонтируемого преобразователя не более 3 часов;
- средний срок службы преобразователя не менее 12 лет.

Отказом преобразователя считается его несоответствие требованиям п.1.2.2.

1.2.19 Материалы, из которых изготовлены контактирующие с измеряемой средой элементы конструкции преобразователя, соответствуют указанным в ***таблице 1.9***.

Таблица 1.9 - Основные материалы, из которых изготавливаются преобразователи

Исполнение	***Материал***				
	проточная часть	***тело обтекания***	***сенсор***	***фланец корпуса***	***прокладка под сенсор***
ЭВ-200 Код исполнения «**Н**», ЭВ-205, ЭВ200-ППД	Сталь AISI 304 (Аналог 08Х18Н10), сталь 30Х13, 12Х18Н10Т	Сталь AISI 304 (Аналог 08Х18Н10), сталь 30Х13, 12Х18Н10Т	Сталь AISI 304 (Аналог 08Х18Н10), титан ВТ3-1	Сталь AISI 304 (Аналог 08Х18Н10), 12Х18Н10Т	Графлекс, сталь 12Х18Н10Т, никель
ЭВ-200 Код исполнения «**Хс**»	ХН65МВУ	ХН65МВУ	ХН65МВУ	ХН65МВУ	Никель

Примечания
1 Для уплотнения соединения преобразователей с фланцами трубопровода используются прокладки из паронита и графлекса.
2 По согласованию с потребителем элементы конструкции преобразователя могут быть выполнены из других материалов.

1.3 Обеспечение взрывозащищенности

1.3.1 Преобразователи взрывозащищенного исполнения Вн имеют вид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» по ГОСТ Р 51330.1, предназначены для эксплуатации в среде взрывоопасных смесей группы IIC и выполняются с уровнем взрывозащиты «взрывобезопасный» с маркировкой по взрывозащите «1ExdIIC(T1-T5)X».

Взрывозащита вида «взрывонепроницаемая оболочка» достигается помещением электрических частей преобразователя во взрывонепроницаемую оболочку по ГОСТ Р 51330.1, исключающую передачу взрыва из преобразователя во внешнюю взрывоопасную среду. Взрывонепроницаемость оболочки обеспечивается следующими средствами:

- оболочка выдерживает испытание на взрывоустойчивость при значении испытательного давления, равного четырехкратному давлению взрыва;

– осевая длина резьбы и число полных витков в зацеплении резьбовых взрывонепроницаемых соединений оболочки соответствуют требованиям ГОСТ Р 51330.1;

– величины зазоров и длин плоских и цилиндрических взрывонепроницаемых соединений соответствуют требованиям ГОСТ Р 51330.1;

– корпус защитной оболочки соответствует высокой степени механической прочности по ГОСТ Р 51330.0;

– максимальная температура нагрева поверхности преобразователя в условиях эксплуатации не должна превышать значений, установленных в ГОСТ Р 51330.0 для температурных классов

- T5 для преобразователей температурного исполнения «100»;
- T2 для преобразователей температурного исполнения «250»;
- T1 для преобразователей температурных исполнений «320», «460».

Чертеж средств взрывозащиты вида «взрывонепроницаемая оболочка» приведен в ***приложении Е.***

Знак "X" в маркировке взрывозащиты указывает на особые условия эксплуатации преобразователей исполнения Вн:

- температура измеряемой среды не должна превышать значения, допустимого для температурного класса преобразователей, установленного в маркировке взрывозащиты;

- подсоединение внешних электрических цепей к преобразователю необходимо осуществлять через кабельные вводы, соответствующие требованиям ГОСТ Р 51330.1;

- неиспользуемые кабельные вводы преобразователей должны быть закрыты заглушками, соответствующими требованиям ГОСТ Р 51330.1;

- взрывозащита обеспечивается при избыточном давлении измеряемой среды, не превышающем максимального значения, допустимого для преобразователя.

1.3.2 Преобразователи взрывозащищенного исполнения ExB имеют вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ib» по ГОСТ Р 51330.10, предназначены для эксплуатации в среде взрывоопасных смесей группы IIB и выполняются с уровнем взрывозащиты «взрывобезопасный» с маркировкой по взрывозащите "1ExibIIB(T1-T5) X".

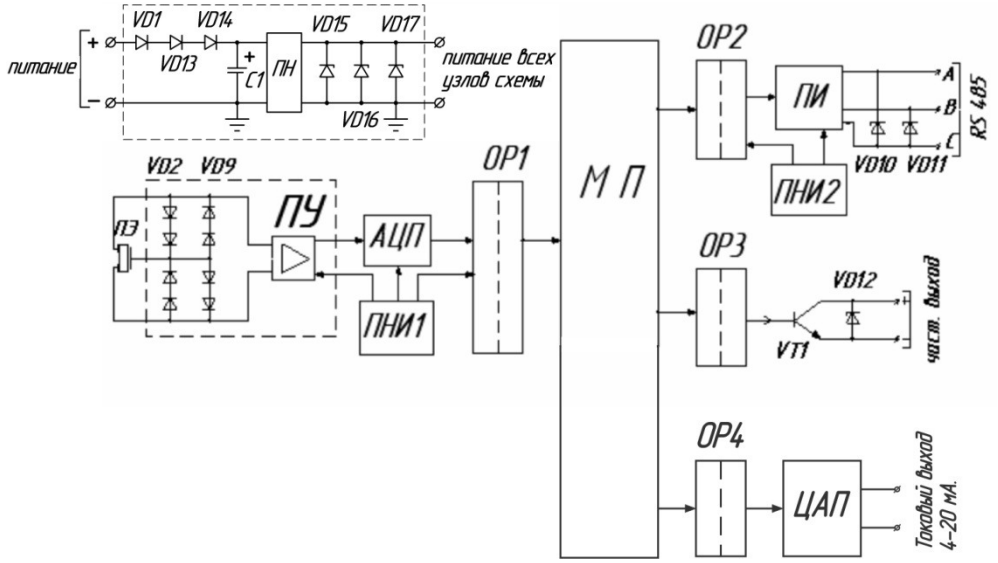
Блок-схема преобразователя ExB приведена на ***рисунке 1.1***. Постоянное напряжение питания 12-26,6 В поступает на вход преобразователя напряжения ПН, на выходе которого образуется постоянное напряжение 3,3В, используемое для питания других частей схемы. Диоды VD1, VD13, VD14 предотвращает разряд входной ёмкости преобразователя С1 (величина порядка 25 мкф) во внешнюю соединительную линию. Максимальное рабочее напряжение диода 40В, максимальный рабочий ток 200мА, что превышает одноименные параметры преобразователя (30В, 40мА). Стабилитроны VD15, VD16, VD17 служат для предотвращения попадания входного напряжения на узлы схемы при повреждении ПН. Узел питания УП залит диэлектрическим теплопроводным компаундом согласно нормам ГОСТ Р 51330.10.

Микропроцессор МП осуществляет все вычисления и управление вводом и выводом информации и сигналов.

Перепады давления с вихреобразующего устройства с помощью пьезоэлемента ПЭ преобразуются в электрический сигнал, который поступает на вход предварительного усилителя ПУ, где усиливается и далее поступает на вход аналого-цифрового преобразователя АЦП. Для защиты входа ПУ и поглощения электрической энергии, выделяющейся в случае возможного разрушения пьезоэлемента, служат диодные цепи VD2-VD9. Питание АЦП осуществляется от гальванически развязанного источника питания с ограниченной мощностью (1 Вт) ПНИ1, а информативные сигналы передаются через оптронную развязку ОР1. Напряжение развязки оптронов составляет 2500В, напряжение развязки ПНИ1 - 1000В.

Частотный выходной сигнал формируется транзистором VT1, включенным по схеме с открытым коллектором. Базовая цепь транзистора управляется через оптронную развязку ОР3.

Напряжение разрядки оптрона составляет 2500В. Стабилитрон VD12 служит для защиты транзистора от пробоя по превышению напряжения в случае индуктивной нагрузки. Выход является пассивным и не может создать искры во внешней цепи. Уровень взрывозащиты по данному выходу полностью определяется внешними подключенными цепями (источником питания и нагрузкой).



ПН - преобразователь напряжения;
УП - узел питания электронных узлов;
ПИ - микросхема преобразователя интерфейса;
ПЭ - пьезоэлемент;
ПУ - предварительный усилитель;
МП - микропроцессор;
АЦП - аналого-цифровой преобразователь;
ЦАП – цифро-аналоговый преобразователь;
VD1…VD9, VD13, VD14 - диоды;
VD10…VD12, VD15…VD17 - стабилитроны;
ОР1, ОР2, ОР3 - оптронные развязки;
ПНИ1, ПНИ2 - источник питания с ограниченной мощностью;
VT1 - транзистор частотного выхода.

Рисунок 1.1 - *Блок-схема преобразователя расхода*

Преобразователь снабжен цифровым интерфейсом RS-485. Питание микросхемы цифрового интерфейса RS-485 АЦП осуществляется от гальванически развязанного источника питания с ограниченной мощностью (1Вт) ПНИ2, а информативные сигналы передаются через оптронную развязку ОР2. Напряжение развязки оптронов составляет 2500В, напряжение развязки ПНИ2 – 1000В. Максимальное напряжение, которое может поступить во внешние цепи, составляет 5,25В, а максимальный ток ограничен внутренними цепями микросхемы преобразователя интерфейса ПИ (Микросхема AD485, производитель Analog Devices или аналогичная) на уровне от 7 до 85 мА. Стабилитроны VD10, VD11 с напряжением стабилизации 12В служат для дополнительной защиты в случае выхода из строя микросхемы ПИ.

Токовый выходной сигнал с наложением HART формируется цифро-аналоговым преобразователем, управляемым через оптронную развязку ОР4 и питающимся от токовой петли. Данный выход является пассивным и уровень его взрывозащиты определяется внешними подключенными цепями.

Взрывозащита вида «искробезопасная электрическая цепь» уровня «ib» обеспечивается следующими средствами:

– внешнее электрическое питание преобразователя должно осуществляться только от искробезопасного блока (барьера) с выходными цепями уровня «ib» или «ia» и электрическими параметрами, соответствующими требованиям ГОСТ Р 51330.10 для искробезопасных цепей электрооборудования подгруппы IIB для преобразователей исполнения ExB;

– подключение внешних устройств к цифровому, частотному, токовому выходам преобразователя должно осуществляться только через барьеры искрозащиты с цепями уровня «ib» или «ia» и электрическими параметрами, соответствующими требованиям ГОСТ Р 51330.10 для искробезопасных цепей электрооборудования подгруппы IIB для преобразователей исполнения ExB;

– электрическая нагрузка искрозащитных элементов цепей преобразователя не превышает 2/3 их паспортных значений;

– электрические зазоры и пути утечки соответствуют требованиям ГОСТ Р 51330.10;

– внутренние емкость и индуктивность электрической схемы не накапливают энергий, опасных по искровому воспламенению газовых смесей категории IIB для преобразователей исполнения ExB;

– токоведущие соединения и электронные компоненты схемы преобразователя защищены от воздействия окружающей среды оболочкой, обеспечивающей степень защиты IP 65 по ГОСТ 14254.

Входные параметры цепи питания и цепей выходных сигналов преобразователей исполнения ExB приведены в ***таблице 1.10.*** Выходные параметры цепи цифрового сигнала преобразователей исполнения ExB приведены в ***таблице 1.11.***

Таблица 1.10 - Входные параметры цепей преобразователей исполнения ExB

Наименование параметра	Значение параметра для цепи		
	питания	токового и частотного сигнала	цифрового сигнала RS485
Максимальное входное напряжение Ui, В	25,2	26,6	11
Максимальный входной ток Ii, А	0,430	0,1	0,16
Максимальная входная мощность Pi, Вт	1,1	0,6	-
Максимальная внутренняя емкость Ci, мкФ	0,93	0,08	2
Максимальная внутренняя индуктивность Li, мГн	0,87	0,5	0,1

Таблица 1.11 - Выходные параметры цепи цифрового сигнала преобразователей исполнения ExB

Наименование параметра	Значение параметра
Максимальное выходное напряжение Uo, В	4,1
Максимальный выходной ток Io, мА	0,16
Максимальная внешняя емкость Co, мкФ	0,01
Максимальная внешняя индуктивность Lo, мГн	0,1

Знак "X" в маркировке взрывозащиты указывает на особые условия в эксплуатации преобразователей исполнения ExB:

- температура измеряемой среды не должна превышать значений температурного класса преобразователей, установленного в маркировке взрывозащиты;
- взрывозащита обеспечивается при избыточном давлении измеряемой среды, не превышающем максимального значения, допустимого для преобразователя;
- электрическое питание преобразователей исполнения ExB должно осуществляться напряжением 24 В ± 5% от внешней искробезопасной цепи, удовлетворяющей требованиям ГОСТ Р 51330.10 для оборудования подгруппы- IIB;
- подключение внешних устройств к цифровому, частотному, токовому выходам преобразователей исполнений ExB должно выполняться через барьеры искрозащиты, удовлетворяющие требованиям ГОСТ Р 51330.10 для оборудования подгруппы IIB;

1.3.3 Электрическое питание преобразователей взрывозащищенного исполнения Вн осуществляется от источника питания постоянного тока напряжением от 24 В. Мощность, потребляемая преобразователями взрывозащищенного исполнения Вн от источника питания, не превышает 1,1 Вт.

Электрическое питание преобразователей взрывозащищенных исполнений ExB осуществляется напряжением постоянного тока 24 В от искробезопасных цепей барьеров (блоков), имеющих вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» с уровнем взрывозащиты искробезопасной электрической цепи «ia» или «ib» для взрывоопасных смесей подгруппы IIB согласно исполнению преобразователя.

1.3.6 Около наружного заземляющего зажима преобразователей имеется рельефный знак заземления. На съемных крышках электронного блока преобразователей имеется предупредительная надпись: «До включения питания плотно закрыть крышку».

1.3.7 На корпусе преобразователей взрывозащищенных исполнений имеется табличка с маркировкой взрывозащиты. Вид табличек приведен в разделе 1.6 «Маркировка и пломбирование».

1.3.8 Примеры схем подключения преобразователей взрывозащищенного исполнения приведены в ***приложении Б***.

1.4 Состав преобразователя расхода

1.4.1 Преобразователь состоит из преобразователя и комплекта монтажных частей (КМЧ). Комплект поставки преобразователя приведен в ***таблице 1.12.***

1.4.2 Комплект монтажных частей (КМЧ) поставляется отдельно по заказу.

Состав КМЧ, в зависимости от исполнения преобразователя расхода приведен в ***приложении Г***.

Таблица 1.12 - Комплект поставки

№	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Преобразователь расхода вихревой «ЭМИС-ВИХРЬ 200»	1	Исполнение согласно заказу
2	Паспорт ЭВ-200.000.000.000.00 ПС	1	Для модификаций ЭВ-200
3	Паспорт ЭВ-205.000.000.000.00 ПС	1	Для модификации ЭВ-205
4	Руководство по эксплуатации ЭВ-200.000.000.000.00 РЭ (включает Методику поверки в разделе 4)	1	
5	Комплект монтажных частей (КМЧ)	1	По заказу
6	Адаптер RS485/RS232 «ЭМИС-СИСТЕМА»	1	По заказу
7	Комплект кабелей для имитационного метода поверки	1	По заказу
8	Блок питания «ЭМИС-БРИЗ 90»	1	По заказу
9	Блок питания искробезопасный «ЭМИС-БРИЗ 60»	1	По заказу
10	Упаковочный ящик	1	По заказу
11	Вставка монтажная технологическая	1	По заказу
12	Струевыпрямитель «ЭМИС-ВЕКТА 1200» в комплекте с фланцами	1	По заказу
13	Шаровый кран для погружного преобразователя	1	По заказу

Примечания - В состав комплекта монтажных частей преобразователей входят два фланца, две прокладки и комплект крепежных деталей.

1.5 Устройство и работа

1.5.1 Устройство преобразователя и принцип работы

Полнопроходной преобразователь (см. ***рисунок 1.2***) состоит из проточной части (1) и электронного блока (2). Проточная часть представляет собой полый цилиндр, в поперечном сечении которого установлено тело обтекания (3). За телом обтекания расположен чувствительный элемент (4) (сенсор).

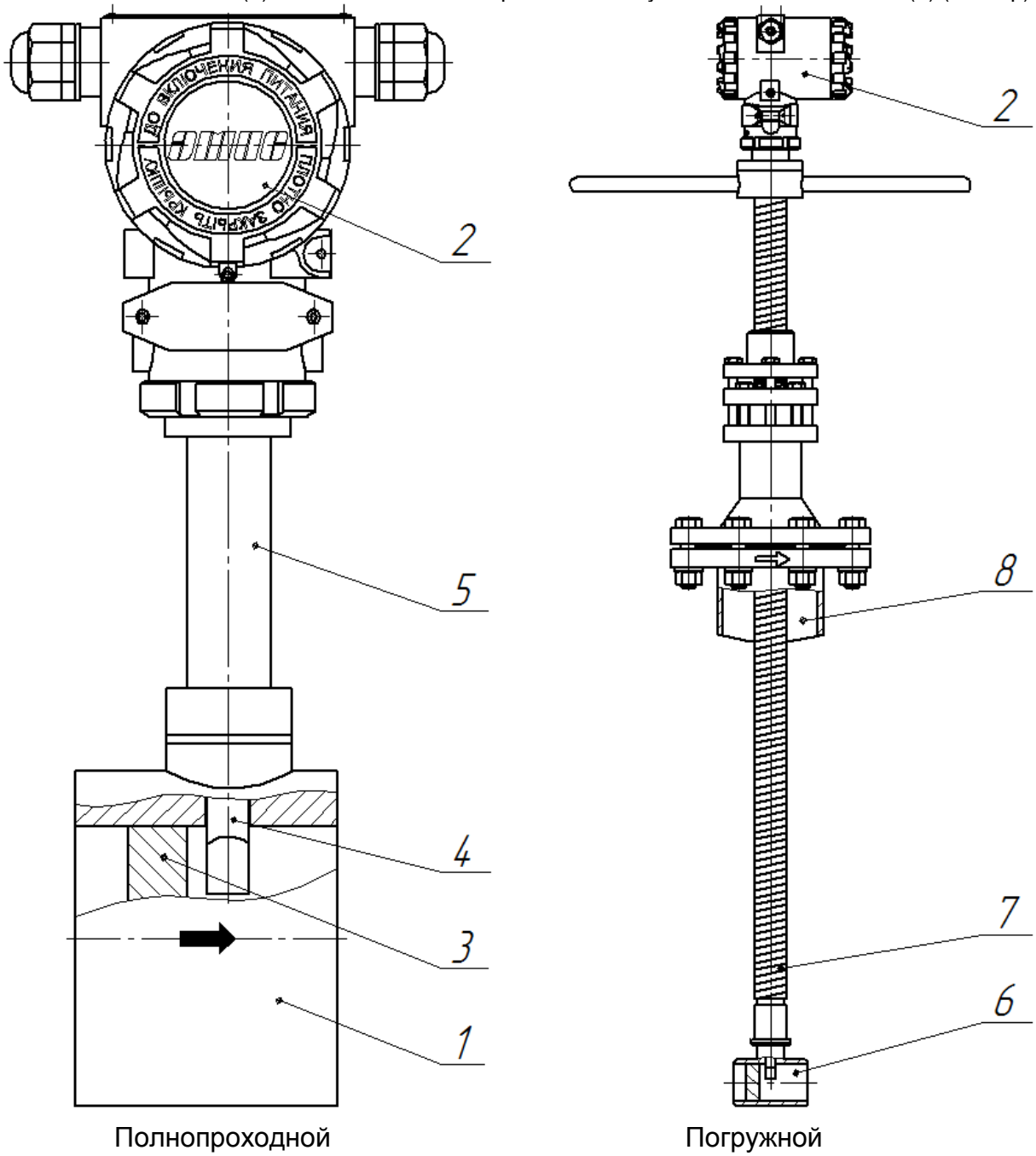


Рисунок 1.2 – *Устройство преобразователей расхода*

Электронный блок (2) крепится на цилиндре проточной части с помощью трубчатой стойки (5).

Электронные платы размещены в электронном блоке.

В преобразователе реализован метод измерения расхода, основанный на измерении частоты вихрей. В цилиндре проточной части установлено тело обтекания, которое вызывает образование вихрей в набегающем потоке измеряемой среды. Вихри распространяются попеременно вдоль и сзади каждой из сторон тела обтекания. Частота срыва вихрей с тела обтекания пропорциональна скорости потока среды, а, следовательно, пропорциональна объемному расходу измеряемой среды.

Эти завихрения вызывают колебания давления измеряемой среды по обе стороны крыла сенсора. Крыло передает пульсации давления на пьезоэлемент. Пьезоэлемент преобразует пульсации в электрические сигналы. Электронный блок формирует выходные сигналы преобразователя после усиления, фильтрации, преобразований и цифровой обработки сигнала.

В преобразователях температурного исполнения «460» за телом обтекания по обе стороны от него расположены два датчика пульсации давления без выступания в проточную часть. Эти датчики также содержат пьезоэлементы, которые преобразуют пульсации давления в электрические сигналы.

Погружной преобразователь (см. ***рисунок 1.2***) состоит из датчика (6), штанги (7), приварного патрубка (8) и электронного блока (2). Датчик конструктивно выполнен как проточный вихревой расходомер и измеряет скорость потока в одной точке.

В трубопроводах диаметром 200…800 мм датчик помещается в центр трубы.

В трубопроводах диаметром 800…1200 мм датчик может помещаться в центр трубы или на расстоянии (0,242 ±0,013)R.

В трубопроводах диаметром 1200…2000 мм датчик помещается на расстоянии (0,242 ±0,013)R.

1.5.2 Выбор типоразмера преобразователя расхода

Подбор преобразователя расхода производителем осуществляется с помощью специальной программы расчета ***«Селектор ЭМИС»*** на основе данных, представленных в опросном листе потребителем. При подборе преобразователя учитываются следующие факторы:

1. Внутренний диаметр преобразователя (типоразмер) подбирается с учетом скорости истечения среды, обеспечивающей образование вихрей необходимой мощности. Если диаметр проточной части подходящего исполнения преобразователя расхода отличается от внутреннего диаметра трубопровода, то необходимо обеспечить сужение трубопровода или применить исполнение «ФР».

2. Параметры потока измеряемой среды, указанные потребителем в опросном листе, должны как можно точнее соответствовать реальным параметрам измеряемой среды. Давление, температура, плотность, вязкость, диапазоны реальных расходов существенно влияют на оптимальный выбор преобразователя. Если опросный лист потребителем заполнен без значительных отклонений от фактических параметров среды, то выбор преобразователя с использованием расчетов производителя обеспечит измерение расхода с нормируемой точностью во всем диапазоне расхода.

3. Внутренний диаметр трубопровода и длина прямых участков до места установки преобразователя и после него должны соответствовать рекомендациям, которые представлены в пункте 2.2.2.

4. Гидравлические потери, возникающие на преобразователе, должны учитываться в гидравлическом расчете потерь всего трубопровода (формулы расчета приведены пункте 2.1.4). С увеличением скорости истечения среды возрастают потери давления на преобразователе в квадратичной зависимости, что может привести при определенных параметрах среды к явлению кавитации. Поэтому следует выбирать преобразователь так, чтобы измеряемый расход находился во второй трети диапазона расхода, где обеспечивается и необходимая метрология и исключаются большие потери и кавитация.

5. При измерении расхода жидкостей за преобразователем необходимо иметь определенное противодавление для исключения кавитации потока, приводящей к значительному искажению результатов измерений (формула расчета величины необходимого противодавления приведена пункте 2.1.5).

1.6 Маркировка и пломбирование

1.6.1 Маркировка

1.6.1.1 На табличке, прикрепленной к корпусу электронного блока преобразователя, в соответствии с требованиями ГОСТ 12971 нанесены следующие знаки и надписи:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- знак утверждения типа средства измерения по ПР 50.2.009.
- заводской номер;
- условное обозначение преобразователя;
- максимальное значение рабочего давления, МПа;
- максимальные значения расхода для сред (для жидкостей или газообразных сред);
- диаметр условного прохода;
- год выпуска;
- код защиты от воздействия окружающей среды (IP65);
- цена импульса для датчика погружного преобразователя.

1.6.1.2 Преобразователи общепромышленного исполнения, кроме кислородного исполнения, имеют отдельную табличку с указанием диапазона допустимых температур окружающей среды и надписью «Не использовать на взрывоопасных объектах».

1.6.1.3 Преобразователи взрывозащищенных исполнений имеют отдельную табличку с указанием маркировки взрывозащиты и параметров электрических цепей.

Для преобразователей ЭВ-200-ППД исполнения Вн:

- 1ExdIICT5X, - 40 ≤ t_a ≤ + 70 ^{0}C для преобразователей температурного исполнения «100».

Для преобразователей ЭВ-200 и ЭВ-205 исполнения Вн:

- 1ExdIICT5X, - 40 ≤ t_a ≤ + 70 ^{0}C для преобразователей температурного исполнения «100»;
- 1ExdIICT2X, - 40 ≤ t_a ≤ + 70 ^{0}C для преобразователей температурного исполнения «250»;
- 1ExdIICT1X, - 40 ≤ t_a ≤ + 70 ^{0}C для преобразователей температурных исполнений «320», «460».

Для преобразователей ЭВ-200 и ЭВ-205 исполнения ExB:

- 1ExibIIBT5X, - 40 ≤ t_a ≤ + 70 ^{0}C для преобразователей температурного исполнения «100»;
- 1ExibIIBT2X, - 40 ≤ t_a ≤ + 70 ^{0}C для преобразователей температурного исполнения «250»;
- 1ExibIIBT1X, - 40 ≤ t_a ≤ + 70 ^{0}C для преобразователей температурных исполнений «320», «460».

1.6.1.4 Преобразователи исполнения «К» (кислородное исполнение) имеют отдельную табличку с маркировкой «Кислород. Опасно!». Корпус электронного блока выкрашен в синий цвет.

1.6.2 Пломбирование

Пломбирование преобразователей расхода производится с целью недопущения несанкционированного доступа к электронному блоку. Пломбирование производится с помощью пломбы и проволоки, продетой через специальные отверстия в корпусе и в крышках электронного блока преобразователя.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Эксплуатационные особенности

2.1.1 Преобразователь, поступивший к потребителю, сконфигурирован предприятием-изготовителем в соответствии с опросным листом и с учетом параметров конкретного технологического процесса (плотность среды, температура, давление, вязкость, расход измеряемой среды).

Для использования прибора на ином техпроцессе его необходимо переконфигурировать. Для этого необходимо направить по электронной почте файл записи действующей конфигурации прибора, записанный с помощью программы ***«ЭМИС-Интегратор» (см. приложение Д)*** и новый опросный лист. Предприятие-производитель вышлет новый файл конфигурации, содержащий конфигурацию для измерения расхода среды с новыми параметрами. Дополнительной поверки прибора не требуется при использовании его на технологические измерения.

Для проведения периодической поверки прибор необходимо настроить на измерение среды поверочной установки - воды либо воздуха. Для этой операции используется цифровой выход, к которому подсоединяется компьютер с установленной программой ***«ЭМИС-Интегратор»***. Порядок перехода на измерение воды с соответствующей ценой импульса или измерение воздуха с соответствующей ценой импульса изложен в пункте 2.2.6 «Работа с преобразователем через интерфейс RS-485». После проведения поверки необходимо в ниспадающем меню «измеряемая среда» переключиться обратно на измеряемую среду. При этом прибор вернется к конфигурации, обеспечивающей измерение рабочей среды.

2.1.2 Преобразователи можно устанавливать и в помещении, и на открытом воздухе.

2.1.3 Трубопровод в месте установки преобразователя не должен испытывать вибрации с амплитудой смещений свыше 0,5 мм в диапазоне частот от 10 до 100 Гц. При этом амплитуда виброускорения не должна превышать 0,5g.

Возникновение сигнала на частотном выходе преобразователя при вибрации трубопровода и при отсутствии измеряемой среды – так называемый «самоход» - означает, что параметры вибрации трубопровода превышают допустимые значения, что приводит к возникновению паразитного сигнала сенсора преобразователя.

Снижению паразитного сигнала и устранению «самохода» может способствовать:

- поворот проточной части преобразователя на угол до 90° вокруг оси трубопровода для того, чтобы рабочее направление сенсора совпало с направлением минимальной амплитуды вибрации;
- заполнение проточной части преобразователя измеряемой средой.
- применение полосовых фильтров. Более подробно смотрите в справочной системе программы «ЭМИС-Интегратор».

Если поворот проточной части и заполнение трубопровода не устраняют «самоход», то следует изменить значение заводской настройки отсечки по амплитуде сигнала преобразователя с помощью программны ***«ЭМИС-Интегратор»***. Для этого необходимо установить значение отсечки VS равным

$$VS = 100\% \cdot (2 \cdot Ав / 500), \%$$ (2.1)

где Ав – значение амплитуды сигнала при отсутствии расхода в трубопроводе (амплитуда «самохода»), у.е., отображаемое программой ***«ЭМИС-Интегратор»***.

В некоторых случаях данная мера может привести к изменению минимального измеряемого расхода. Поэтому для принятия решения об использовании преобразователя, необходимо сопоставить минимально возможный по технологии расход с минимальным измеряемым преобразователем расходом.

2.1.4 На проточной части преобразователя возникают потери давления ***ΔP***, которые можно вычислить по формуле

$$\Delta p = A \cdot \rho \cdot (Q)^2 / D^4, \text{ кПа}$$ (2.2)

где ρ - плотность измеряемой среды при рабочих условиях, кг/м^3;

Q – объемный расход среды при рабочих условиях, м^3/ч;

D – внутренний диаметр проточной части преобразователя, мм;

A – коэффициент, указанный в таблице 2.1, (кПа·ч^2·мм^4)/(кг·м^3).

Таблица 2.1

Коды исполнения	***Ду***	***A***
С, Ф	***15, 25, 32, 40, 50, 65***	160
	80, 100, 125, 150, 200, 250, 300	90
ФР	***25, 32, 50***	190
	80, 100, 150, 200, 250, 300	105
ПР	***200…2000***	30
ППД	***50/10, 50/20***	190
	50/25, 50/35, 80/50, 80/100	105
	50/50, 50/60	160
	80/150, 100/120, 100/200, 100/300, 150/500	90
	80/20, 80/35, 100/25, 100/50	150

Величину потери давления можно оценить по графикам, представленным на **рисунках 2.1 и 2.2**. Необходимо на графике соответствующей среды провести прямую линию от точки, соответствующей измеряемому расходу вашего преобразователя на оси X, до кривой линии потерь давления, соответствующему Ду. Затем от точки пересечения вертикальной прямой и кривой потерь давления, следует провести горизонтальную линию до оси Y. Точка пересечения с осью Y и будет соответствовать гидравлическим потерям давления на Вашем преобразователе при рабочем расходе измеряемой среды.

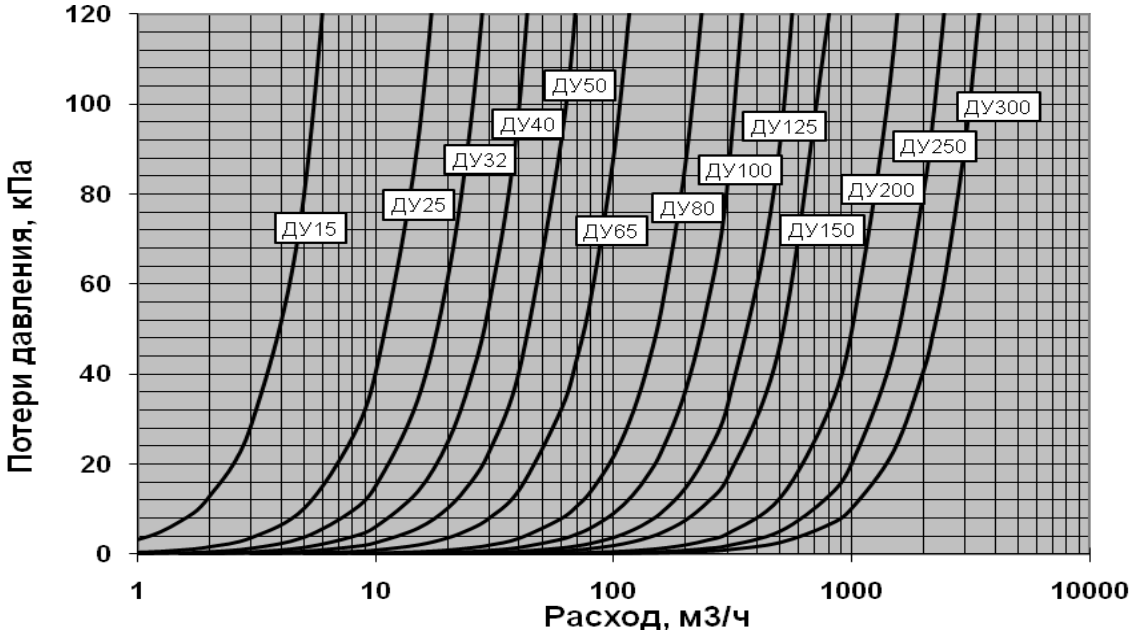


Рисунок 2.1 – *Графики потерь давления для воды*

Примечание: Потери давления при измерении любой другой жидкости определяются умножением потерь на воде на отношение плотности измеряемой жидкости к плотности воды.

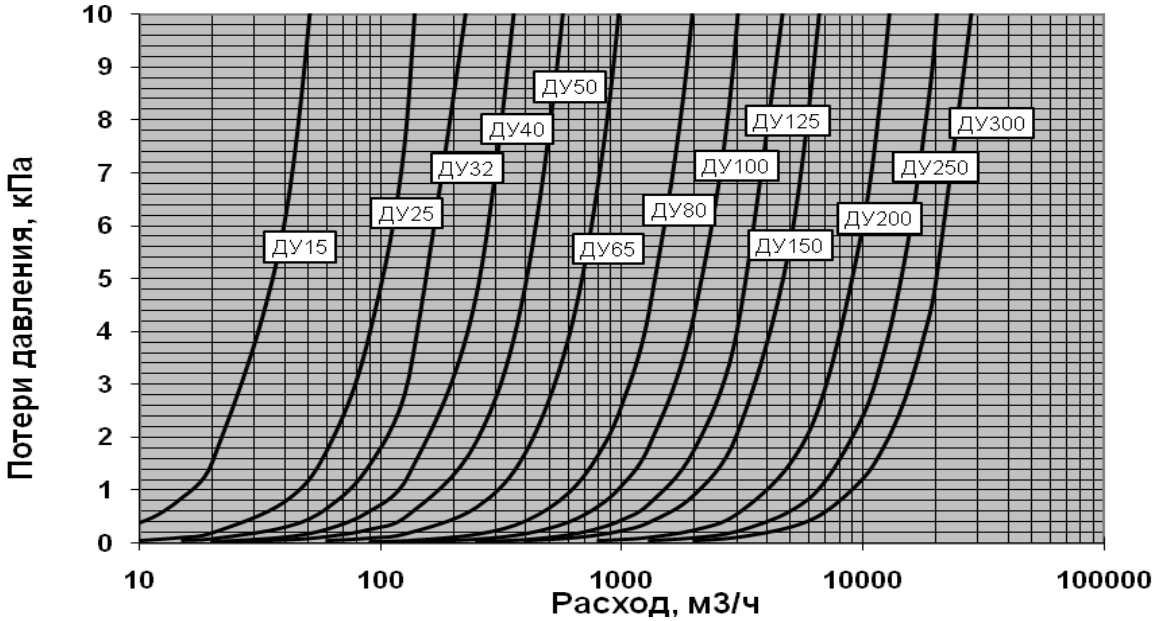


Рисунок 2.2 – *Графики потерь давления для воздуха при нормальных условиях*

Примечание: Потери давления при измерении любой другой газовой среды определяются умножением потерь на воздухе на отношение плотности измеряемой газовой среды к плотности воздуха.

2.1.5 В процессе измерения расходов жидкостей необходимо учитывать, что при определенных режимах истечения возможно возникновение кавитации (вскипание жидкости). Кавитация приводит к невозможности измерения. Чтобы не допустить этого, необходимо обеспечивать избыточное давление (***P***) на расстоянии 5-и диаметров трубы за преобразователем выше значения вычисляемого по формуле

$$P = 2{,}9\,\Delta P + 1{,}3\,p_v, \qquad (2.3)$$

где ΔP - потери давления на преобразователе, ***кПа***;

p_v - давление паров жидкости при рабочих условиях (справочная информация), ***кПа***.

Если вычисленное по формуле давление выше реального избыточного давления в трубопроводе, то необходимо установить предохранительный клапан, повышающий давление.

2.1.6 Внутренний диаметр подводящих прямых участков труб должен быть сопоставим с внутренним диаметром проточной части преобразователя. Рекомендуемые размеры внутренних диаметров прямых участков труб приведены в ***разделе 2.2.2.***

2.1.7 Полнопроходные преобразователи способны измерять расход жидкостей с содержание газовых включений до 15% по объему с погрешностью до ±6,5%.

2.1.8 Преобразователь поставляется потребителю с компенсированной температурной погрешностью. С помощью программы ***«ЭМИС-Интегратор»*** производитель программирует прибор на температурный диапазон, соответствующий температуре измеряемой среды согласно опросному листу. Потребитель может выбрать самостоятельно другой температурный диапазон.

Температурная погрешность компенсируется автоматически при подключении термопреобразователя и его программном включении.

2.1.9 Цена импульса ***m*** на частотно-импульсном выходе (в частотном и импульсном режиме) и соответствующий объемный расход ***Q'max*** при максимальной частоте выходного сигнала для каждого типоразмера преобразователя в зависимости от измеряемой среды приведены в ***таблице 2.2***. (значения по умолчанию).

По согласованию с заказчиком (или самим заказчиком через ModBUS или клавиатуру) выход может быть перенастроен в любые другие режимы и цены импульса согласно ***таблицам 2.2.1-2.2.3***.

Таблица 2.2 - *Типовое значение цены импульса* ***m*** *на частотно-импульсном выходе*

Типоразмер	Жидкость			Газообразная среда		
	Q'max, $м^3/ч$	Цена импульса m, л		Q'max, $м^3/ч$	Цена импульса m, л	
		Част. режим	Имп. режим		Част. режим	Имп. режим
ЭВ-200						
15	9	0,0025	0,005	54	0,015	0,03
25	18	0,005	0,01	144	0,04	0,08
32	36	0,01	0,02	288	0,08	0,16
40	54	0,015	0,03	360	0,10	0,20
50	72	0,02	0,04	576	0,16	0,32
65	126	0,035	0,07	828	0,23	0,46
80	180	0,05	0,10	1368	0,38	0,76
100	288	0,08	0,16	2376	0,66	1,32
125	432	0,12	0,24	3240	0,90	1,80
150	648	0,18	0,36	5400	1,50	3,00
200	1080	0,30	0,60	9000	2,50	5,00
250	1800	0,50	1,00	14400	4,00	8,00
300	2520	0,70	1,40	20160	5,60	11,20
ЭВ-205 (Датчик Ду 40)	18	0,005	0,01	144	0,04	0,08
ЭВ-200-ППД						
50/10	18	0,005	0,01	–	–	
50/20, 50/25	36	0,01	0,02	–	–	
50/35, 50/50	54	0,015	0,03	–	–	
50/60	72	0,02	0,04	–	–	
80/20	36	0,01	0,02	–	–	
80/35	54	0,015	0,03	–	–	
80/50	72	0,02	0,04	–	–	
80/100	126	0,035	0,07	–	–	
80/150	180	0,05	0,10	–	–	

Продолжение таблицы 2.2

Типоразмер	Жидкость			Газообразная среда		
	Q'max, $м^3/ч$	Цена импульса т, л		Q'max, $м^3/ч$	Цена импульса т, л	
		Част. режим	Имп. режим		Част. режим	Имп. режим
ЭВ-200-ППД						
100/25	54	0,015	0,03	–	–	
100/50	72	0,02	0,04	–	–	
100/120	180	0,05	0,10	–	–	
100/200	288	0,08	0,16	–	–	
100/300	360	0,10	0,20	–	–	
150/500	648	0,18	0,36	–	–	

Примечание:

1. По спец. заказу возможна установка другой цены импульса, фактическое значение которой указывается в паспорте на преобразователь.
2. Цена импульса погружных преобразователей рассчитывается согласно приложению **К** исходя из фактической площади сечения трубопровода.
3. Указанная цена импульса в импульсном режиме является минимально возможным значением для заданного типоразмера и максимального расхода ***Q'max***.

Таблица 2.2.1 - Частотные режимы

Режим (Регистр 40007)	Текущая переменная	Единицы измерения	Минимальное значение (Регистр 40033)	Максимальное значение (Регистр 40035)
0	Объёмный расход	$м^3/ч$	*0*	*см.* паспорт на преобразователь, или таблицу 2.2
1	Объёмный расход при Н.У.	$нм^3/ч$	*0*	*см.* паспорт на преобразователь
2	Массовый расход	*т/ч*	*0*	
3	Абсолютное давление	*МПа*	*см.* паспорт на преобразователь	
4	Температура	℃		

Рабочая частота в частотных режимах не превышает 1200 Гц.

Таблица 2.2.2 - Импульсные режимы

Режим	Текущая переменная	Единицы измерения
5	Объём	*л*
6	Объём при Н.У.*	*нл*
7	Масса	*кг*

Значение цены импульса см. в паспорте на преобразователь или в регистре 40039.
Рабочая частота в импульсных режимах не превышает 500 Гц

Таблица 2.2.3 - Дискретные режимы

Режим	Текущая переменная	Единицы порога срабатывания Регистр 40903
8	Реле расхода (контакт нормально открытый)	$м^3/ч$
9	Реле расхода (контакт нормально замкнутый)	$м^3/ч$
10	Объемный дозатор	*мл*
11	Массовый дозатор	*г*

Значение порога срабатывания (размера дозы) см. в паспорте на преобразователь.
Рабочая частота в дискретных режимах не превышает 50 Гц

2.1.10 При использовании преобразователя в составе счетчиков газа или пара датчики давления и температуры следует устанавливать ниже преобразователя по потоку, как показано на ***рисунке 2.3.***

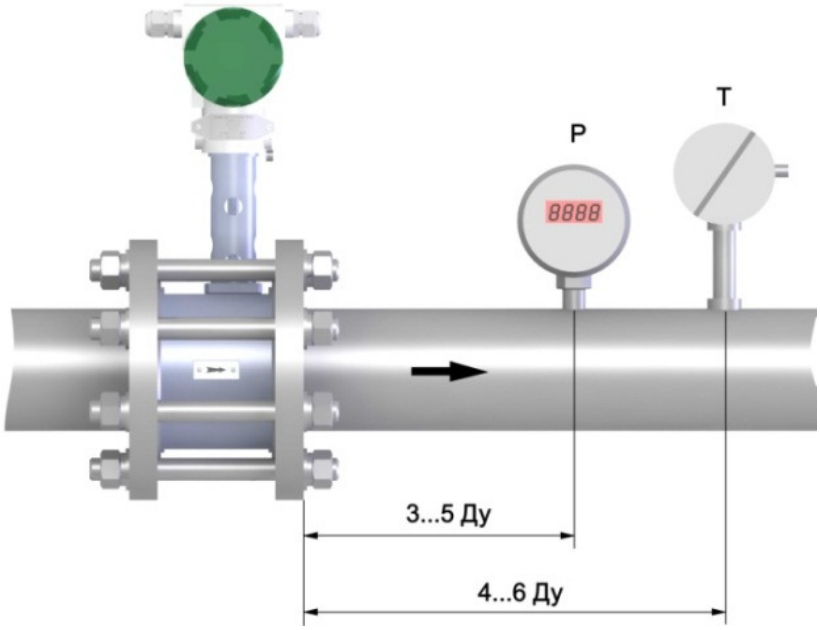


Рисунок 2.3 – Схема монтажа полнопроходного преобразователя, датчика давления, датчика температуры

2.1.11 Погружной преобразователь измеряет скорость потока. Для получения требуемого класса точности измерения расхода необходимо измерить фактический внутренний диаметр трубопровода и внести значение диаметра в память прибора с помощью программы ***«ЭМИС-Интегратор».***

Измерительное сечение трубопровода выбирают на прямом участке трубы перед расходомером, но не ближе 5 диаметров трубы к концу прямого участка. Площадь измерительного сечения определяют по среднеарифметическому значению четырех диаметров, равномерно расположенных в сечении. Измерение необходимо проводить микрометрическим нутромером по ГОСТ 10-75. При невозможности непосредственного измерения внутреннего диаметра трубы допускается определять площадь измерительного сечения измерением наружного периметра и толщины стенки трубы. Наружная поверхность трубы должна быть тщательно защищена и не иметь вмятин и выступов. Измерение необходимо проводить металлической рулеткой по ГОСТ 7502-80. Толщину стенки измеряют индикаторным толщиномером по ГОСТ 11358-74, штангенциркулем по ГОСТ 166-89 или ультразвуковым толщиномером.

2.2 Требования к монтажу

2.2.1 Общие требования к монтажу преобразователя

Монтаж (демонтаж), электрическое подключение, настройку, эксплуатацию преобразователей должны выполнять лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими установками.

При установке преобразователя необходимо руководствоваться следующими обязательными правилами:

- к преобразователю должен быть обеспечен свободный доступ;
- место установки преобразователя должно обеспечивать его эксплуатацию без возможных механических повреждений;
- не допускается устанавливать преобразователь в затапливаемых подземных теплофикационных помещениях;
- прямолинейные участки трубопровода и проточной части преобразователя при измерении жидкости должны быть полностью заполнены средой в процессе измерения;
- конструкция узла подсоединения преобразователя к трубопроводу при измерении жидкости не должна допускать скапливания воздуха в какой-либо части трубопровода;
- необходимо обращать особое внимание на правильность установки прокладок между корпусом проточной части и фланцами. Не допускается выступание прокладок внутрь проточной части преобразователя;
- преобразователь может монтироваться на горизонтальном, вертикальном или наклонном участке трубопровода;

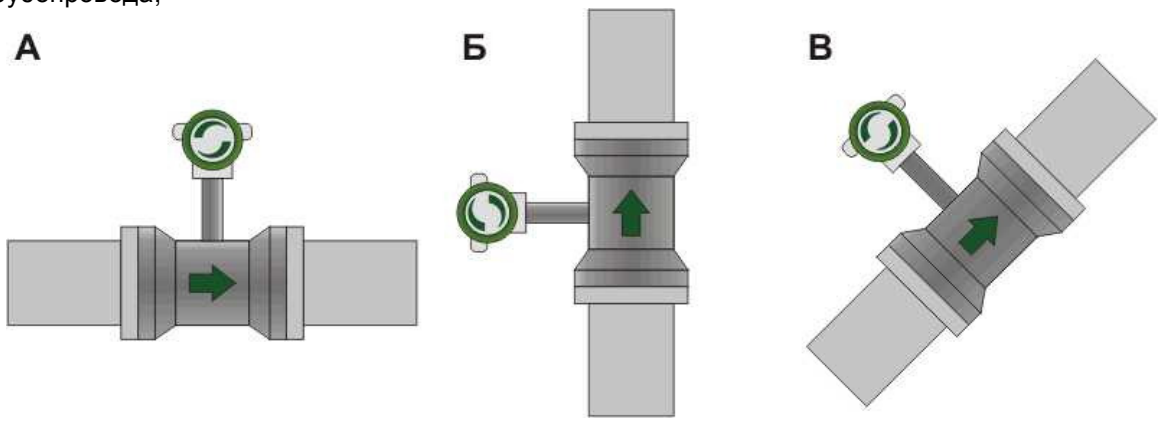


Рисунок 2.4

- эксплуатация преобразователя при измерении расхода жидкости на не полностью заполненных трубопроводах не допускается;
- способ установки преобразователя для измерения расхода газа и пара не должен допускать скоплений конденсата в проточной части преобразователя и на прямолинейных участках трубопровода;
- запрещается устанавливать преобразователь на трубопроводах с давлением выше допустимого паспортного значения;
- после транспортирования при отрицательных температурах необходимо до монтажа выдержать преобразователь в упаковке в нормальных условиях в течение 3 часов;
- установка преобразователя в зоне расположения устройств, создающих вокруг себя мощное магнитное поле (например, силовых трансформаторов), не допускается.
- запрещается выполнять какие-либо работы при включенном питании преобразователя;
- запрещается работать с приборами и электроинструментом без подключения их к шине защитного заземления;
- неиспользуемые кабельные вводы должны быть заглушены;
- присоединение к преобразователю внешних электрических цепей следует производить только после окончания монтажных работ на трубопроводе, а их отсоединение - до начала демонтажа;
- заземление преобразователя производится подсоединением провода заземления преобразователя к зажиму, отмеченному знаком заземления. Фланцы трубопровода между собой должны быть соединены заземляющим проводом.

2.2.2 Требования к монтажу, обеспечивающие заявленную точность

Для обеспечения заявленной производителем точности обязательным является выполнение следующих требований:

1) Внутренний диаметр трубопровода (***Дт***) должен соответствовать требованиям ***таблицы 2.3.***

Таблица 2.3 *- Рекомендуемые типоразмеры труб*

Ду, мм	***Внутренний диаметр проточной части (Двн), мм***	***Внутренний диаметр трубопровода (Дт), мм***	***Рекомендуемый размер трубы (наружный диаметр Дн х толщина стенки), мм***					
			1,6 - 4 МПа		***6,3 МПа***		***25 МПа***	
			ряд 1	***ряд 2***	***ряд 1***	***ряд 2***	***ряд 1***	***ряд 2***
15	15	***0,98Двн ≤ Дт ≤ 1,05Двн***	18x1,5	18x2	18x1,5	18x2	--	--
25	25		32x3	30x2	32x3	30x2	--	--
32	32		38x2,5	38x3	38x2,5	38x3	--	--
40	40		45x2,5	48x3,5	45x2,5	48x3,5	--	--
50	50		57x3,5	57x4	57x3,5	57x4	64x7	68x9
65	65		76x4	76x5	76x4	76x5	--	--
80	80		89x4,5	89x5	89x4,5	89x5	108x14	100x10
100	100		108x3,5	108x4,5	108x3,5	108x4,5	127x18	114x12
125	125		133x4	133x5	133x4	133x5	--	--
150	148		159x4,5	159x6	159x4,5	159x6	--	--
200	206		219x6	219x8	219x8	219x10	--	--
250	259		273x6	273x8	273x8	273x10	--	--
300	307		325x8	325x10	325x10	325x12	--	--

Примечания: 1. Рекомендуется применять трубы по ГОСТ 8734-75, ГОСТ 8732-75.
2. Рекомендуемый материал трубы: В10, В20 ГОСТ 8733-74.

2) При монтаже должны быть обеспечены требуемые длины входных и выходных прямолинейных участков. В зависимости от наличия сужений, расширений, изгибов труб, регулирующих механизмов или устройств, находящихся выше по потоку от места установки прибора, длины прямолинейных участков до и после преобразователя должны быть не менее величин, указанных на ***рис. 2.5***.

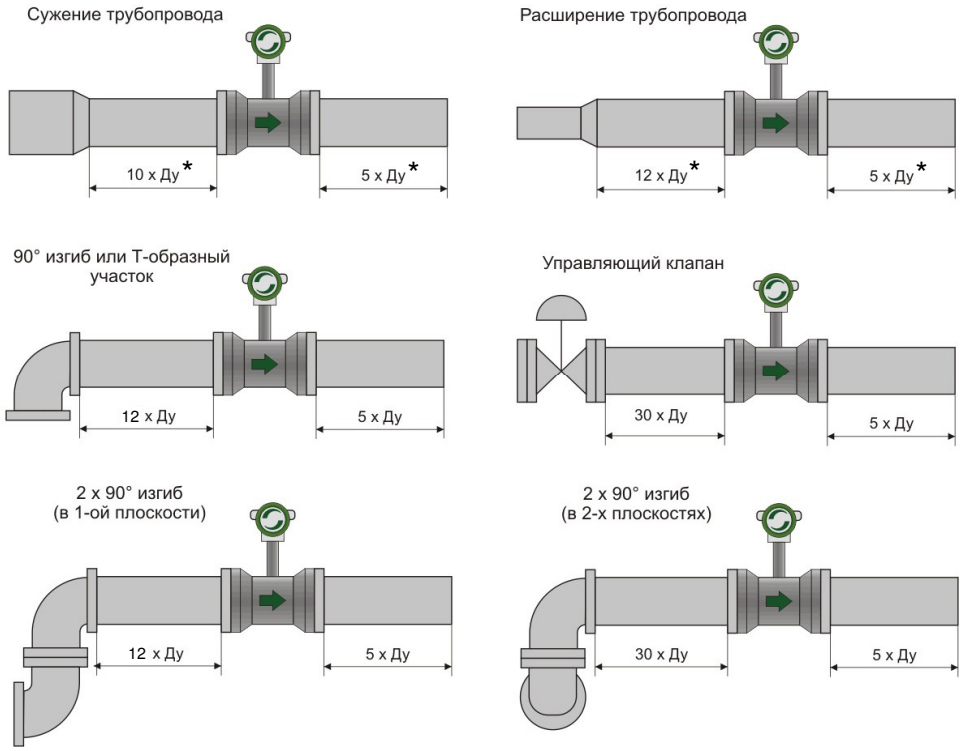


Рисунок 2.5 *- Требуемые прямые участки трубопроводов***

Примечание:

* Допускается меньшее значение - до 5 х Ду перед преобразователем и до 3 х Ду после, при этом в программе «ЭМИС Интегратор» вводятся поправочные коэффициенты, заявленная погрешность измерения расхода сохраняется.

** Для преобразователей исполнения «ППД» для всех конфигураций трубопровода прямой участок должен быть не менее 5 х Ду перед преобразователем и не менее 2 х Ду после преобразователя.

Для погружных расходомеров длины прямых участков указаны в ***таблице 2.4***

Таблица 2.4

Наименование сопротивления	***Длина прямого участка перед врезкой преобразователя (Х*Ду)***		***Длина прямого участка после преобразователя (Х*Ду)***
	Измерение в точке 0,242R	***измерение на оси трубы***	
Колено или тройник	55 х Ду	25 х Ду	5 х Ду
Два или более колен в одной плоскости	50 х Ду	25 х Ду	5 х Ду
Два или более колен в разных плоскостях	80 х Ду	50 х Ду	5 х Ду
Конфузор	30 х Ду	10 х Ду	5 х Ду
Диффузор	55 х Ду	22 х Ду	5 х Ду
Полностью открытый клапан	45 х Ду	22 х Ду	5 х Ду
Полностью открытая задвижка	30 х Ду	15 х Ду	5 х Ду

Примечание. 1. Ду - условный диаметр трубопровода.
2. Невыполнение требований ведет к увеличению погрешности измерения на малых расходах.

3) При монтаже преобразователя несоосность проточной части преобразователя и внутреннего диаметра трубопровода не должна превышать 0,006·***Ду***.

Для обеспечения требования по величине соосности при монтаже преобразователей необходимо при приварке фланца к трубопроводу следить за взаимным расположением трубопровода и фланца как показано на ***рисунке 2.7.***

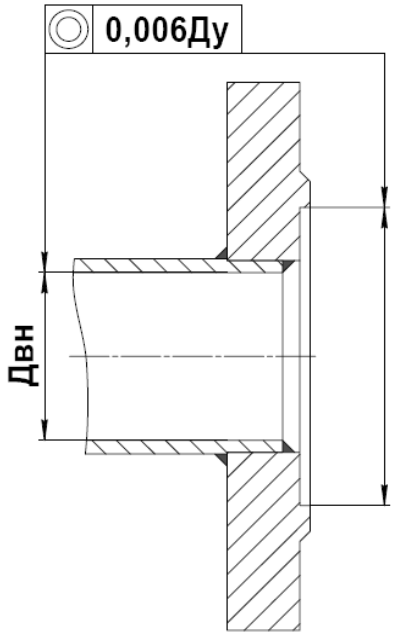


Рисунок 2.7 - *Схема монтажа преобразователей Ду 80 и менее с использованием комплекта прямых участков*

При монтаже преобразователей Ду 80 и менее рекомендуется использовать специально изготовленные комплекты прямых участков и фланцев, поставляемые по заказу. Прямые участки и фланцы, входящие в комплект, имеют подготовленные посадочные поверхности, обеспечивающие при сварке соосность, соответствующую указанным требованиям.

4) При ограниченном пространстве и большом диаметре трубопровода не всегда возможно выполнить рекомендации по длинам прямых участков. В этом случае рекомендуется применить выпрямитель потока, который позволяет уменьшить длину входного участка до 8 Ду.

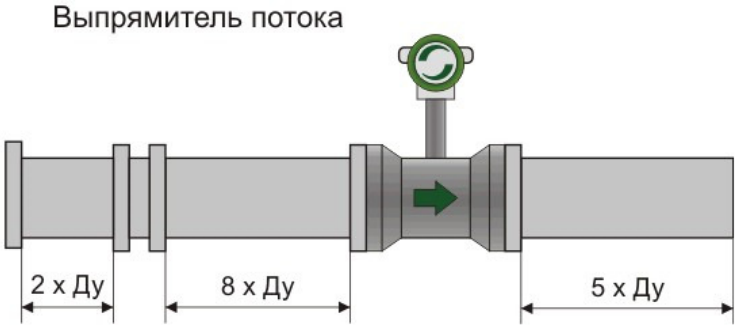


Рисунок 2.8 - *Установка выпрямителя потока*

Выпрямитель потока эффективно выпрямляет профиль потока с некоторой потерей давления. Размеры выпрямителя потока представлены на ***рисунке 2.9*** и ***таблице 2.5.*** Выпрямитель потока устанавливается между двумя фланцами (исполнения 3 по ГОСТ 12815-80) и крепится болтами или шпильками.

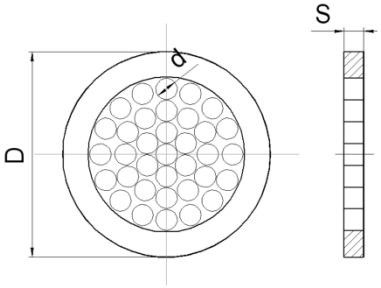


Рисунок 2.9 - *Выпрямитель потока*

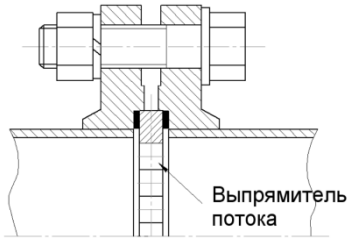


Рисунок 2.10 - *Схема монтажа выпрямителя потока*

Таблица 2.5 - *Размеры выпрямителя потока*

Условный внутренний диаметр, мм	***D, мм***	***d(min), мм***	***S, мм***
25	57	1,9	3.8
32	65	2,5	4,8
40	75	3,1	5
50	87	3,9	7
65	109	5	8
80	120	6,2	10
100	149	7,7	13
125	175	9,6	16
150	203	11,5	20
200	259	15,4	26
250	312	19,3	33
300	363	21,1	39

Примечание: Количество отверстий – 32. Размеры и расположение отверстий выпрямителя потока соответствуют дисковому типу Zanker по ГОСТ 8.586.2-2005.

2.2.3 Монтаж на трубопроводе с повышенной температурой измеряемой среды

При монтаже преобразователя на трубопроводе с повышенной температурой измеряемой среды (более 85 °С) необходимо соблюдать следующие рекомендации:

1) При теплоизоляции трубопровода и проточной части преобразователя стойку преобразователя закрывать теплоизоляцией не допускается! В противном случае возможен перегрев электронного блока, даже если температура окружающей среды не превышает допустимое значение +70 °С.

2) Для снижения конвективного нагрева электронного блока, рекомендуется осуществлять монтаж преобразователя таким образом, чтобы электронный блок располагался сбоку или снизу от трубопровода, а не над ним (стойка преобразователя направлена горизонтально или вертикально вниз).

2.2.4 Монтаж преобразователя

Порядок выполнения монтажа следующий:

1) Необходимо изготовить прямые участки в сборе с фланцами ***(см. приложение Е)*** и монтажную вставку согласно чертежам, представленным в ***приложении В.***

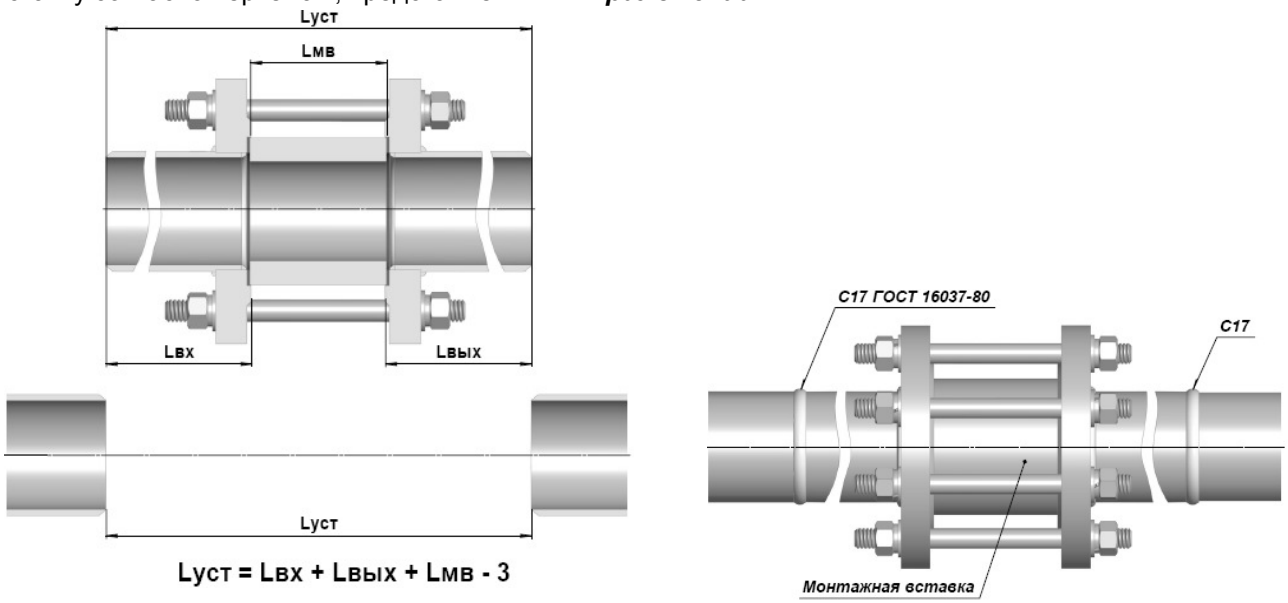


Рисунок 2.11 - *Установка вставки с прямыми участками*

2) Вырезать участок трубопровода длиной ***Lуст.*** (***рисунок 2.11***)

Lуст =, Lвх + Lвых + Lмв - 3 мм , (2.4)

где ***Lвх*** и ***Lвых*** - длины прямых участков до и после места установки преобразователя (не менее 5Ду),

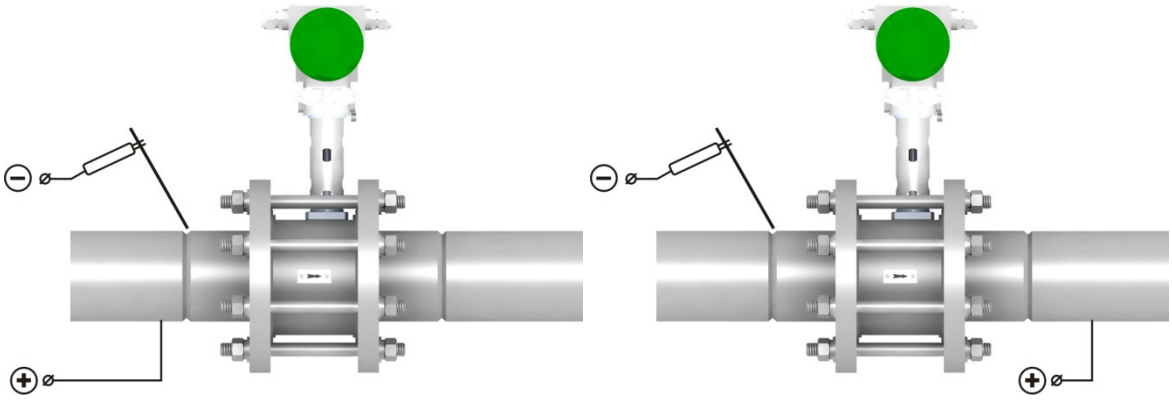
Lмв – длина монтажной вставки равная установочному размеру преобразователя.

3) С помощью шпилек и гаек собрать узел, состоящий из прямых участков и монтажной вставки и приварить его к трубопроводу, как показано на ***рисунке 2.11***.

ВНИМАНИЕ! При монтаже допускается использовать преобразователь в качестве монтажной вставки только в следующих случаях:

- монтаж осуществляется с использованием газовой сварки;

- при монтаже с использованием электродуговой сварки источник тока подсоединяется таким образом, чтобы сварочный ток не протекал через преобразователь – см. рисунок 2.12.



Правильно Неправильно

Рисунок 2.12 *– Подключение источника тока при электродуговой сварке*

4) Снять имитатор и установить преобразователь между фланцами таким образом, чтобы стрелка на корпусе совпадала с направлением потока. Затяжку крепежа рекомендуется производить поочередно по диаметрально противоположным парам болтов.

ВНИМАНИЕ! На внутренней поверхности трубопровода не допускается наличие выступающих следов сварки, т.к. они приведут к увеличению погрешности измерения.

5) Преобразователи, предназначенные для измерения расхода пара, следует располагать горизонтально, в одной плоскости с паропроводом для уменьшения нагрева электронного блока.

Монтаж преобразователей исполнения «ППД» осуществляется без установки прокладок.
Усилие затяжки каждой из шпилек при монтаже этих преобразователей должны быть не менее:
- 40 кН для Ду трубопровода 50 мм;
- 82 кН для Ду трубопровода 80 мм;
- 107 кН для Ду трубопровода 100 мм.

2.2.5 Электромонтажные работы

При электромонтаже необходимо выполнять следующие рекомендации:

- не допускается располагать линии связи преобразователя с внешними устройствами вблизи силовых кабелей;
- кабели и провода, соединяющие преобразователь и регистрирующие приборы, рекомендуется прокладывать в металлорукавах или металлических трубах;
- для прокладки линии связи при монтаже рекомендуется применять кабели контрольные с резиновой или пластмассовой изоляцией, кабели для сигнализации с полиэтиленовой изоляцией;
- допускается совместная прокладка в одном кабеле проводов цепей питания преобразователя и выходных сигналов;
- рекомендуется вблизи мест прокладки линии связи электроустановок мощностью более 0,5 кВА применение экранированного кабеля с изолирующей оболочкой.
- в качестве сигнальных цепей и цепей питания преобразователя могут быть использованы изолированные жилы одного кабеля, при этом сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм. Экранировка цепей выходного сигнала от цепей питания преобразователя не требуется.
- электромонтаж кабелей, соединяющих преобразователь с вторичными приборами производить согласно схемам, приведенным в ***приложении Б.*** При этом напряжение питания и сопротивление нагрузочного резистора для частотного выхода должны соответствовать п.1.2.13 настоящего руководства.
- электромонтаж проводить четырех- или семижильным кабелем (при использовании цифрового сигнала RS485. Например, РПШМ-3х0,35; РПШМ-4х0,35).

при проведении электромонтажа необходимо прозвонить и замаркировать разделанные концы кабеля, а затем подсоединить их к клеммной колодке преобразователя. Визуально проверить правильность подключения соответствующих проводов к преобразователю.

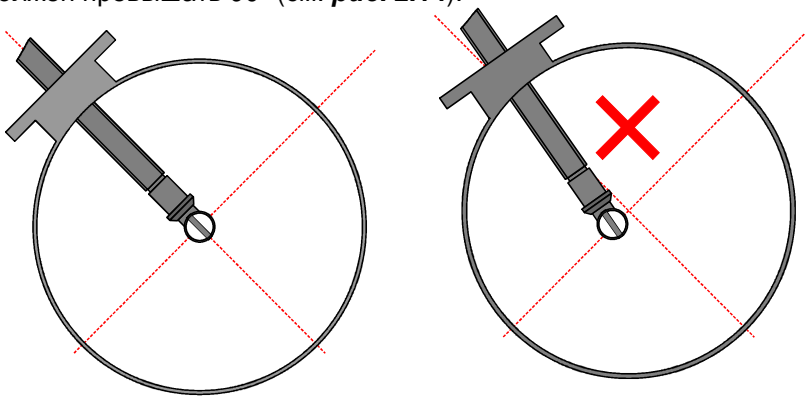
- заземление преобразователя производить путем соединения проводом сечением не менее 0,5 мм^2 шины заземления и специального зажима на корпусе преобразователя.

ВНИМАНИЕ! При монтаже преобразователя с дистанционным размещением электронного блока необходимо закрепить металлорукав, соединяющий проточную часть преобразователя и электронный блок. В противном случае вибрация металлорукава может приводить к появлению паразитного сигнала сенсора и некорректной работе преобразователя.

2.2.6 Требования к монтажу погружного преобразователя

При монтаже преобразователя на трубопроводе следует обеспечить выполнение следующих требований:

- направление стрелки на датчике преобразователя должно совпадать с направлением потока в трубопроводе; направление ручек на штанге должно максимально совпадать с осью трубопровода;
- приварной патрубок и погружная штанга должны быть установлены перпендикулярно к поверхности трубопровода в месте установки преобразователя (см. ***рис. 2.13***);
- в случае не вертикальной установки преобразователя угол отклонения погружной штанги от вертикали не должен превышать 90º (см. ***рис. 2.14***).



Правильно ***не правильно***

Рисунок 2.13 *– Позиционирование расходомера*

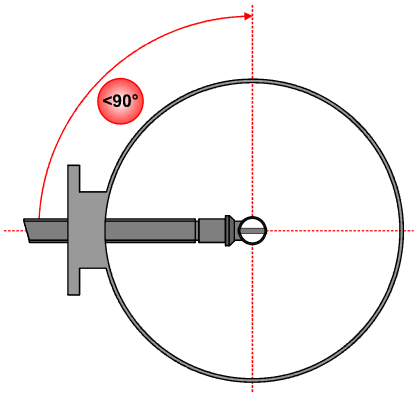


Рисунок 2.14 *– Угол установки преобразователя*

Датчик погружного преобразователя может быть установлен в центре трубы (**R**) (рекомендуется для диаметров 200…800 мм) или на окружности средней скорости потока (**H**) (рекомендуется для диаметров 800..2000 мм). Возможное положение датчика показано на ***рис. 2.15***.

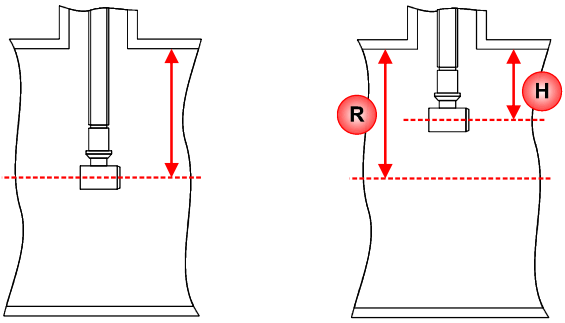


Рисунок 2.15 *– Варианты расположения датчика*

Метрологическая точность погружных расходомеров обеспечивается качеством монтажа и качеством замеров внутреннего диаметра трубы. Датчик измеряет скорость потока и для получения расхода необходимо провести замеры по определению внутреннего диаметра, после чего значение фактического диаметра с помощью программы ***«ЭМИС-Интегратор»*** внести в память прибора.

Для обеспечения метрологической точности необходимо выдерживать длину прямых участков (см. ***таблицу 2.4***).

При измерении скорости потока в середине потока важно знать коэффициент гидравлического трения трубы **λ**. В общем случае он равен 0,02. Значение коэффициента **λ** не должно превышать 0,06. Коэффициент зависит от вязкости и шероховатости стенок трубы. При вводе в память прибора измеряемой среды и ее температуры выбор коэффициента осуществляется автоматически.

Требования к точности положения датчика расхода в трубопроводе при расположении датчика по центру потока ±0,05R.

ВНИМАНИЕ! Для обеспечения герметичности при установке погружного расходомера и регулировке глубины погружения датчика расхода необходимо ознакомиться с рекомендациями по монтажу расходомера, приведенными в ***приложении Л****.*

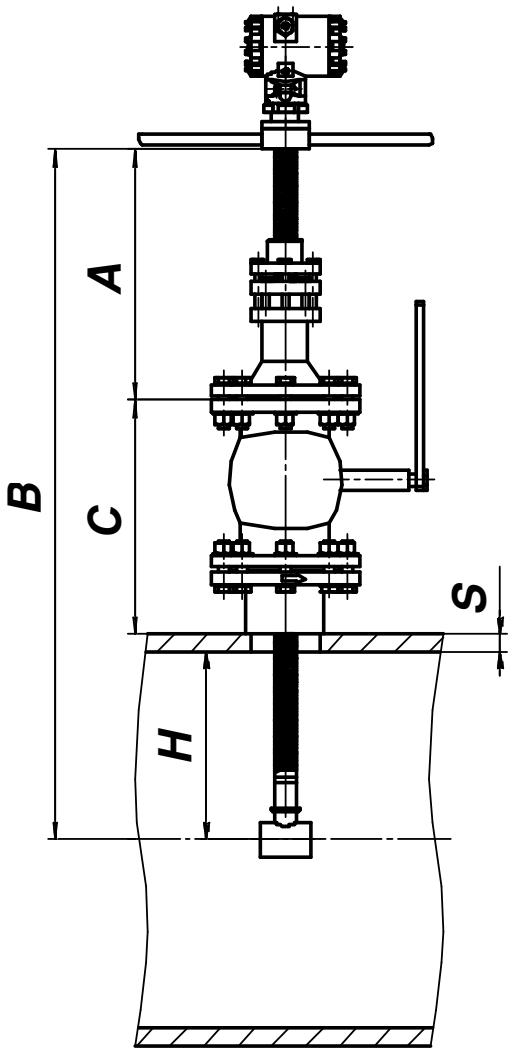


Рисунок 2.16 *Вычисление глубины погружения датчика*

При измерении скорости в точке 0,242R необходимо обеспечить глубину установку датчика в потоке с точностью ±0,013R. При этом в этой точке измеряется фактическая средняя скорость потока.

Для правильного расположения чувствительного элемента внутри трубопровода для преобразователей с исполнением по давлению 1,6 МПа необходимо вычислить и контролировать размер **А** (см. ***рис. 2.16***), соответствующий требуемой глубине погружения датчика:

$$A = B - C - H - S, \text{ мм} \qquad (2.5)$$

где: А – расстояние от торца фланца шарового крана или патрубка до торцевой поверхности вращаемой втулки (размер соответствующий глубине погружения);

В – расстояние от оси датчика скорости до торцевой поверхности вращаемой втулки;

С – расстояние от наружной поверхности трубы до фланца шарового крана или фланца патрубка;

Н – глубина погружения датчика (R или 0,242R);

S – толщина стенки трубы.

Монтаж погружного преобразователя расхода с исполнением по давлению 1,6 МПа может быть осуществлен без остановки потока в трубопроводе («горячая врезка»). Последовательность операций «горячей врезки» погружного преобразователя описана в ***приложении Л***.

Для исполнений по давлению 2,5 и 4 МПа фланец преобразователя жестко закреплен на погружной штанге, таким образом вращение и регулировка глубины погружения датчика невозможны. В связи с этим отсутствует шаровый кран и «горячая врезка» также невозможна. При заказе погружного преобразователя на давление 2,5 и 4 МПа для обеспечения необходимой глубины погружения датчика потребитель должен указать точный внутренний диаметр трубопровода и толщину его стенки.

2.2.7 Монтаж преобразователя с обеспечением взрывозащищенности

Перед монтажом преобразователь должен быть осмотрен. Особое внимание следует обратить на маркировку взрывозащиты, предупредительные надписи, отсутствие повреждений преобразователя, наличие заземляющего зажима, наличие средств уплотнения для кабелей и крышек, состояние подключаемого кабеля.

При монтаже преобразователей исполнения «Вн» необходимо проверить состояние взрывозащищенных поверхностей деталей, подвергаемых разборке. Царапины, вмятины, сколы на поверхностях, обозначенных меткой «Взрыв» на чертеже средств обеспечения взрывозащиты, приведенном в ***приложении Е***, не допускаются.

Электромонтаж преобразователей необходимо производить в соответствии со схемами подключений, приведенными в ***приложении Б***.

Линии связи могут быть выполнены любым типом кабеля с сечением проводов не менее ***0,35 мм^2*** согласно главе 7 ПУЭ – 86.

При использовании источников искробезопасного питания, имеющих гальваническую связь с землей или нагрузкой, заземление каких-либо цепей не допускается.

Для преобразователей исполнения ExC допускается использование только таких источников питания или барьеров, которые имеют гальваническое разделение цепей искробезопасного питания от всех других цепей. При этом заземление линий питания не допускается.

Корпус преобразователя должен быть заземлен проводом сечением не менее ***0,5 мм^2***. Сопротивление заземления необходимо проверять после монтажа, оно не должно превышать ***4 Ом***.

Если при подключении преобразователя используется только один кабельный ввод, неиспользуемый ввод должен быть заглушен. Для глушения неиспользуемого ввода преобразователей исполнения Вн допускается использовать только заглушки, поставляемые изготовителем.

После завершения электрического монтажа необходимо закрыть крышки электронного блока и застопорить их стопорами, согласно чертежу ***приложения Е***.

2.3 Использование

2.3.1 Подготовка к работе

2.3.1.1 Перед первым включением электрического питания преобразователя и пуском его в эксплуатацию необходимо:

- проверить правильность монтажа преобразователя на трубопроводе;
- проверить параметры электрического питания преобразователя;
- проверить правильность заземления корпуса преобразователя;
- проверить правильность подключения внешних устройств.

2.3.1.2 Параметры преобразователя, соответствующие заказу потребителя, внесены в паспорт преобразователя:

- условный диаметр проточной части преобразователя;
- диапазон измерения расхода;
- порядковый номер;
- сетевой адрес преобразователя;
- скорость приема и передачи информации, бит/сек (выбирается в зависимости от расстояния до преобразователя из ряда: 4800; 9600; 19200; 38400);
- значение времени демпфирования показаний объемного расхода выбирается из ряда 0,25; 2; 4; 8; 16 секунд (по умолчанию установлено 4 секунды);
- измеряемая среда: жидкость, газ, пар;
- температурный диапазон измеряемой среды;
- К-фактор (для погружных преобразователей указывается К-фактор для датчика расхода).

2.3.2 Ввод в эксплуатацию

Ввод в эксплуатацию преобразователя оформляется актом.

При вводе преобразователя в эксплуатацию в паспорте необходимо сделать отметку с указанием даты ввода и заверить её подписью лица, ответственного за эксплуатацию приборов.

2.3.3 Работа с преобразователем через интерфейс RS-485 или USB

Цифровой интерфейс RS-485 / USB позволяет производить настройку и опрос преобразователя с помощью ПК, объединять несколько преобразователей в сеть или подключать преобразователи к уже имеющейся сети с интерфейсом RS-485 и протоколом обмена ***Modbus RTU.***

Для опроса и настройки преобразователя по цифровому интерфейсу с помощью персонального компьютера предназначена программа ***«ЭМИС Интегратор»***. Возможности программы и правила работы с ней описаны в ***приложении Д.***

При поверке преобразователя может быть возникнуть необходимость изменить значения параметров, влияющих на погрешность измерения преобразователя. В преобразователе предусмотрена механическая защита от записи таких параметров. Защита реализована с помощью переключателя, расположенного на процессорной плате. Для снятия защиты от записи и получения возможности изменения защищенных параметров необходимо переключить в положение ***«замкнуто»*** (***«ON»)***, после чего в приборе установится максимальный уровень доступа №6. Для восстановления защиты необходимо переключить в положение ***«разомкнуто»***. Защита остальных параметров реализована паролями уровней доступа 1, 2, 3. Пароли этих уровней доступа по умолчанию равны номеру уровня и могут быть изменены пользователем. Разбиение параметров (регистров) по уровням приведено в ***приложении Ж***.

Схема подключения нескольких преобразователей в единую сеть по RS485 показана на ***рисунке Б.*** При общей длине цифровой линии, превышающей 100 метров, на обоих её концах рекомендуется включать согласующие сопротивления ***R*** (резистор ОМЛТ 0,125 ВТ, 150 Ом±10%).

При программировании преобразователя через интерфейс RS485/USB обмен данными производится в соответствии с протоколом ***Modbus RTU*** (публикация “Modicon Modbus Protocol Reference Guide P1-MBUS-300 Rev. G”).

Скорость обмена данными выбирается из ряда: 4800; 9600; 19200; 38400 бит/сек, формат данных: 8 бит, 1 стоповый бит, без контроля на четность. По умолчанию установлена скорость обмена 38400 бит/сек.

При программировании поддерживаются следующие команды Modbus RTU:

- команда 03 (прочитать регистры хранения);
- команда 04 (прочитать входные регистры);
- команда 06 (записать данные в один регистр хранения);
- команда 08 (диагностика);
- команда 16 (записать данные в набор регистров хранения);
- команда 17 (получить идентификатор прибора).

Карта регистров (адреса) для работы по протоколу Modbus RTU приведена в ***приложении Ж.***

2.3.4 Возможные неисправности и способы их устранения

Неисправности делятся на три типа: обнаруживаемые по внешним признакам, обнаруживаемые по режиму мигания светодиода около клеммной колодки или на передней панели, и обнаруживаемые по сообщениям на ЖК-дисплее.

Возможные неисправности, обнаруживаемые по внешним признакам и способы их устранения приведены в ***таблице 2.6.***

Таблица 2.6 - *Способы устранения типовых неисправностей*

Неисправность	*Вероятная причина*	*Способ устранения*
1 При включенном питании и наличии потока подключенный регистрирующий прибор или программа «ЭМИС Интегратор» показывают расход равный «0». На частотном и цифровом выходах отсутствуют сигналы.	Неправильное подключение проводов питания и сигнальных проводов к преобразователю.	Произвести проверку подключения кабеля или проводов питания согласно схемам подключения.
	Обрыв проводов подключения питания или сигнальных проводов.	Проверить и в случае обрыва заменить кабель или провода питания и сигнальные провода.
	Напряжение питания не соответствует необходимому значению.	Проверить источник питания и установить напряжение питания в соответствии с требованиями РЭ.
	Расход ниже минимального расхода для данного типа преобразователя.	Открыть полностью запорно–регулирующую арматуру
	Величина отсечки по силе сигнала преобразователя настроена неправильно	Настроить виброустойчивость с помощью программы «ЭМИС Интегратор» путем уменьшения % величины отсечки по силе сигнала
	При подсоединении по цифровому выходу неправильно выбран порт компьютера.	Необходимо через панель управления компьютера войти в раздел «система» и определить номер порта компьютера, на который подсоединен прибор, после чего во вкладке «Настройки» программы «ЭМИС Интегратор» установить соответствующий порт (см. ***Приложение Д***)
2 Показания мгновенного расхода на регистрирующем приборе нестабильны. Частотный выходной сигнал преобразователя нестабилен.	Монтаж преобразователя выполнен с нарушениями требований РЭ: - большая разница между диаметрами трубопровода и преобразователя; - не выдержана длина прямых участков; - выступают прокладки.	Монтаж преобразователя произвести в соответствии с указаниями раздела 2.1 настоящего РЭ.
	Наличие газовых пузырей в жидкости.	Удалить газовые включения.
	Вышел из строя пьезоэлемент	Заменить чувствительный элемент
	Несоответствие реального расхода диапазону расхода установленной модели расходомера	Заменить расходомер на другой, у которого, диапазон измеряемого расхода соответствует реальному расходу
3 Потока измеряемой среды в трубопроводе нет, а на выходных линиях фиксируются сигналы наличия расхода среды	Высокий уровень вибрации трубопровода, который превышает заявленные параметры виброустойчивости.	Необходимо выполнить следующие мероприятия для устранения неисправности: - заполнить трубопровод измеряемой средой; - изменить положение расходомера, повернув корпус вокруг оси на 90º; - повысить виброустойчивость с помощью программы «ЭМИС Интегратор» путем увеличения в соответствующем окне программы значения отсечки по силе сигнала в %; - выявить источник вибрации (например - насос) и уменьшить величину вибрации закреплением источника вибрации и трубопровода в месте установки преобразователя;

В случае, если не удается устранить неисправность и отремонтировать преобразователь, или не удается при плановой поверке преобразователя получить заявленные точностные характеристики, необходимо обратиться на предприятие-изготовитель или в сервисный центр.
Пример оформления рекламационного акта возврата расходомера и его гарантийного ремонта приведен в паспорте, поставляемом с прибором.

Неисправности, обнаруживаемые по режиму мигания светодиода, анализируются в указанном ниже порядке приоритетов. При обнаружении первой же неисправности дальнейший анализ прекращается, а режим свечения устанавливается таким, который соответствует данной неисправности.

Таблица 2.7 - Режимы свечения светодиода при неисправности

№	Фоновое свечение	Количество миганий в цикле (длительность цикла 3,2 секунды)	Неисправность
1	да	1	Обрыв проводов от блока усилителя
2	да	2	Сбой электроники
3	да	3	Неисправность датчика температуры или его подключения
4	да	4	Неисправность датчика давления или его подключения
5	нет	2	Ток или напряжение токовой петли не соответствуют норме
6	нет	3	Кавитация или хаотичное вихреобразование.
7	нет	4	Амплитуда ускорения вибрации превышает заданный порог

При отсутствии неисправностей фонового свечения нет, с периодичностью цикла (3,2 с) производится одно мигание для индикации наличия питания.

Неисправности, обнаруживаемые по сообщениям на ЖК-дисплее. Плата индикации с механическими кнопками (исполнение «СИМ») индицирует ошибку мигающей надписью «*E0001*» при отсутствии связи с основным процессором. Плата с оптическими кнопками (исполнение «СИО»), кроме этого, индицирует ошибку «*E0002*» в случае сильного загрязнения (запотевания, покрытия инеем) стекла, препятствующего управлению кнопками. В этом случае следует очистить и протереть стекло, выключить и затем снова подать питание. Это нужно для того, чтобы зафиксировать новый начальный уровень отражения от стекла (уровень нуля). Прибор выйдет на режим индикации текущих параметров и без перезагрузки, но управление кнопками может остаться неустойчивым.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Преобразователь в процессе эксплуатации не требует специального технического обслуживания, кроме периодического осмотра с целью проверки условий эксплуатации.

Периодичность осмотра зависит от условий эксплуатации и определяется предприятием, ведущим техническое обслуживание узла учета.

Особое внимание необходимо уделять контролю технологических параметров измеряемой среды, в частности, давлению в трубопроводе, и не допускать режимов эксплуатации, способствующих возникновению явления кавитации, т.е. образованию в жидкости полостей, заполненных газом, паром или их смесью. Кавитационные пузырьки образуются, когда давление в потоке жидкости за преобразователем становится ниже некоторого критического значения (приблизительно равно давлению насыщенных паров этой жидкости при данной температуре). В пункте 2.1.5 приведена формула расчета избыточного критического давления.

Несоблюдение условий эксплуатации может привести к выходу из строя преобразователя или погрешности измерений превышающей нормируемые параметры.

В случае отказа преобразователя и невозможности устранения неисправности на месте эксплуатации преобразователь необходимо демонтировать, а на его место установить технологическую вставку (имитатор преобразователя) соответствующего размера. Чертежи технологических вставок приведены в ***приложении В***.

4 ПОВЕРКА

Первичной поверке подвергаются преобразователи при выпуске из производства, прошедшие приемо-сдаточные испытания и принятые службой, отвечающей за качество, на соответствие требованиям ТУ 4213-017-14145564-2009.

Поверка преобразователей в объеме первичной поверки проводится также в следующих случаях:

- при хранении преобразователя перед вводом в эксплуатацию более 36 месяцев;
- после ремонта преобразователя с демонтажем с трубопровода;

Периодической поверке подлежат приборы, находящиеся в эксплуатации, и после ремонта.

Интервал между поверками преобразователей – 4 (четыре) года.

Для погружных преобразователей поверке подвергается датчик расхода с условным диаметром проточной части 40 мм.

Поверка преобразователей проводится согласно Методике поверки ЭВ-200.000.000.000.00 МП.

Примечание - внеочередная поверка проводится в процессе эксплуатации, если необходимо удостовериться в исправности преобразователя, при повреждении пломб или утрате документов, подтверждающих прохождение очередной поверки.

5 ХРАНЕНИЕ

Преобразователи после распаковывания должны храниться на стеллажах в закрытом помещении. Условия хранения в распакованном виде - 1 (Л) по ГОСТ 15150. Помещать преобразователи один на другой не разрешается.

В зимнее время распаковывать преобразователи необходимо после выдержки в отапливаемом помещении в течение 3 ч.

Длительное хранение преобразователей рекомендуется производить в упаковке предприятия - изготовителя.

6 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

Преобразователи в транспортной упаковке предприятия-изготовителя транспортируются любым видом транспорта в соответствие с условиями 5 (ОЖ4) по ГОСТ 15150.

Время пребывания преобразователя в условиях транспортирования не должно превышать одного месяца.

При погрузке, транспортировании и выгрузке преобразователей должны выполняться требования указанные на упаковке манипуляционных знаков.

При транспортировании должна быть обеспечена защита преобразователей от атмосферных осадков.

7 УТИЛИЗАЦИЯ

Преобразователи не содержат вредных веществ и компонентов, представляющих опасность для здоровья людей и окружающей среды в процессе и после окончания срока службы и при утилизации

Утилизация преобразователя осуществляется отдельно по группам материалов: пластмассовые элементы, металлические элементы корпуса и крепежные элементы.

8 СВЕДЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ДРАГОЦЕННЫХ МЕТАЛЛОВ

Преобразователи не содержат драгоценных металлов.

Приложение А
(справочное)

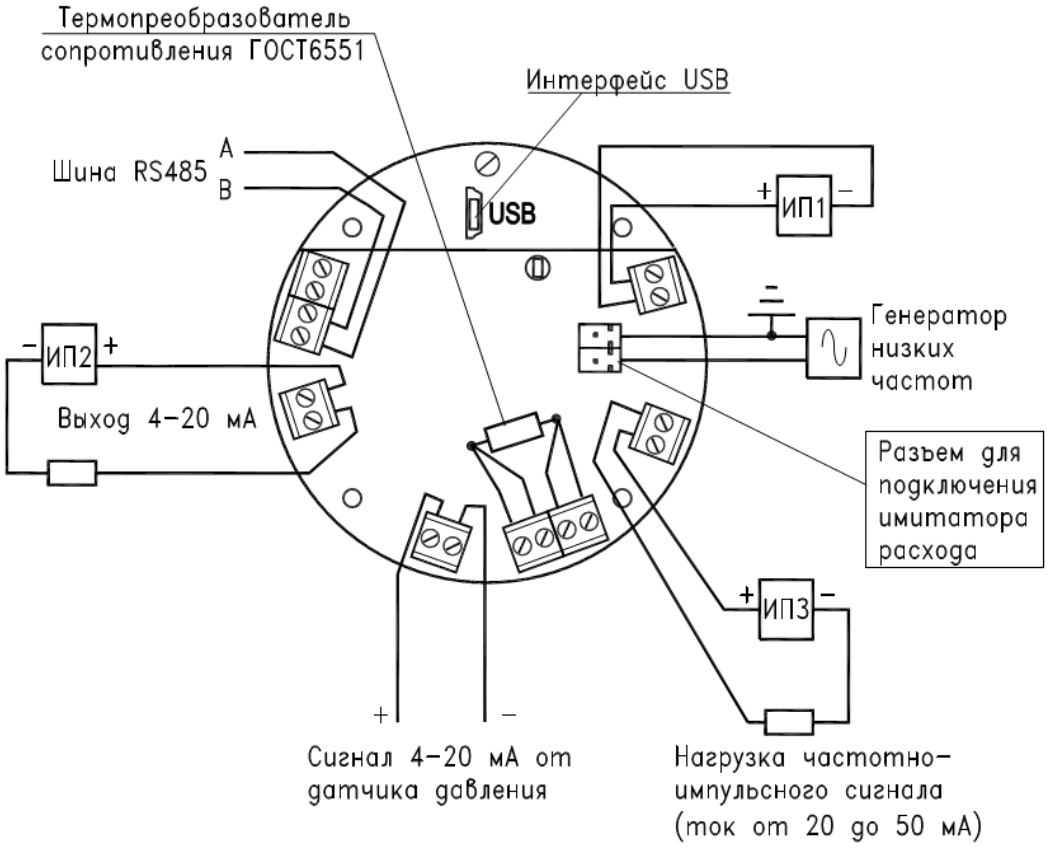
Перечень ссылочных документов

Таблица А1

Обозначение документа	***Наименование***	***Номера пунктов***
ГОСТ 27.003-93	Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности	1.2.14
ГОСТ 5915-70	Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры	***Приложение Г***
ГОСТ 7805-70	Болты. Технические условия	***Приложение Г***
ГОСТ 12820-80	Фланцы стальные плоские приварные на Ру от 0,1 до 2,5 МПа.	***Приложение Г***
ГОСТ 12821-80	Фланцы стальные приварные встык на Ру от 0,1 до 20,0 МПа.	***Приложение Г***
ГОСТ 12971-67	Таблички прямоугольные для машин и приборов. Размеры	1.6.1.1
ГОСТ 14254-96	Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP).	1.1.5, 1.3.2
ГОСТ 15150-69	Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды	1.1.9; 5; 6
ГОСТ 16037-80	Соединения сварные стальных трубопроводов. Основные типы, конструктивные элементы и размеры	***Приложение Л***
ГОСТ 22042-76	Шпильки для деталей с гладкими отверстиями класса точности В. Конструкция и размеры.	***Приложение Г***
ГОСТ Р 52931-84	Изделия ГСП. Общие технические условия	1.1.3; 1.1.5; 1.1.7, 1.1.8
ГОСТ Р 51330.0-99	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования.	1.3.1
ГОСТ Р 51330.1	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида «взрывонепроницаемая оболочка»	1.3.1, 1.3.2
ГОСТ Р 51330.10-99	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 11. Искробезопасная электрическая цепь i.	1.3.1, 1.3.2
ОСТ 37.001.031-72	Затяжка резьбовых соединений	***Приложение Л***
ПР 50.2.009-94	ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений	1.6.1.1, 4
ПУЭ-86	Правила устройств электроустановок	2.2.7

Приложение Б
(обязательное)

Схемы подключения преобразователя



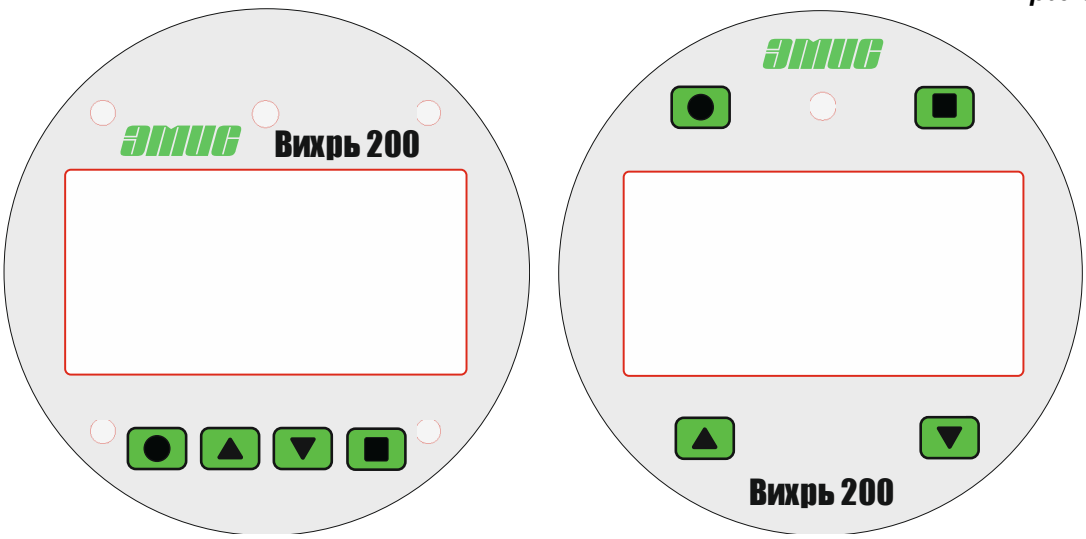
1. ИП3– источник питания постоянного тока напряжением от 5 до 24 В
2. ИП1,ИП2 – источник питания постоянного тока напряжением от 12 до 24 В

Рисунок Б.1 *- Расположение зажимов клеммных колодок и назначение зажимов.*

Замечания по источникам питания:

- Источник питания ИП1 используется для питания расходомера в целом (логика, дисплей, цифровой выход ModBUS и т.д.) и является обязательным.
- Источник питания ИП2 используется для питания токового выхода и/или HART™.
- Источник питания ИП3 используется для питания частотно-импульсного или дискретного выхода.
- ИП3 и ИП2 могут отсутствовать (если не используются соответствующие выходы) или быть совмещены с ИП1 (если не требуется гальваническая развязка межу выходами).
- При использовании имитатора расхода не рекомендуется использовать ИП1 с заземлением вторичной цепи.

Приложение Б



Исполнение «СИМ» Исполнение «СИО»

Рисунок Б.2 –*Внешний вид лицевой панели.*

Таблица Б.1 - Краткая инструкция по работе с кнопками прибора

	Основные режимы		***Подрежимы***
5 (0)	*(**начало**) Вывод текущих параметров*	▲ ▼	*Смена параметра в верхней строке* *Смена параметра в нижней строке*
	■		*6*
1	*Текущий уровень доступа*	● ■	*Ввод пароля* *● – смена разряда* *▲,▼ – модификация* *■ – завершение ввода*
	■		
2	*Запуск самопроверки*	●	*Выполнение самопроверки, результат отображается светодиодным индикатором и в диагностическом регистре.*
	■		
3	*Просмотр регистров*	●	*Просмотр регистров* *▲,▼ – выбор регистров*
	■		*7*
4	*Модификация регистров* *▲,▼ – выбор регистров*	● ■	*Модификация регистра* *● – смена разряда* *▲,▼ – модификация разряда* *■ – завершение ввода*

Приложение В
(справочное)

Схемы монтажа, габаритные, присоединительные размеры и масса преобразователей расхода. Размеры монтажных вставок

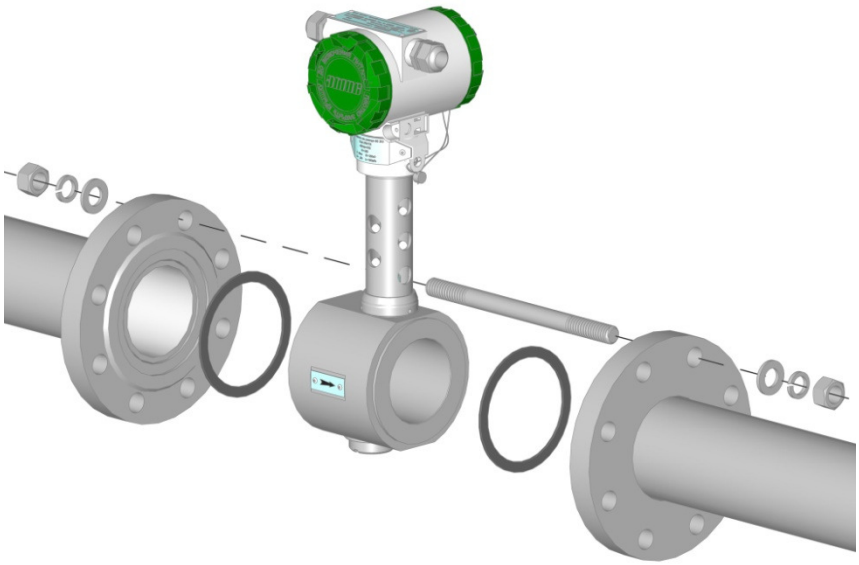


Рисунок В.1 - *Схема монтажа преобразователей бесфланцевого исполнения «сэндвич»*

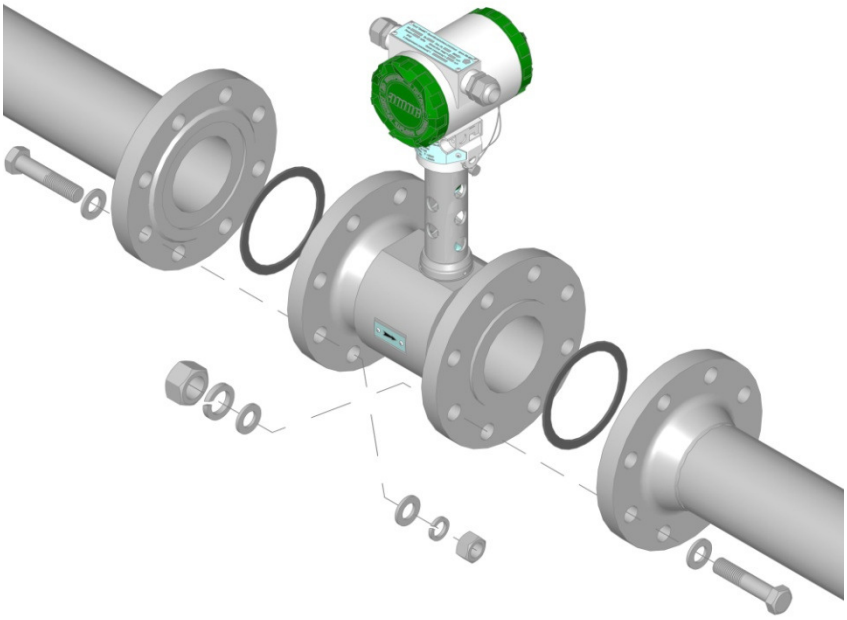
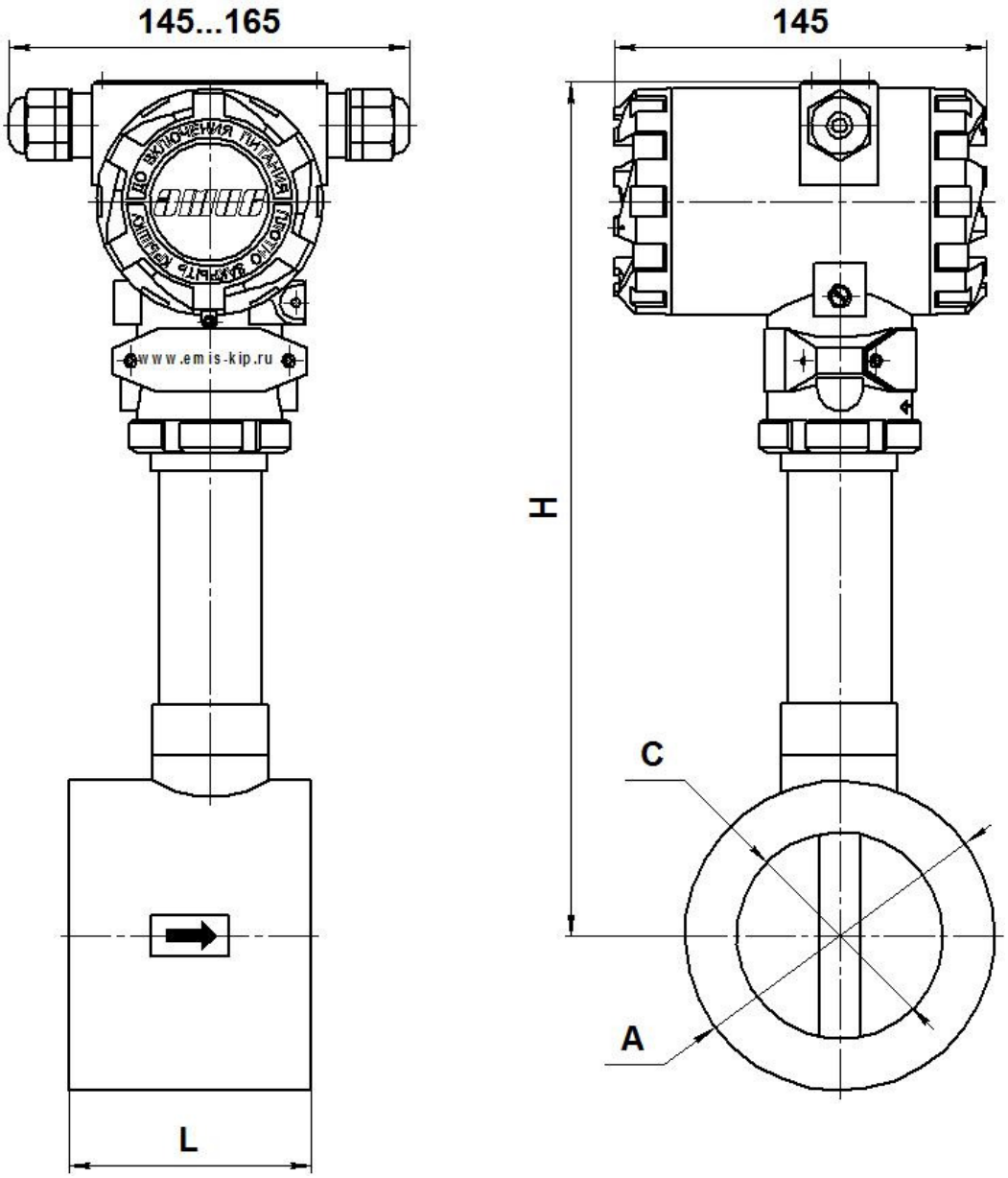


Рисунок В.2 - *Схема монтажа преобразователей фланцевых исполнений*

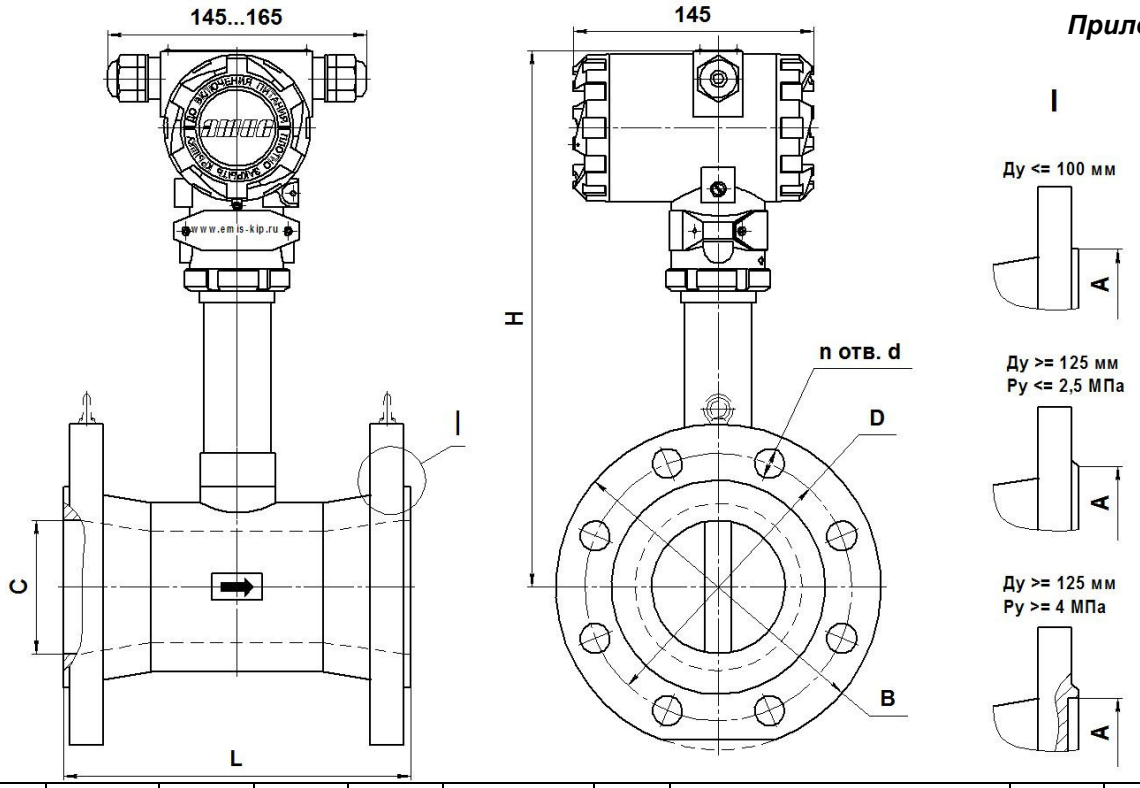
Приложение В



Исполнение	A, мм	L, мм	H, мм		C, мм	Масса, кг
			100ºC	250, 320ºC		
015	65	66	315	–	15	3,9
025	65	66	315	482	25	4,2
032	72	66	320	487	32	4,4
040	80	70	325	492	40	4,5
050	90	85	330	497	50	5,7
065	105	98	345	512	65	7,0
080	120	110	355	522	80	8,4
100	140	110	360	527	100	11,7

Рисунок В.3 - *Размеры преобразователей бесфланцевого исполнения «сэндвич» с давлением до 6,3 МПа*

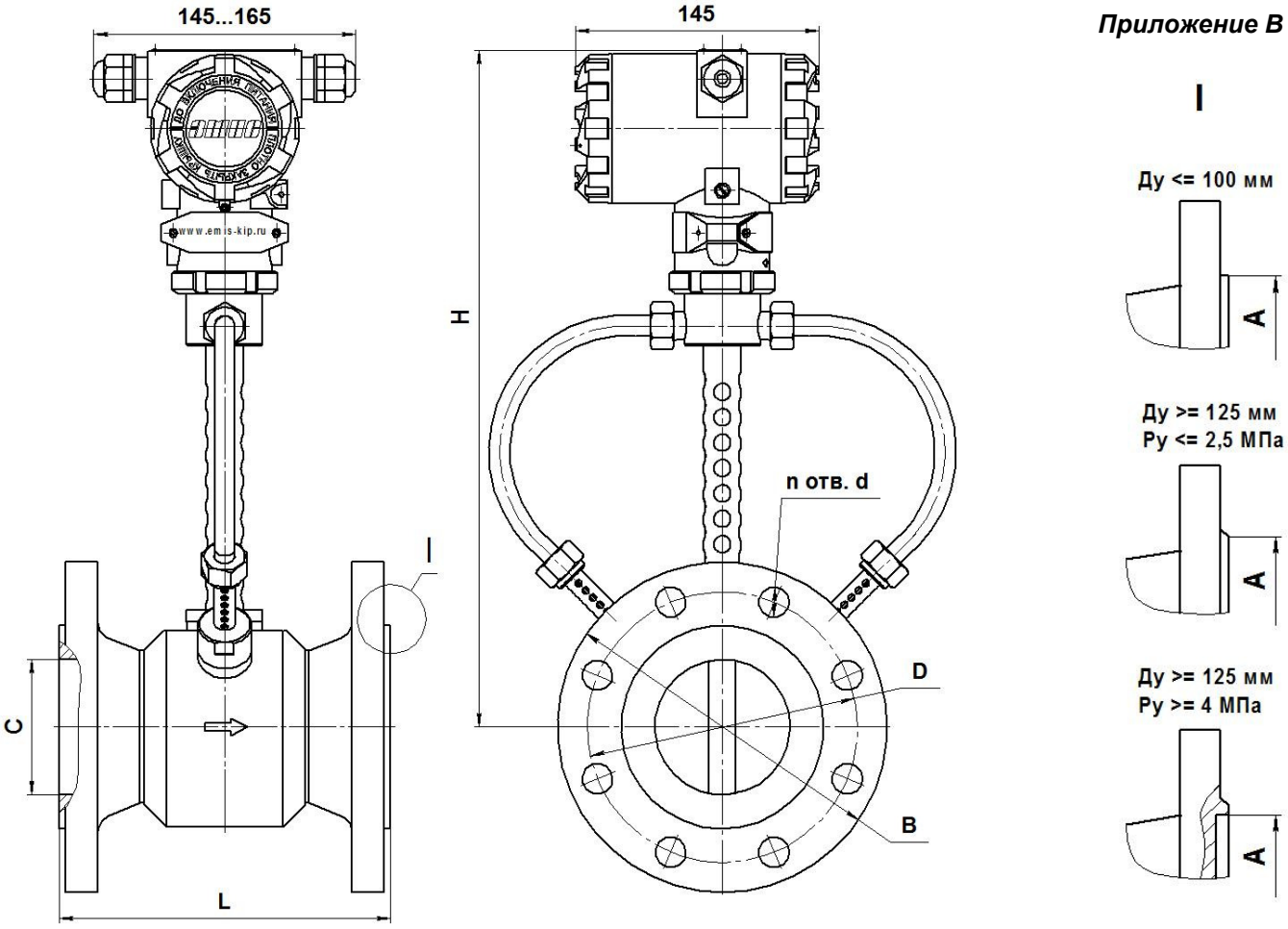
Приложение В



Испол-нение (Ду, мм)	Давле-ние Ру, МПа	D, мм	A, мм	B, мм	L, мм		C, мм	H, мм				d, мм	n, шт	Масса, кг
								100ºС		250, 320ºС				
					Ф	ФР		Ф	ФР	Ф	ФР			
015	1,6-4	65	39	95	150	–	15	315	–	–	–	14	4	5,4
	6,3	100	65	140								18	4	8
025	1,6-4	85	65	115	150	150	25	315	315	482	–	14	4	6
	6,3	100		140								18	4	8
032	1,6-4	100	72	140	150	150	32	320	315	487	482	18	4	7
	6,3	110		155								22	4	9
040	1,6-4	110	80	150	150	–	40	325	–	492	–	18	4	8
	6,3	125		170								22	4	11
050	1,6-4	125	90	165	167	167	50	330	320	497	487	18	4	9
	6,3	135		180								22	4	13
065	1,6-4	145	105	185	160	–	65	345	–	512	–	18	8	11
	6,3	160		205								22	8	16
080	1,6-4	160	120	200	196	196	80	355	330	522	497	18	8	13
	6,3	170		215								22	8	18
100	1,6-4	190	140	235	160	160	100	360	355	527	522	22	8	15
	6,3	200		250								26	8	23
125	1,6-2,5	220	184	270	260	–	123	360	–	527	–	26	8	22
	6,3	240	176	295	260	–	123	365	–	532	–	30	8	23
150	1,6-2,5	250	212	300	300	–	148	370	–	537	–	26	8	29
	4	250	204	300	270	–	138	375	–	460	–	26	8	25
	6,3	280	204	340	270	–	138	375	–	460	–	33	8	30
200	1,6-2,5	310	278	360	320	–	206	405	–	572	–	26	12	42
	4	320	260	375	310	–	185	405	–	490	–	30	12	35
	6,3	345	260	405	320	–	185	405	–	490	–	33	12	59
250	1,6-2,5	370	335	425	320	–	256	425	–	592	–	30	12	63
	4	385	313	450	370	–	231	430	–	518	–	33	12	70
	6,3	400	313	470	370	–	231	430	–	518	–	39	12	75
300	1,6-2,5	430	390	485	320	–	308	435	–	602	–	30	16	77
	4	450	364	510	370	–	280	440	–	607	–	33	16	90

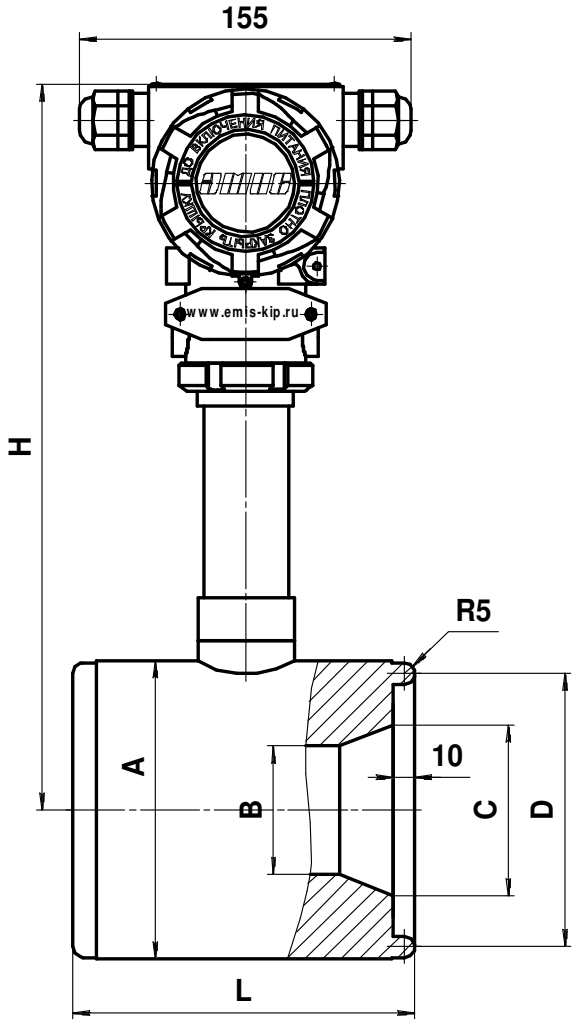
Рисунок В.4 - *Размеры преобразователей фланцевых исполнений с температурой до +320 ℃*

Приложение В



Испол-нение (Ду, мм)	Давление Ру, МПа	D, мм	A, мм	B, мм	L, мм		C, мм	H, мм		d, мм	n, шт	Масса, кг
					Ф	ФР		Ф	ФР			
040	1,6-4	110	80	145	150	–	40	380	–	18	4	9
	6,3	125		165						22	4	12
050	1,6-4	125	90	160	167	167	50	380	370	18	4	10
	6,3	135		175						22	4	14
065	1,6-4	145	105	180	160	–	65	388	–	18	8	13
	6,3	160		200						22	8	18
080	1,6-4	160	120	195	196	196	80	395	380	18	8	14
	6,3	170		210						22	8	19
100	1,6-4	190	140	230	196	196	100	405	395	22	8	18
	6,3	200		250						26	8	25
125	1,6-4	220	184	270	260	–	123	505	–	26	8	26
	6,3	240	176	295	260	–	123		–	30	8	40
150	1,6-2,5	250	212	300	300	–	148	517	–	26	8	33
	4	250	204	300	300	–	138		–	26	8	36
	6,3	280	204	340	300	–	138		–	33	8	59
200	1,6-2,5	310	278	360	320	–	200	545	–	26	12	49
	4	320	260	375	320	–	185		–	30	12	63
	6,3	345	260	405	320	–	185		–	33	12	88
250	1,6-2,5	370	335	425	320	–	256	575	–	30	12	65
	4	385	313	445	370	–	231		–	33	12	92
	6,3	400	313	470	370	–	231		–	39	12	120
300	1,6-2,5	430	390	485	370	–	308	600	–	30	16	90
	4	450	364	510	370	–	280		–	33	16	127
	6,3	460	364	530	370	–	280		–	39	16	163

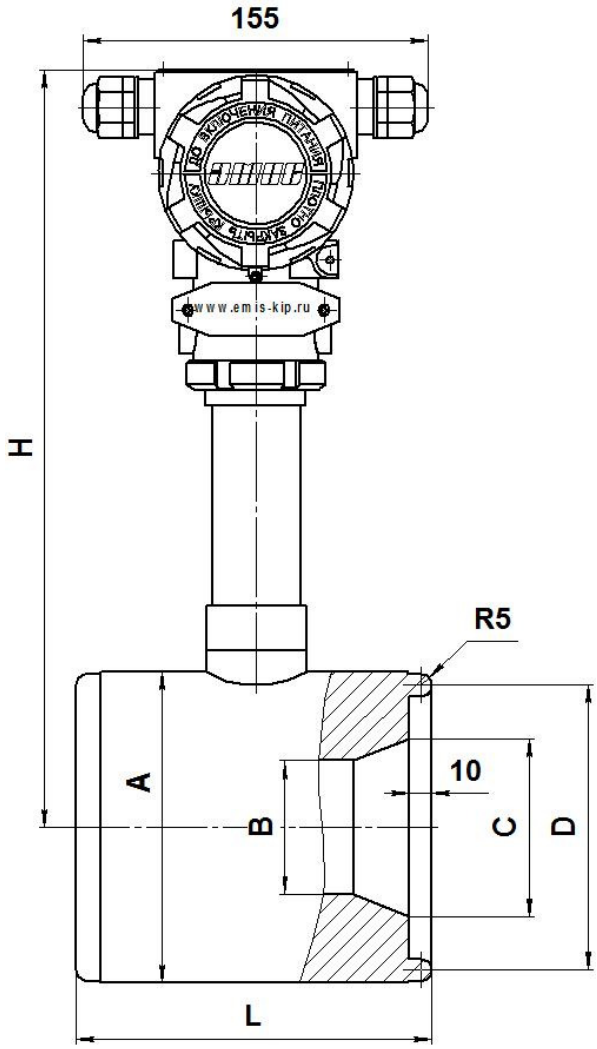
Рисунок В.5 - *Размеры преобразователей фланцевых исполнений с температурой +460 ℃*



Типоразмер	*Исполнение*	*A, мм*	*B, мм*	*C, мм*	*D, мм*	*L, мм*	*H, мм*	*Масса, кг*
50/10	ППД	92	20	50	80	140	360	8,5
50/20			32					8,2
50/35			40					8
50/50			45					7,8
50/60			50					8
50	С		50					8
80/20	ППД	140	32	80	128	160	360	18
80/35			40					17,5
80/50			50					17,2
80/150			80					15
80	С		80					15
100/25	ППД	140	40	90	128	160	360	17,2
100/50			45					9,7
100/120			80					9
100/200			90					14,3
100/300			102	102				12,8
100	С		102					12,8

Рисунок В.6 - *Размеры преобразователей исполнения «ППД» стандартного конструктивного исполнения и «сэндвич» с давлением свыше 20 МПа*

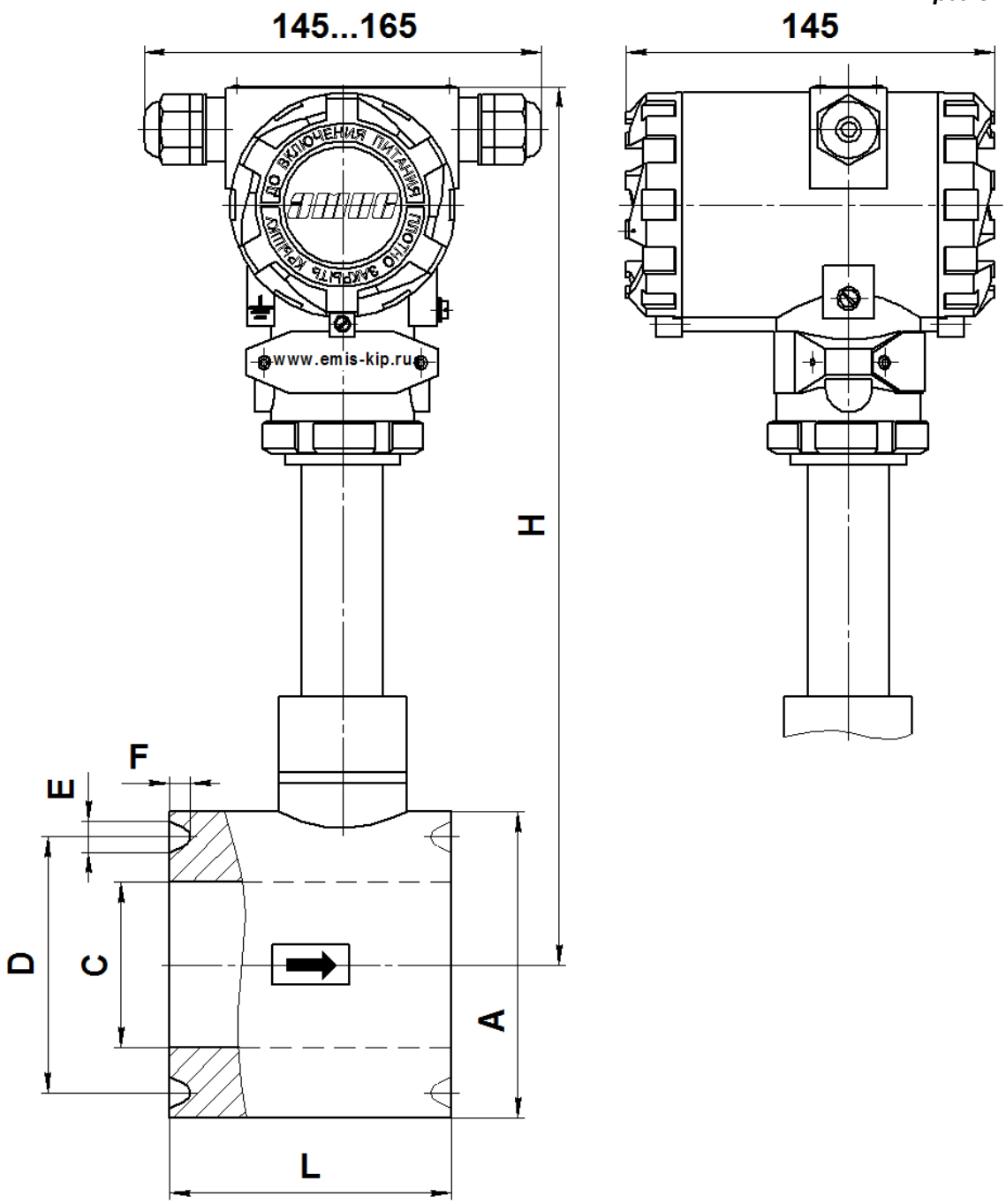
Приложение В



Типоразмер	*A, мм*	*B, мм*	*C, мм*	*D, мм*	*L, мм*	*H, мм*	*Масса, кг*
50/25	84	35	46	64	139	358	7
80/100	118	72	80	102	139	352	9,5
100/200	138	86	90	121	139	360	11,5
150/500	188	142	146	167	149	386	16,5

Рисунок В.7 - *Размеры преобразователей исполнения «ППД» конструктивного исполнения 1*

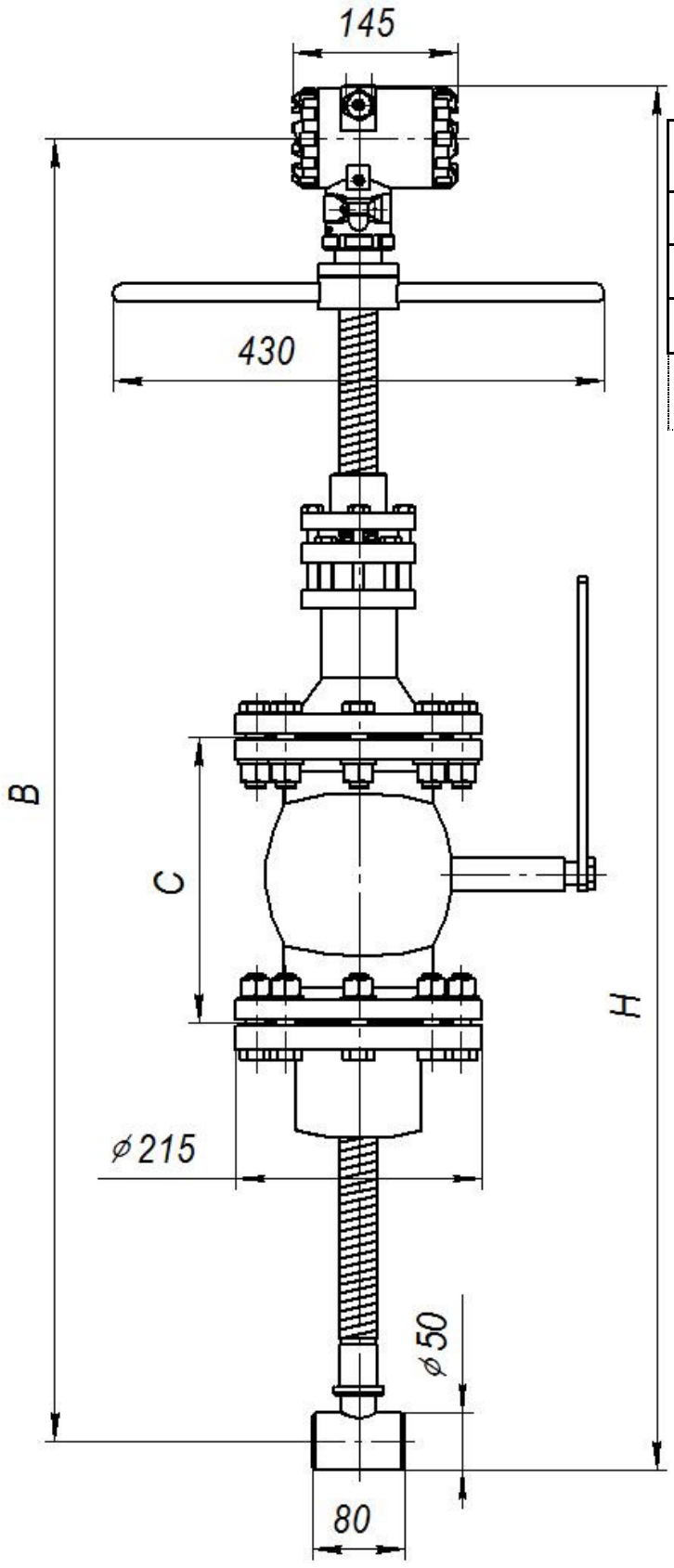
Приложение В



Исполнение (Ду, мм)	*A, мм*	*C, мм*	*D, мм*	*E, мм*	*F, мм*	*L, мм*	*H, мм*		*Масса, кг*
							100ºC	*250, 320ºC*	
25	72	25	50	9	6,5	66	323	490	5
50	115	45	95	12	8	140	348	515	12
80	150	75	130	12	8	160	366	533	16
100	168	90	145	12	8	160	375	542	22

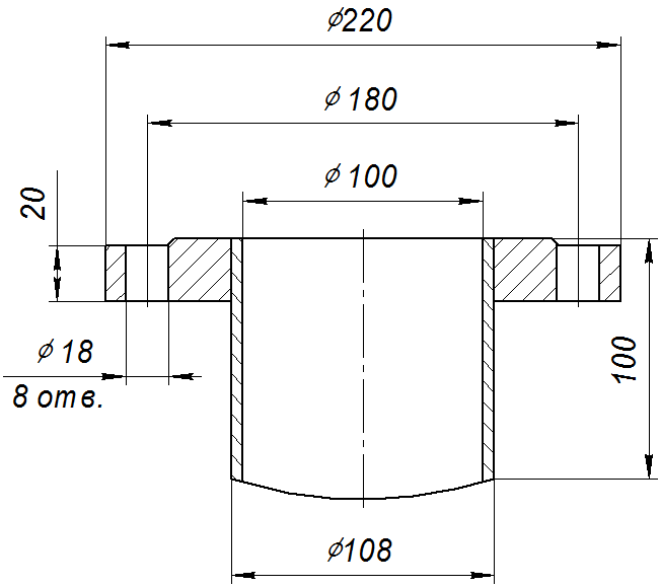
Рисунок В.8 - *Размеры преобразователей исполнения «сэндвич» на давление 16 МПа*

Приложение В



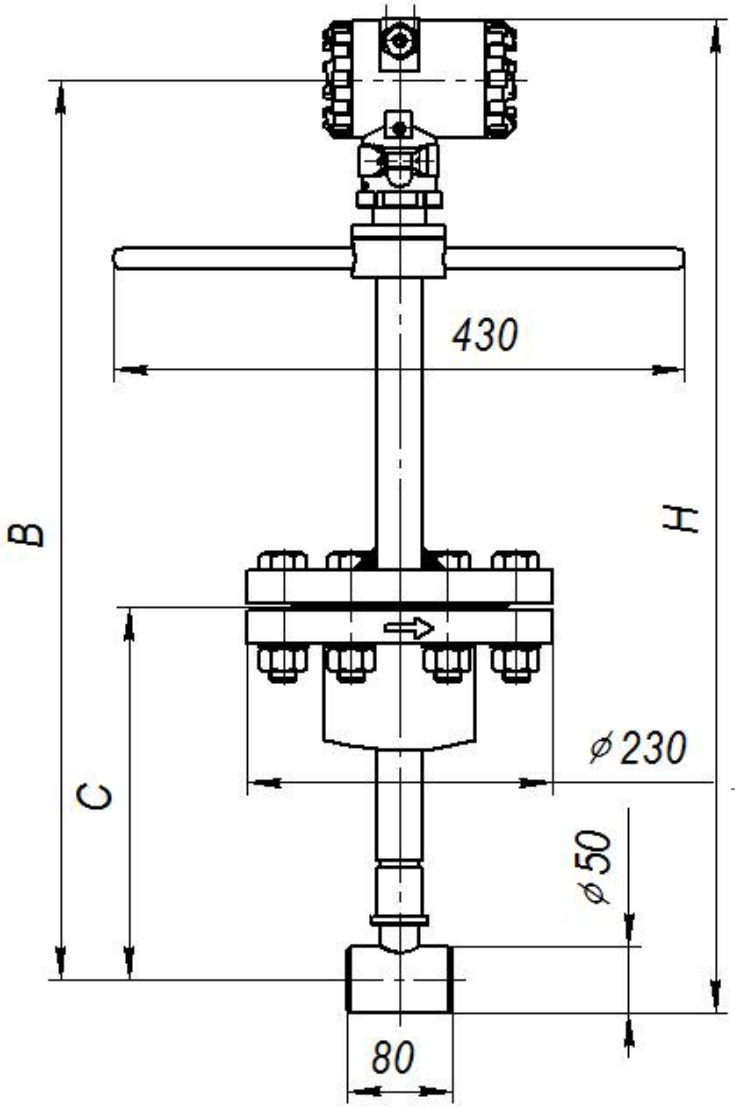
Ду, мм	B, мм	H, мм	C*, мм	Масса, кг
200 – 500	1160	1230	350	21
600 – 1100	1460	1530	350	22
1200 – 2000	1160	1230	350	21

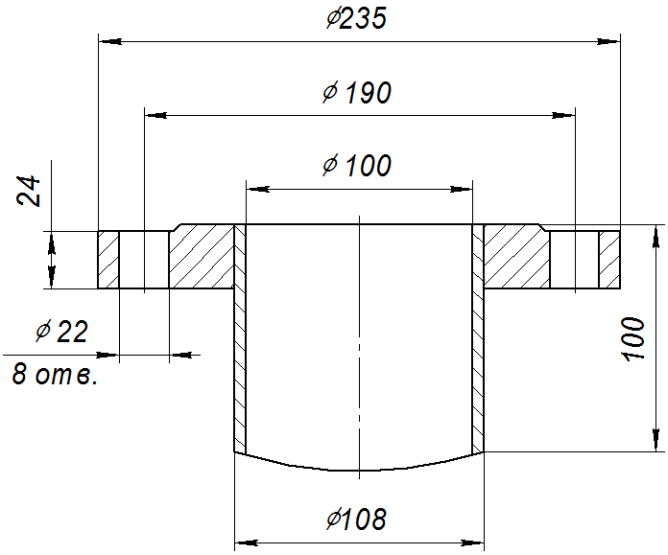
* C = 230 мм для монтажа методом «горячей врезки»



Размеры приварного патрубка на давление 1,6 МПа

Рисунок В.9 - *Размеры погружного преобразователя на давление 1,6 МПа*

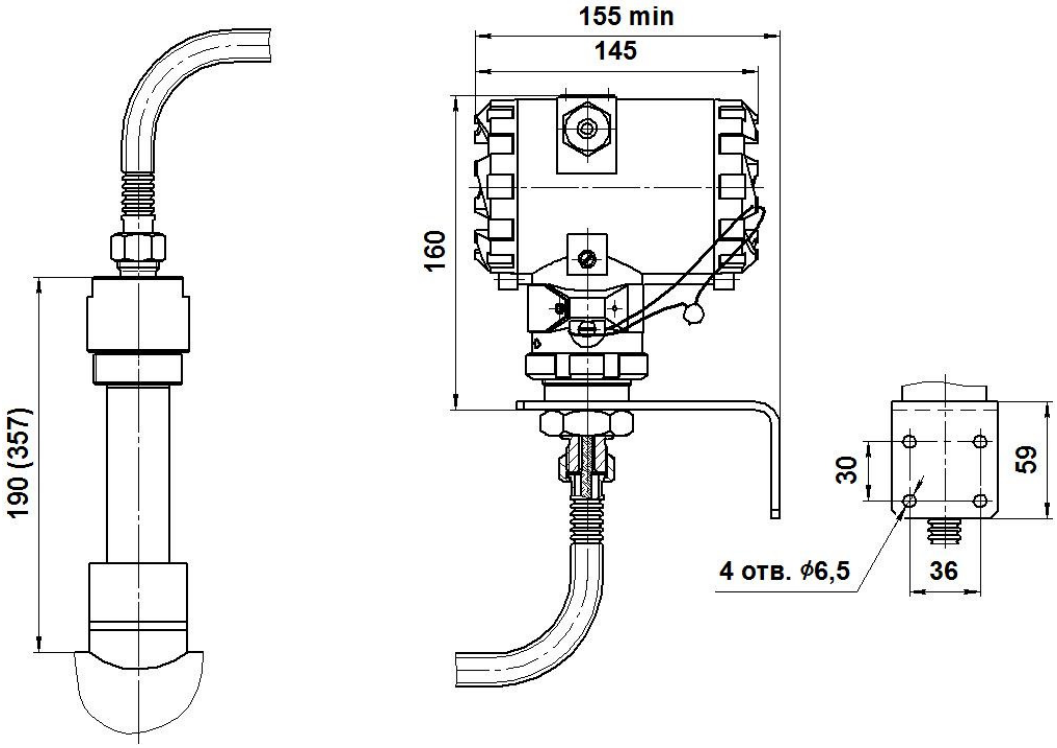




Размеры приварного патрубка на давление 2,5 и 4,0 МПа

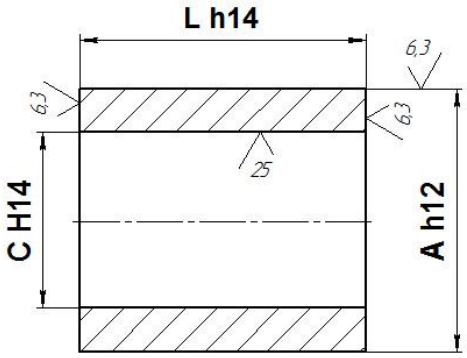
Ду, мм	B, мм	C, мм	H, мм	Мас-са, кг	Ду, мм	B, мм	C, мм	H, мм	Мас-са, кг	Ду, мм	B, мм	C, мм	H, мм	Мас-са, кг
300	740	265	810	19	600	1040	415	1110	20	1200	740	250	810	19
350		290			700		460			1400		270		
400		315			800		510			1600		300		
450		340			900		560			1800		320		
500		365			1000		610			2000		345		

Рисунок В.10 - *Размеры погружного преобразователя на давление 2,5 и 4,0 МПа*

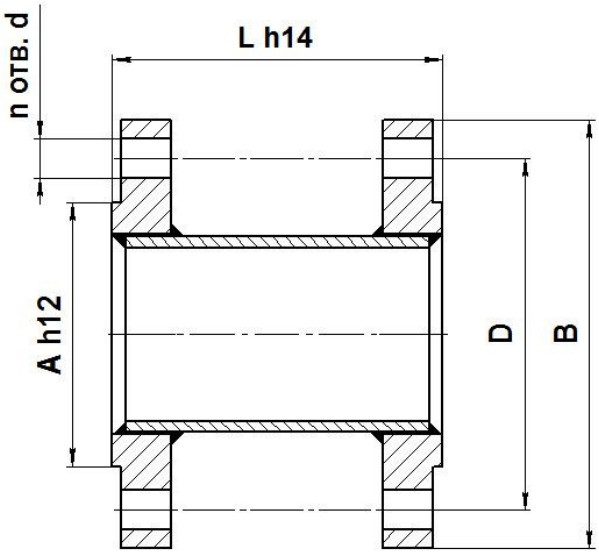


Размер в скобках – для температурных исполнений +250ºС и +320ºС

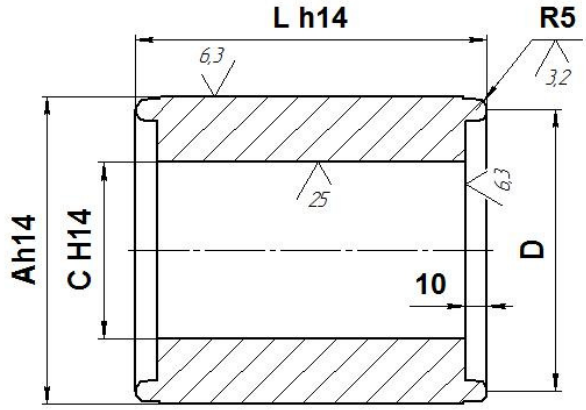
Рисунок В.11 - *Размеры преобразователей дистанционного исполнения. Остальные размеры см. Рис.* ***В.3 … В.8***



Исполнение "сэндвич" до 6,3 МПа



Фланцевое исполнение



Исполнение "ППД" и "сэндвич" свыше 20 МПа

Рисунок В.12 – *Размеры монтажных вставок см. Рис.* ***В.3 … В.6***

Приложение Г
(справочное)

Комплект монтажных частей (КМЧ)

Таблица Г.1 *Крепежные детали для преобразователей ЭВ-200 с типом соединения «С» до 6,3 МПа*

Ду, мм	Шпилька ГОСТ 9066-75				Гайка ГОСТ 9064-75		
	1,6–2,5 МПа	4 МПа	6,3 МПа	Кол-во	1,6–4 МПа	6,3 МПа	Кол-во
15	M12x140	M12x130	M16x150	4	M12 (S18)	M16 (S24)	8
25							
32	M16x150	M16x150	M20x160		M16 (S24)	M20 (S30)	
40	M16x160	M16x150	M20x170				
50	M16x180	M16x170	M20x190				
65	M20x220	M20x200	M24x240	8	M20 (S30)	M24 (S36)	16
80	M16x220	M16x200	M20x220		M16 (S24)	M20 (S30)	
100	M20x220	M20x220	M24x240		M20 (S30)	M24 (S36)	

Примечание: Кол-во шайб равно кол-ву гаек.

Таблица Г.2 *Крепежные детали для преобразователей ЭВ-200 с типом соединения «Ф», «ФР»*

Ду, мм	Болт ГОСТ 7798-70				Гайка ГОСТ 9064-75			
	1,6–2,5 МПа	4 МПа	6,3 МПа	Кол-во	1,6–2,5 МПа	4 МПа	6,3 МПа	Кол-во
15	M12x55	M12x55	M16x70	8	M12 (S18)	M12 (S18)	M16 (S24)	8
25								
32	M16x65	M16x65	M20x80		M16 (S24)	M16 (S24)	M20 (S30)	
40								
50	M16x70	M16x70	M20x85					
65				16				16
80	M16x75	M16x75	M20x90					
100	M20x80	M20x80	M24x100		M20 (S30)	M20 (S30)	M24 (S36)	
125	M24x100	M24x100	M27x110		M24 (S36)	M24 (S36)	M27 (S41)	
150			M30x130				M30 (S46)	
200	M24x105	M27x115		24		M27 (S41)		24
250	M27x115	M30x130	M36x150		M27 (S41)	M30 (S46)	M36 (S55)	
300		M30x140	M36x160	32				32

Примечание: Кол-во шайб равно удвоенному кол-ву гаек.

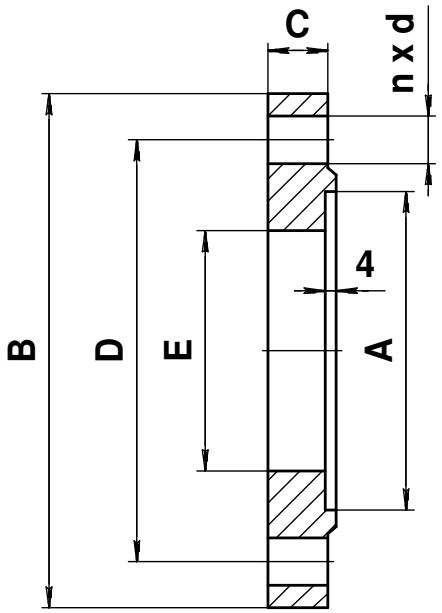


Рис. Г.1.1

PN=1,5 и PN=2,5 МПа

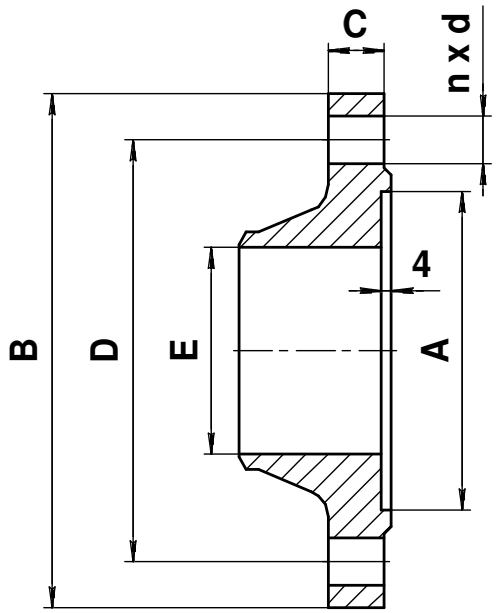


Рис. Г.1.2

PN=4,0 и PN=6,3 МПа

Рисунок Г.1 - *Размеры фланцев КМЧ для преобразователей ЭВ-200 с давлением ≤ 6,3 МПа, Ду ≤ 100мм*

Приложение Г

Таблица Г.3 *Размеры фланцев КМЧ для преобразователей ЭВ-200 с давлением ≤ 6,3 МПа, Ду ≤100мм*

Исполнение (Ду, мм)	Соед. с трубопр.	Давление Ру, МПа	Рис.	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	E, мм	n, шт	d, мм	Масса, кг
015	С	≤ 2,5	Г.1.1	65	115	16	85	19	4	14	1,0
		4	Г.1.2		115	14	85	15		14	1,1
		6,3			135	18	100	15		18	2,2
015	Ф	≤ 2,5	Г.1.1	39	95	14	65	19	4	14	0,7
		4	Г.1.2		95	14	65	15		14	0,75
		6,3		65	135	18	100	15		18	2,2
025	С, Ф, ФР	≤ 2,5	Г.1.1	65	115	16	85	33	4	14	1,1
		4	Г.1.2		115	14	85	25		14	1,1
		6,3			135	20	100	25		18	2,2
032	С, Ф, ФР	≤ 2,5	Г.1.1	72	135	18	100	39	4	18	1,7
		4	Г.1.2		135	16	100	31		18	1,8
		6,3			150	21	110	31		22	2,9
040	С, Ф	≤ 2,5	Г.1.1	80	145	19	110	46	4	18	2,1
		4	Г.1.2		145	16	110	38		18	2,1
		6,3			165	21	125	37		22	3,7
050	С, Ф, ФР	≤ 2,5	Г.1.1	90	160	21	125	59	4	18	2,7
		4	Г.1.2		160	17	125	48		18	2,7
		6,3			175	23	135	47		22	4,5
065	С	≤ 2,5	Г.1.1	105	230	25	190	78	8	22	6,7
		4	Г.1.2		230	23	190	66		22	8,6
		6,3			250	29	200	64		26	12,8
065	Ф	≤ 2,5	Г.1.1	105	180	21	145	78	8	18	3,1
		4	Г.1.2		180	19	145	66		18	3,6
		6,3			200	25	160	64		22	6,0
080	С, Ф, ФР	≤ 2,5	Г.1.1	120	195	23	160	91	8	18	4,0
		4	Г.1.2		195	21	160	78		18	4,6
		6,3			210	27	170	77		22	7,0
100	С, Ф, ФР	≤ 2,5	Г.1.1	140	230	25	190	110	8	22	5,7
		4	Г.1.2		230	23	190	96		22	6,8
		6,3			250	29	200	94		26	10,5

Приложение Г

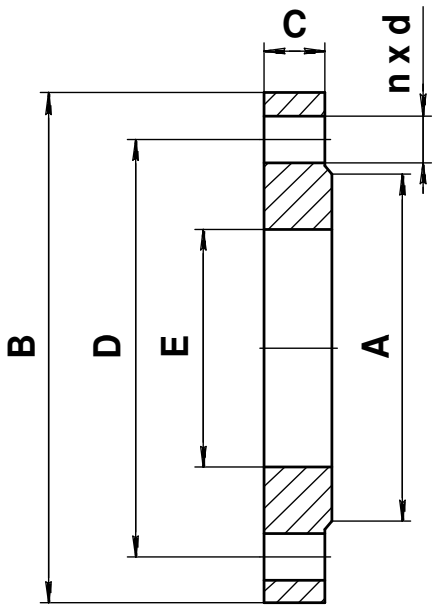


Рис. Г.2.1

PN=1,5 и PN=2,5 МПа

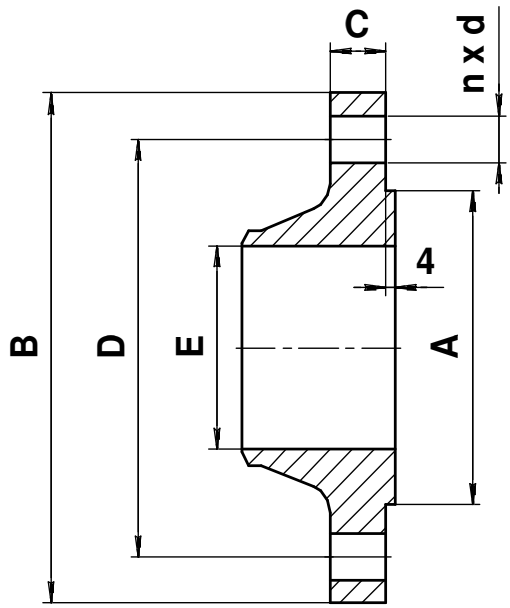


Рис. Г.2.2

PN=4,0 и PN=6,3 МПа

Рисунок Г.2 - *Размеры фланцев КМЧ для преобразователей ЭВ-200 с давлением ≤ 6,3 МПа, Ду >100мм*

Таблица Г.4 *Размеры фланцев КМЧ для преобразователей ЭВ-200 с давлением ≤ 6,3 МПа, Ду >100мм*

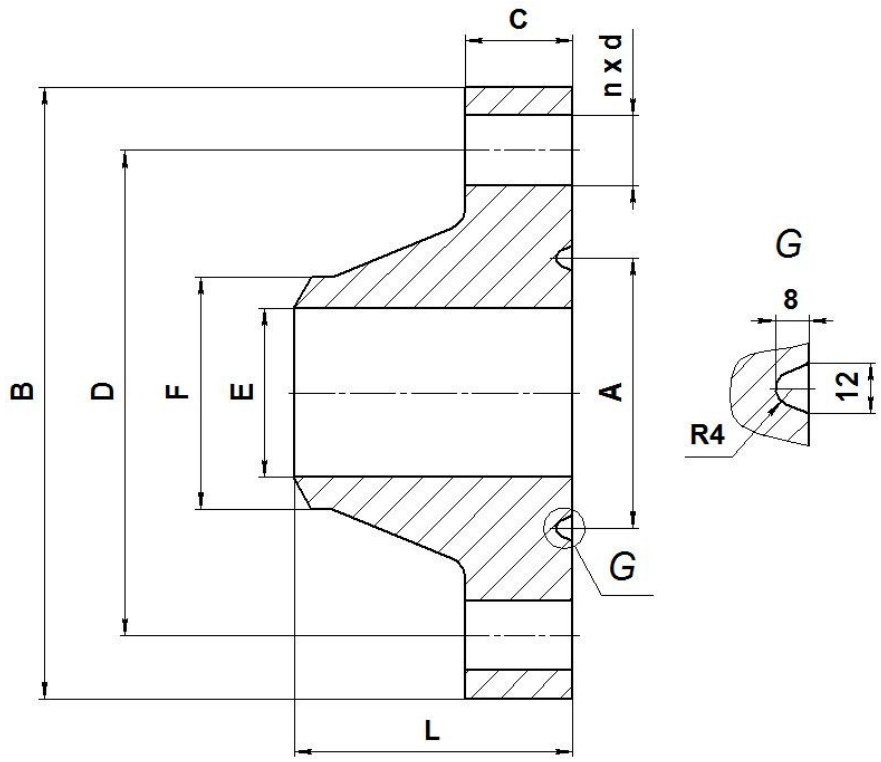
Исполнение (Ду, мм)	Соед. с трубопр.	Давление Ру, МПа	Рис.	A, мм	B, мм	C, мм	D, мм	E, мм	n, шт	d, мм	Масса, кг
125	Ф	≤ 2,5	Г.2.1	184	270	27	220	135	8	26	8,2
		4	Г.2.2	175	270	25	220	120		26	10,2
		6,3		175	295	32	240	118		30	17
150	Ф	≤ 2,5	Г.2.1	212	300	27	250	161	8	26	10,1
		4	Г.2.2	203	300	27	250	145		26	13,2
		6,3		203	340	35	280	142		33	25,4
200	Ф	≤ 2,5	Г.2.1	278	360	29	310	222	12	26	13,3
		4	Г.2.2	259	375	35	320	200		30	24
		6,3		259	405	41	345	200		33	38,5
250	Ф	≤ 2,5	Г.2.1	335	425	31	370	273	12	30	18,9
		4	Г.2.2	312	445	39	385	252		33	37,3
		6,3		312	470	45	400	246		39	53,8
300	Ф	≤ 2,5	Г.2.1	390	485	32	430	325	16	30	24
		4	Г.2.2	363	510	42	450	301		33	50,6
		6,3		363	530	50	460	294		39	74,6

Приложение Г

Таблица Г.5 *Крепежные детали для преобразователей исполнения «ППД» и «сэндвич» с давлением ≥ 20 МПа*

Типоразмер	***Шпилька***	***Гайка***	***Количество, шт.***		
			Фланцы	***Шпильки***	***Гайки***
50/10, 50/20, 50/25*, 50/35 50/50, 50/60, 50С	М24х260	М24-6Н (S36)	2	8	16
80/100*	М30х300	М30-6Н (S46)	2	8	16
80/20, 80/35 80/50, 80/150, 80С	М30х320	М30-6Н (S46)	2	8	16
100/200*	М36х340	М36-6Н (S55)	2	8	16
100/25, 100/50, 100/120 100/200, 100/300, 100С	М36х360	М36-6Н (S55)	2	8	16
150/500*	М42х420	М42-6Н (S65)	2	12	24

* Конструктивное исполнение 1



Типоразмер	***A, мм***	***B, мм***	***C, мм***	***D, мм***	***E, мм***	***F, мм***	***L, мм***	***n, шт***	***d, мм***	***Масса, кг***
50/10, 50/20, 50/35 50/50, 50/60, 50С	80	210	37	160	46	61	95	8	26	11
80/20, 80/35 80/50, 80/150, 80С	128	290	51	230	80	110	132	8	33	27
100/25, 100/50 100/120, 100/200	128	310	54	240	90	114	115	8	39	29
100/300, 100С	128	360	63	292	102	135	175	8	39	53
50/25*	64	210	37	160	46	61	95	8	26	11
80/100*	102	290	51	230	80	110	132	8	33	27
100/200*	121	310	54	240	90	114	115	8	39	29
150/500*	167	440	79	360	146	196	193	12	45	90

* Конструктивное исполнение 1

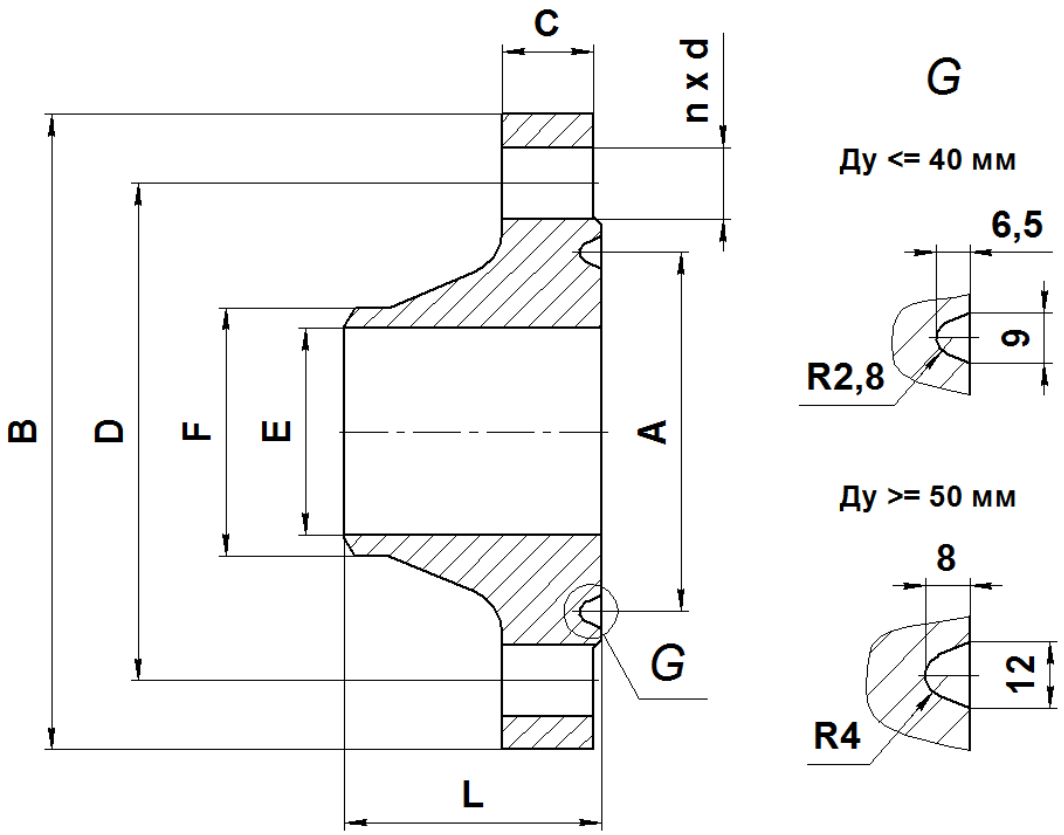
Рисунок Г.3 - *Размеры фланцев КМЧ для преобразователей исполнения «ППД» и «сэндвич» с давлением ≥ 20 МПа*

Таблица Г.6 *Материал фланцев КМЧ для преобразователей с давлением ≥ 20 МПа*

Максимальное давление, МПа	***Минимальная температура окружающей среды***	
	T ≥ -40 °C	***T < -40 °C***
20	Сталь 20	Сталь 09Г2С
25	Сталь 09Г2С	Сталь 09Г2С

Таблица Г.7 *Крепежные детали для преобразователей исполнения «сэндвич» с давлением 16 МПа*

Типоразмер	***Шпилька***	***Гайка***	***Количество, шт.***		
			Фланцы	***Шпильки***	***Гайки***
25	M16x180	M16-6H (S24)	2	4	8
50	M24x280	M24-6H (S36)	2	4	8
80	M24x320	M24-6H (S36)	2	8	16
100	M27x320	M27-6H (S41)	2	8	16



Типоразмер	***A, мм***	***B, мм***	***C, мм***	***D, мм***	***E, мм***	***F, мм***	***L, мм***	***n, шт***	***d, мм***	***Масса, кг***
25	50	135	22	100	25	33	58	4	18	2,5
50	95	195	27	145	45	58	78	4	26	6,3
80	130	230	33	180	75	90	93	8	26	10
100	145	265	37	210	92	110	103	8	30	15

Рисунок Г.4 - *Размеры фланцев КМЧ для преобразователей исполнения «сэндвич» с давлением 16 МПа*

Приложение Д
(справочное)

Инструкция по применению программы «ЭМИС - Интегратор»

Программа ***«ЭМИС - Интегратор»*** предназначена для опроса и настройки преобразователя по цифровому интерфейсу с помощью персонального компьютера (далее ПК). **Программу «ЭМИС - интегратор» можно скачать с нашего сайта http://www.emis-kip.ru.**

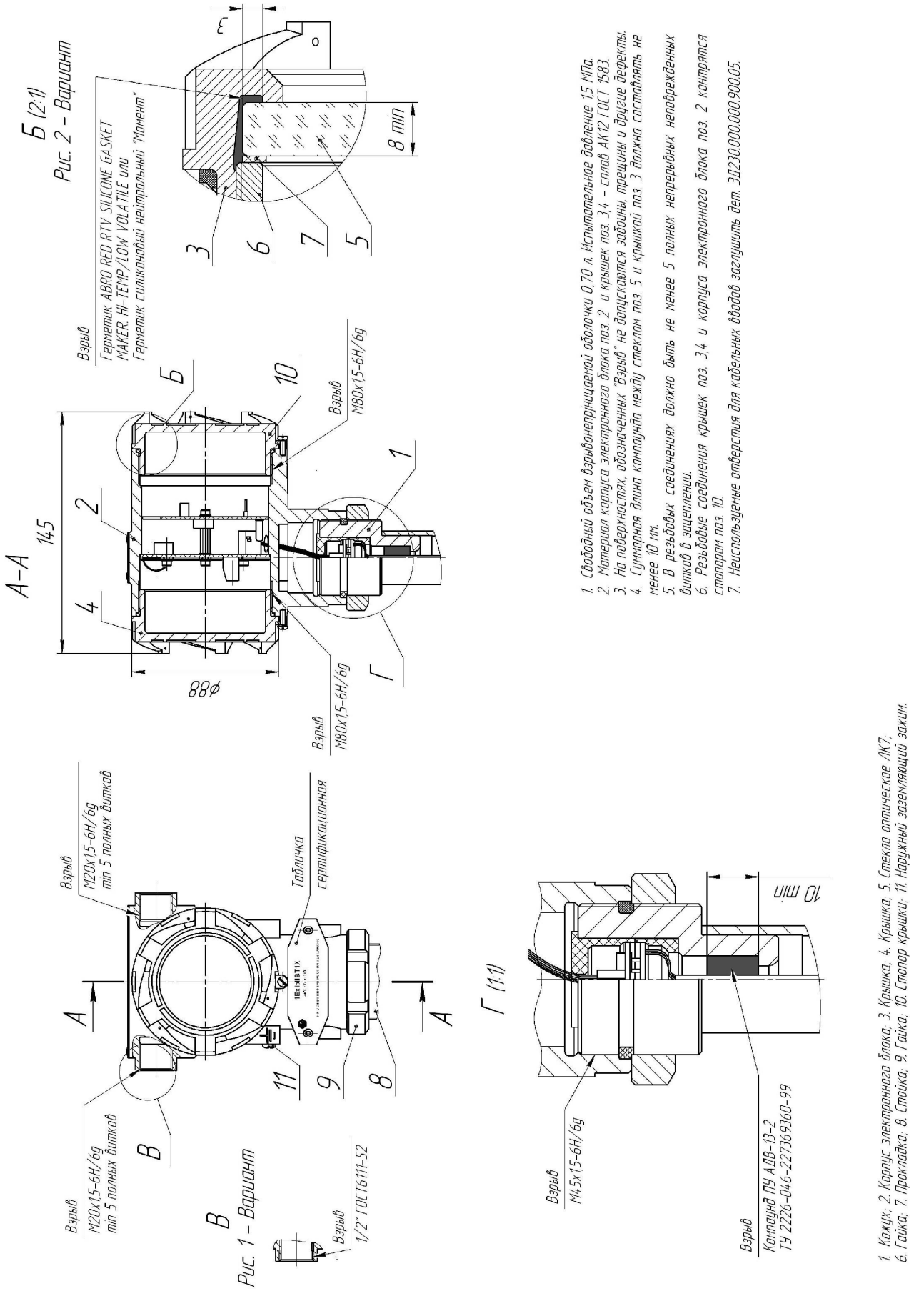
Более подробную информацию смотрите в справочной системе программы.

Для установки программы ***«ЭМИС - Интегратор»*** необходимо запустить файл «EMISSoftware_X_X_X.exe», где X.X.X - версия программного продукта ***(3.0.0 и старше)***. После запуска на экране монитора ПК появится окно мастера установки. Следуя инструкциям мастера, необходимо установить программу.

Для запуска программы необходимо выбрать пункт меню «**ПУСК> Программы> EMISSoftware> Интегратор X.X.X**».

Приложение Е
(обязательное)

Чертеж средств обеспечения взрывозащиты преобразователей исполнения Вн



Таблички сертификационные

"Искробезопасная электрическая цепь" уровня ib для смеси подгруппы IIB

Рис.3

Рис.4

Рис.5

"Искробезопасная электрическая цепь" уровня ib для смеси подгруппы IIC

Рис.6

Рис.7

Рис.8

"Взрывонепроницаемая оболочка" для смеси подгруппы IIC

Рис.9

Рис.10

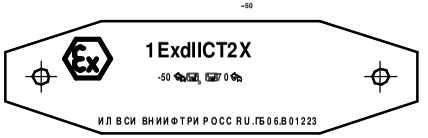


Рис.11

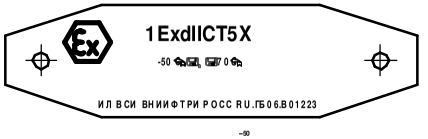


Рис.	*Код температурного исполнения преобразователя расхода*
3;6;9	*"320"; "460"*
4;7;10	*"250"*
5;8;11	*"100"*

Приложение Ж
(справочное)

Карта регистров цифровых протоколов
Для протокола «Modbus»

Протокол интерфейса практически полностью повторяет спецификации протокола Modbus RTU (Rev.G). Поддерживаются следующие функции:

***Таблица Ж.1** – Поддерживаемые функции*

Наименование команды (функции)	Код функции (HEX)	Код подфункции (HEX)
Стандартные команды:		
Чтение входных регистров	04	
Чтение регистров хранения	03	
Чтение идентификатора устройства	11	
Запись одиночного регистра	06	
Запись множественных регистров	10	
Диагностика	08	
Диагностические подфункции:		
Возврат данных запроса		00
Перезапуск опции коммуникации		01
Возврат диагностического регистра		02
Установка режима "Только слушания"		04
Сброс значений счетчиков и диагностического рег-ра		0A
Возврат общего количества сообщений шины		0B
Возврат общего количества ошибок связи шины		0C
Возврат общего количества ошибок исключения шины		0D
Возврат общего количества сообщений устройству		0E
Возврат общего количества не переданных ответов		0F
Возврат общего количества NAK устройства		10
Возврат количества состояний занятости устройства		11
Возврат количества перегрузок символами шины		12
Пользовательские команды:		
Провести тестирование канала развязки и АЦП датчика вихрей	41	
Ввод пароля	43	

Особенности выполнения отдельных функций будут указаны при их описании.

Функция 04h (чтение входных регистров)

Данную функцию можно использовать только для чтения входных регистров. Далее для описания формата регистров будут использоваться обозначения:

Int 16 - двоичное 16-битное число без знака

Float - двоичное 32-битное число в формате IEEE 754-2008

Int 32 - двоичное 32-битное число без знака

Регистры длиной более 16 бит размещаются по двум последовательно расположенным логическим адресам в порядке младшее слово, старшее слово. Формат запроса и ответа – стандартный.

Числа в формате Float состоят из четырех байтов, например число 0,01 в формате IEEE754 представляется как 3C23D70A. В данной реализации протокола для данного числа байты передаются в последовательности d7, 0a, 3c, 23.

Числа в формате Int 32 состоят из четырех байтов. В данной реализации протокола для числа 12d756a0h байты передаются в последовательности 56, a0, 12, d7.

Ограничение на длину запрашиваемого блока данных соответствует принятому в Modbus RTU, но для целей диагностики в данной реализации функции существует несколько специальных комбинаций адресов и количества запрашиваемых регистров, при которых расходомер, тем не менее, выдает запрашиваемую информацию, что не предусматривается стандартной реализацией протокола:

Адрес	Количество регистров	Содержимое
36145	512	Выборки сигнала датчика вихрей
37169	512	Выборки сигнала датчика ускорения
33073	512	Спектр мощности спектра датчика вихрей
34097	512	Выборки сигнала датчика вихрей после всех фильтров
38193	64	64-точечный спектр мощности датчика вибрации (акселерометра)

Значения спектра мощности могут находиться в диапазоне от 0 до 16383, значения выборок сигналов – в диапазоне от –32768 до 32767. При сокращении используемого числа точек преобразования Фурье (задаваемое регистром 40928) количество запрашиваемых значений должно пропорционально уменьшаться.

Примечание: из-за несинхронности поступления команд протокола Modbus и необходимости использования для внутренней обработки данных (устранение постоянной составляющей, наложение оконной функции) одного буфера в оперативной памяти, в сигналах датчиков возможно появление «ступенек» и видимых эффектов от частичного наложения оконной функции. Это не является признаком каких-либо неисправностей.

Функция 03h (чтение регистров хранения)

Данную функцию можно использовать только для чтения регистров хранения, формат запроса и ответа стандартный. По причине ограничений протокола максимальное количество регистров, которое может быть получено каждой командой, равно 126.

Функция 11h (чтение идентификатора устройства)

Запрос – стандартный.

Ответная посылка содержит:

Адрес

Код функции 11h

Количество байт - 12

Байт FFh

Индикатор включения FFh

Дополнительные данные - ASCII-строка «EV205 8.01». Цифры после «точки» обозначают порядковый номер версии.

Контрольная сумма CRC16

Функция 06h (запись одиночного регистра)

В связи с тем, что выполнение записи во флэш-память занимает некоторое время, обычно при получении данной команды производится отложенная запись, а до ее завершения при повторном получении подобных команд прибор отвечает состоянием «занят».

Функция 10h (запись множественных регистров)

В связи с тем, что выполнение записи во флэш-память занимает некоторое время, обычно при получении данной команды производится отложенная запись, а до ее завершения при повторном получении подобных команд прибор отвечает состоянием «занят». Из-за ограничений протокола максимальное количество регистров, которое может быть записано одной командой, равно 126. формат запроса и ответа стандартный.

Функция 08h (диагностика)

Запрос – стандартный.

Ответная посылка содержит:

Адрес

Код функции 08h

Код подфункции

Дополнительные данные. Содержимое зависит от выполняемой подфункции

Контрольная сумма CRC16

Функция 41h (провести самотестирование). В связи с относительно большим временем выполнения самотестирования, его результат в ответе не передается. Вместо этого он заносится в соответствующий бит диагностического регистра 30001, а при отказе АЦП или усилителя заряда влияет также на свечение светодиодного индикатора.

Запрос содержит:

Адрес

Код функции 41h

Контрольная сумма CRC16

Ответная посылка полностью совпадает с запросом.

Функция 43h (ввод пароля). Текущий уровень доступа (регистр 30046) после ввода данной команды может быть прочитан командой чтения входных регистров.

Запрос содержит:
Адрес
Код функции 43h
Пароль (число Int32) в порядке старший байт, … , младший байт (всего 4 байта)
Контрольная сумма CRC16
Ответная посылка содержит:
Адрес
Код функции 43h
Контрольная сумма CRC16

КАРТА РЕГИСТРОВ ПРОТОКОЛА MODBUS

Пояснения к таблицам.

Если для регистра не указан формат, такой регистр хранит 16-битное число без знака. Переменные в формате чисел с плавающей точкой (float) и 32-битные целые числа без знака (int32) занимают по два следующих подряд регистра. В этих случаях качестве адреса указывается регистр с меньшим номером.

Регистры хранения считываются функцией 03, модифицируются функциями 06 и 16 (10 Hex).

Входные регистры считываются функцией 04.

Уровни доступа кодируются следующим образом:

- уровень 0 – свободная модификация пользователем,
- уровни от 1 до 5 – возможность модификации после ввода пароля соответствующего или большего уровня или при включении переключателя SW1:1 на процессорной плате,
- уровень 6 – модификация только при включении переключателя SW1:1 на процессорной плате.

Для таблиц, содержащих параметры в формате числе с плавающей точкой, указывается адрес первого элемента таблицы, адрес каждого последующего элемента увеличивается на 2.

В тексте приняты сокращения: РУ – рабочие условия, НУ – нормальные условия.

Таблица Ж.2 - Входные регистры (input registers в терминологии протокола Modbus)

№, формат	Описание переменной
30001	Диагностический регистр. Единичные значения битов кодируют следующие ситуации: бит 0 сбой при чтении памяти данных (одиночные ошибки контрольной суммы) бит 1 выход расхода при РУ за метрологический диапазон бит 2 неисправность при самопроверке АЦП или при неисправности усилителя заряда. Данный бит "залипающий", после исчезновения неисправности он обнуляется только при выключении питания или после выполнения команды 65 (самопроверка) бит 3 нет связи с процессором HART бит 4 слишком низкое напряжение питания токовой петли бит 5 ток петли не соответствует аналоговому сигналу бит 6 обрыв датчика температуры бит 7 цепь датчика температуры короткозамкнута бит 8 неисправность датчика давления (ток менее 3,8 мА) бит 9 перегрузка входа датчика давления (ток более 21 мА) бит 10 частота на дискретном выходе может превысить 1200 Гц бит 11 вероятно наличие кавитации бит 12 вероятно хаотичное вихреобразование бит 13 выход за пределы температуры электроники бит 14 выход за пределы температуры электроники бит 15 амплитуда ускорения вибрации превышает 0,5g
30002 float	Температура измеряемой среды в градусах Цельсия. При отказе датчика температуры выводится установленное в регистре 40031 значение
30004 float	Температура плат блока электроники в градусах Цельсия. Точность измерения определяется встроенным в процессор MSP430 датчиком температуры и ориентировочно составляет ±5 ℃. Данный параметр не нормируется и используется только для контроля перегрева блока электроники.
30006 float	Давление измеряемой среды в МПа. При отказе датчика давления выводится установленное в регистре 40027 значение

№, формат	Описание переменной
30008 float	Вычисленная плотность в кг/м^3. При отказе датчика давления и/или температуры используется установленное в регистре 40023 значение
30010 float	Среднеквадратическое значение (амплитуда) сигнала после всех фильтров
20012 float	Расход объемный в м^3/ч
30014 float	Расход массовый в т/ч
30016 float	Частота вихреобразования в Гц
30018 float	Выходная частота дискретного выхода в Гц при работе в частотном и импульсном режимах
30020 float	Выходной ток аналогового выхода в мА
30022 int32	Накопленный объем в миллилитрах при РУ
30024 int32	Накопленный объем в кубометрах при РУ
30026 int32	Накопленная масса в граммах
30028 int32	Накопленная масса в тоннах
30030 int32	Обнуляемый сумматор объема при РУ в мл
30032 int32	Обнуляемый сумматор объема при РУ в м^3
30034 int32	Обнуляемый сумматор массы – г
30036 int32	Обнуляемый сумматор массы – т
30038 int32	Обнуляемый сумматор объема альтернативной среды при РУ – мл
30040 int32	Обнуляемый сумматор объема альтернативной среды при РУ – м^3
30042	Контрольная сумма метрологически значимых переменных
30043	Контрольная сумма программного кода
30044	Текущий код аналого-цифрового преобразования сигнала 4-20 мА от датчика давления
30045	Дисперсия спектра (критерий кавитации и случайного вихреобразования)
30046	Текущий уровень доступа. Может принимать значения от 0 (низкий) до 6 (при включении переключателя SW1:1 на плате процессора)
30047 float	Амплитуда ускорения вибрации (g)
30049 float	Частота вибрации. Регистр содержит значение спектральной составляющей с наибольшей амплитудой. Оцифровка сигнала акселерометра производится с той же частотой, что и сигнала датчика вихрей.
30051 float	Расход объемный в м^3/ч, приведенный к НУ

Таблица Ж.3 – Регистры хранения (holding registers в терминологии протокола Modbus)

№, формат	Описание переменной	Уровень доступа
40001	Адрес устройства в сети Modbus. Должен быть в диапазоне от 0 до 247 согласно спецификации протокола. Значение по умолчанию – 1.	2
40002	Скорость обмена данными по интерфейсу RS496. Кодируется следующим образом: 0 – 4800 бит/с, 1 – 9600 бит/с, 2 – 19200 бит/с, 3 – 38400 бит/с (значение по умолчанию)	2
40003	Порядковый (серийный) номер расходомера	6
40004	Вид измеряемой среды. Кодируется следующим образом: 0 – вода, 1 – жидкость №1, 2 – жидкость №2, 3 – жидкость №3, 4 – жидкость №4, 5 – насыщенный водяной пар, 6 – воздух, 7 – газ №1, 8 – газ №2, 9 – газ №3	3
40005	Условный диаметр проточной части в миллиметрах.	5
40006	Конфигурация режимов работы аналогового выхода. Младшие 4 бита кодируют первичную переменную, значение которой задает выходной ток: 0 - выход отключен 1 - объемный расход в $м^3$/ч 2 - объемный расход в $м^3$/ч, приведенный к НУ 3 - массовый расход в т/ч 4 - температура в градусах Цельсия 5 - давление в МПа Следующие три группы по 4 бита кодируют вторую, третью и четвертую динамическую переменную таким же образом, как и первичную, а также дополнительные параметры: 6 - объем в литрах при РУ: (от 0 до 1000) 7 - объем в кубометрах при РУ. Общий измеренный объем равен сумме объема в $м^3$ и объема в литрах 8 - масса в килограммах (от 0 до 1000) 9 - масса в тоннах. Общая измеренная масса равна сумме массы в тоннах и в килограммах	5
40007	Конфигурация режимов работы дискретного (частотно-импульсного) выхода: 0 - частотный выход объемного расхода с диапазоном от 0 до значения, установленного в регистре 40035. Диапазон частот всегда от 0 до 1000 Гц 1 - частотный выход расхода при НУ с диапазоном от 0 до значения, установленного в регистре 40035. Диапазон частот всегда от 0 до 1000 Гц 2 - частотный выход массового расхода с диапазоном от 0 до значения, установленного в регистре 40035. Диапазон частот всегда от 0 до 1000 Гц 3 - частотный выход абсолютного давления с диапазоном от значения, установленного в регистре 40033, до значения, установленного в регистре 40035, Диапазон частот всегда от 0 до 1000 Гц 4 - частотный выход температуры с диапазоном от значения, установленного в регистре 40033, до значения, установленного в регистре 40035, Диапазон частот всегда от 0 до 1000 Гц 5 - импульсный выход с ценой импульса в литрах, установленной в регистре 40039 6 - импульсный выход с ценой импульса в литрах при НУ, установленной в регистре 40039 7 - импульсный выход с ценой импульса в килограммах, установленной в регистре 40039	5

	8 - реле расхода (контакт нормально открытый), порог устанавливается в регистре 40903 9 - реле расхода (контакт нормально замкнут), порог устанавливается в регистре 40903 10 - объемный дозатор с величиной порции в миллилитрах, установленной в регистре 40903 11 - массовый дозатор с величиной порции в граммах, установленной в регистре 40903 Примечание: после установки режима работы необходимо проверить состояние бита 10 диагностического регистра 30001. Если он установлен в единицу, значит введенная цена импульса ниже минимально возможной, вследствие чего прогнозируемая максимальная частота на частотно-импульсном выходе превышает допустимое значение, равное 1200 Гц в частотном режиме и 500 Гц в импульсном режиме. В этом случае для режимов 5-7 следует ввести увеличенную цену импульса, после чего установку режима необходимо повторить. В противном случае работа дискретного выхода в импульсном режиме невозможна, а в частотном режиме возможна, но лишь до частоты 1200 Гц, после чего дальнейшее увеличение частоты прекращается.	
40008	Периодичность записи (в минутах) накопительных счетчиков, минимальных и максимальных зарегистрированных значений расхода, давления и температуры в архив. При нулевом значении запись не производится.	5
40009, 40010	Резерв	1
40011	Таймаут сброса счетчика дозатора в миллисекундах (от 1 до 65535). Установка нулевого значения данного параметра при работе дискретного выхода в режиме дозатора приводит к некорректной работе выхода.	1
40012	Периодичность выполнения самодиагностики в часах. При нулевом значении выполняется только при получении соответствующей команды по протоколам Modbus или HART. Результат заносится в диагностический регистр.	3
40013	Конфигурация программных заградительных фильтров. Биты имеют следующее назначение: бит 0 - включение заградительного фильтра на 50 Гц бит 1 - включение первого заградительного фильтра бит 2 - включение второго заградительного фильтра бит 3 - включение третьего заградительного фильтра бит 4 - включение четвертого заградительного фильтра биты 6-8- включение и установка длины медианного фильтра. При ненулевом значении данного поля включается медианный фильтр, длина буфера которого равна значению поля. Устанавливать нечетные значения (3, 5 или 7) бит 9 – отключение коррекции по числу Рейнольдса	1
40014	Включение программного амплитудного фильтра. Биты имеют следующее назначение: бит 0 - включение амплитудного фильтра бит 1 - включение адаптивного фильтра бит 2 - включение автоматического определения фазы среды. Алгоритм включает использование амплитудного фильтра бит 3 - включение использования таблиц вязкости бит 4 - включение использования таблиц плотности бит 5 - включение автоматической регулировки коэффициента усиления сигнала пьезодатчика	1
40015	Конфигурация датчика давления. Кодируется следующим образом: 0 - используется заданное "вручную" давление (МПа абс.) 1 – подключен датчик абсолютного давления в МПа 2 - подключен датчик абсолютного давления в кгс/см^2 3 - подключен датчик избыточного давления в Мпа. Для расчета абсолютного давления суммируется со значением, заданным в регистре 40029 4 - подключен датчик избыточного давления в кгс/см^2. Для расчета абсолютного давления суммируется со значением, заданным в регистре 40029	5
40016	Статическая характеристика датчика температуры. Кодируется следующим образом: 0 - используется заданная "вручную" температура (в ℃) 1 - Pt100 (W100 = 1.3850) 2 - 100П (W100 = 1.3910) 3 - 50М	3

№, формат	Описание переменной	Уровень доступа
40017	Порог отключения расходомера по амплитуде. Если амплитуда основной гармоники сигнала меньше данного значения, расход устанавливается равным нулю.	1
40018	Код АЦП, соответствующий току 20 мА от датчика давления. Данный регистр используется для точной калибровки аналого-цифрового преобразователя, который преобразует входной сигнал 4-20 мА от датчика давления	6
40019	Время демпфирования расхода в секундах (<= 10 сек)	1
40020	Порог предупреждения о паразитном вихреобразовании. Сравнивается с дисперсией спектра. Если при этом среднеквадратичное значение спектра (RMS) в допустимых пределах - то диагностируется хаотичное вихреобразование, если RMS больше допустимого – кавитация. В диагностическом регистре устанавливаются соответствующие биты состояния.	1
40021	Параметр, индицируемый в 1-й строке дисплея. Кодируется следующим образом: 1 - циклически с периодом 2 с выводятся все параметры, перечисленные далее для кодов 2-9 2 - текущее значение объемного расхода в м^3/ч 3 - текущее значение объемного расхода, приведенного к НУ, в м^3/ч 4 - текущее значение массового расхода в т/ч 5 - температура измеряемой среды, °С 6 - температура плат блока электроники, °С 7 - давление измеряемой среды, МПа 8 - процентное отношение значения объемного расхода к номинальному (паспортному) диапазону измерения 9 - буква «Е», пробел и содержимое диагностического регистра в шестнадцатеричном формате	1
40022	Параметр, индицируемый во 2-й строке дисплея. Кодируется следующим образом: 1 - циклически с периодом 2 с выводятся все параметры, перечисленные далее для кодов 2-8 2 - накопленный расход, м^3 3 - накопленный расход, приведенный к НУ, м^3 4 - накопленный массовый расход, т 5 - значение тока в токовой петле, мА 6 - значение частоты на дискретном выходе, Гц 7 - контрольная сумма программы в шестнадцатеричном формате, знак «минус» и контрольная сумма метрологически значимых данных в том же формате 8 - буква «Е», пробел и содержимое диагностического регистра в шестнадцатеричном формате	1
40023 float	Заданная плотность для РУ в кг/м^3. Используется при отсутствии или неисправности датчиков давления и/или температуры, а также при запрете в регистре 40014 использования таблиц «температура-плотность»	3
40025 float	Заданная плотность для НУ в кг/м^3. Используется при отсутствии или неисправности датчиков давления и/или температуры	3
40027 float	Заданное давление. Используется при отсутствии или неисправности датчика давления	3
40029 float	Атмосферное давление в МПа	1
40031 float	Заданная температура. Используется при отсутствии или неисправности датчика температуры	3
40033 float	Нижний предел диапазона измерения параметра для частотно-импульсного выхода	5
40035 float	Верхний предел диапазона измерения параметра для частотно-импульсного выхода	5
40037 float	Порог отключения расходомера по минимальному расходу в м^3/ч. Если вычисленный расход меньше данного значения, он принудительно устанавливается равным нулю.	3
40039 float	Цена выходного импульса в литрах или килограммах. Используется при работе частотного выхода в режиме вывода данных об объемном или массовом расходе	2
40041 float	Основной К-фактор, л	6
40055 float	Минимальное зафиксированное давление измеряемой среды в МПа	3
40057 float	Максимальное зафиксированное давление измеряемой среды в МПа	4

№, формат	Описание переменной	Уровень доступа
40059 float	Минимальный зафиксированный объемный расход в $м^3$/ч	3
40061 float	Максимальный зафиксированный объемный расход в $м^3$/ч	3
40063 float	Максимальная зафиксированная температура среды в градусах Цельсия	4
40065 float	Сдвиг нуля датчика температуры в градусах Цельсия. Используется для корректировки статической характеристики подключенного преобразователя	5
40067 float	Нижний предел датчика давления в естественных единицах, то есть тех единицах, которые определяются регистром 40015	3
40069 float	Верхний предел датчика давления в естественных единицах	3
40071 float	Значение динамической вязкости в мПа·с, заданное вручную. Используется при расчете числа Рейнольдса в случае, если использование таблиц вязкости запрещено регистром 40014	3
40073, 40074	*Для записи временных значений (например, номер цеха, трубы и т.д.)*	0
40075 float	Нижняя частота заграждающего фильтра 1. Все частоты задаются в Герцах	1
40077 float	Нижняя частота заграждающего фильтра 2	1
40079 float	Нижняя частота заграждающего фильтра 3	1
40081 float	Нижняя частота заграждающего фильтра 4	1
40083 float	Верхняя частота заграждающего фильтра 1	1
40085 float	Верхняя частота заграждающего фильтра 2	1
40087 float	Верхняя частота заграждающего фильтра 3	1
40089 float	Верхняя частота заграждающего фильтра 4	1
40091 float	Коэффициент пропускания заграждающего фильтра 1. Все программные фильтры имеют П-образную амплитудно-частотную характеристику. Все коэффициенты пропускания задаются в процентах от 0 до 100. В случае перекрытия диапазонов частот заграждения результирующий коэффициент в перекрывающейся части диапазона равен произведению коэффициентов пропускания в процентах, деленному на 100. Для предотвращения полного блокирования прохождения полезного сигнала коэффициент пропускания ограничен минимальным значением 1%.	1
40093 float	Коэффициент пропускания заграждающего фильтра 2	1
40095 float	Коэффициент пропускания заграждающего фильтра 3	1
40097 float	Коэффициент пропускания заграждающего фильтра 4	1
40099 float	Коэффициент C квадратного уравнения амплитудного фильтра для жидкостей – отсечка снизу. Уравнение имеет вид $y=Ax^2+Bx+C$, где x – измеренное значение частоты вихреобразования, y– вычисленное значение, характеризующее амплитуду сигнала. В норме вычисленное значение должно находится между значениями «отсечка снизу» и «отсечка сверху»	3
40101 float	Коэффициент B квадратного уравнения амплитудного фильтра для жидкостей – отсечка снизу	3
40103 float	Коэффициент A квадратного уравнения амплитудного фильтра для жидкостей – отсечка снизу	3
40105 float	Коэффициент C квадратного уравнения амплитудного фильтра для жидкостей – отсечка сверху	3
40107 float	Коэффициент B квадратного уравнения амплитудного фильтра для жидкостей – отсечка сверху	3
40109 float	Коэффициент A квадратного уравнения амплитудного фильтра для жидкостей – отсечка сверху	3

№, формат	Описание переменной	Уровень доступа
40111 float	Нижняя частота амплитудного фильтра для жидкостей	3
40113 float	Верхняя частота амплитудного фильтра для жидкостей	3
40115 float	Коэффициент C квадратного уравнения амплитудного фильтра для газов – отсечка снизу	3
40117 float	Коэффициент B квадратного уравнения амплитудного фильтра для газов – отсечка снизу	3
40119 float	Коэффициент A квадратного уравнения амплитудного фильтра для газов – отсечка снизу	3
40121 float	Коэффициент C квадратного уравнения амплитудного фильтра для газов – отсечка сверху	3
40123 float	Коэффициент B квадратного уравнения амплитудного фильтра для газов – отсечка сверху	3
40125 float	Коэффициент A квадратного уравнения амплитудного фильтра для газов – отсечка сверху	3
40127 float	Нижняя частота амплитудного фильтра для газов	3
40129 float	Верхняя частота амплитудного фильтра для газов	3
40131-40134	Резерв	0
40135 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 0. Таблица должна содержать пары значений «температура, вязкость». Вязкость должна быть введена в кг/м·с. Значения температуры должны монотонно возрастать с увеличением порядкового номера регистра. Значения вязкости, соответствующие промежуточным значениям температуры, вычисляются методом линейной интерполяции	3
40167 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 1. Единица измерения вязкости – мПа·с, температура задается в °C.	3
40198 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 2	3
40231 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 3	3
40263 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 4	3
40295 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 5	3
40327 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 6	3
40359 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 7	3
40391 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 8	3
40423 float	Таблица динамической вязкости в зависимости от температуры для среды с кодом 9	3
40455 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 0. Формат таблицы такой же, как и для таблиц «температура-вязкость». Плотность должна быть введена в кг/м^3. Примечание. Среда с кодом 0 – это вода. Поскольку для воды плотность вычисляется аналитически, данная таблица в действительности не используется.	3
40487 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 1	3
40519 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 2	3
40551 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 3	3
40583 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 4	3

№, формат	Описание переменной	Уровень доступа
40615 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 5. Поскольку для насыщенного водяного пара плотность вычисляется аналитически, данная таблица в действительности не используется.	3
40647 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 6. Поскольку вычисление плотности для газов производится аналитически, данная область адресов фактически не используется.	3
40679 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 7. Поскольку вычисление плотности для газов производится аналитически, данная область адресов фактически не используется.	3
40711 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 8. Поскольку вычисление плотности для газов производится аналитически, данная область адресов фактически не используется.	3
40743 float	Таблица плотности в зависимости от температуры для среды с кодом 9. Поскольку вычисление плотности для газов производится аналитически, данная область адресов фактически не используется.	3
40775 float	Таблица коррекции в зависимости от числа Рейнольдса. Таблица состоит из 8 пар значений «число Рейнольдса – поправка в %». Поправка при промежуточных значениях рассчитывается методом линейной интерполяции.	3
40807 float	Таблица коррекции в зависимости от расхода для жидкостей. Таблица состоит из 10 пар значений «нормированная частота – поправка в %». Поправка при промежуточных значениях частоты рассчитывается методом линейной интерполяции. Нормированная частота равна отношению частоты вихреобразования к значению содержимого регистра 40887. Значения нормированных частот должны увеличиваться с ростом номера регистра и все должны различаться.	5
40847 float	Таблица коррекции в зависимости от расхода для газов. Таблица состоит из 10 пар значений «нормированная частота – поправка в %». Поправка при промежуточных значениях частоты рассчитывается методом линейной интерполяции. Нормированная частота равна отношению частоты вихреобразования к значению содержимого регистра 40887. Значения нормированных частот должны увеличиваться с ростом номера регистра и все должны различаться.	5
40887 float	Верхний предел диапазона частот вихреобразования в Герцах.	5
40889-40892	Резерв	1
40893 int32	Пароль уровня 1. Для обеспечения возможности ручного ввода паролей с клавиатуры дисплейной платы максимальное значение пароля должно быть не более 999999999.	1
40895 int32	Пароль уровня 2. Для обеспечения возможности ручного ввода паролей с клавиатуры дисплейной платы максимальное значение пароля должно быть не более 999999999.	2
40897 int32	Пароль уровня 3. Для обеспечения возможности ручного ввода паролей с клавиатуры дисплейной платы максимальное значение пароля должно быть не более 999999999.	3
40899 int32	Пароль уровня 4. Для обеспечения возможности ручного ввода паролей с клавиатуры дисплейной платы максимальное значение пароля должно быть не более 999999999.	4
40901 int32	Пароль уровня 5. Для обеспечения возможности ручного ввода паролей с клавиатуры дисплейной платы максимальное значение пароля должно быть не более 999999999.	5
40903 int32	Величина порции дозатора в граммах или миллилитрах. Единица измерения определяется режимом работы дискретного выхода (регистр 40007).	1
40913 int32	Обнуляемый счетчик – миллилитры.	1
40915 int32	Обнуляемый счетчик – метры кубические	1
40917 int32	Обнуляемый счетчик массы – граммы.	1
40919 int32	Обнуляемый счетчик массы – тонны	1
40921 int32	Обнуляемый счетчик альтернативной среды – миллилитры	1

№, формат	Описание переменной	Уровень доступа
40923 int32	Обнуляемый счетчик альтернативной среды – метры кубические	1
40925	Регистр отключения отдельных функций. Установка бита в единицу отключает следующие функции: бит 0 – отключение аналогового выхода (на токовом выходе 4 мА) бит 1 – отключение частотного выхода (нормально открытое состояние) бит 2 – отключение входа 4-20 мА бит 3 – отключение входа термопреобразователя бит 4 – отключение функции вычисления плотности при РУ. Используется значение, заданное в регистре 40023 бит 5 – отключение использования коэффициента преобразования расхода (регистра 400051). Установлен по умолчанию для полнопроходных ЭВ-200 и сброшен для погружных ЭВ-205.	5
40926 float	Аддитивная поправка к показаниям датчика температуры плат. Для получения действительного значения температуры плат введенное в этот регистр значение вычитается из измеренного.	6
40928	Количество точек быстрого преобразования Фурье, используемого для расчета частоты полезного сигнала. Кодируется двумя битами следующим образом: D1 D0 0 0 1024 точки, 0 1 512 точек, 1 0 256 точек, 1 1 128 точек. Биты D2-D15 не используются.	5
40929 float	Максимальная зафиксированная температура электроники в градусах Цельсия	4
40931 float	Минимальная зафиксированная температура электроники в градусах Цельсия	4
40933 float	Порог амплитуды, используемый в алгоритме определения кавитации и паразитного вихреобразования	3
40937 float	Стандартная температура, используемая при вычислении плотности газа	3
40939 float	Стандартное давление, используемое при вычислении плотности газа	3

Приложение Ж

Карта регистров цифровых протоколов
Для протокола «HART»

Протокол интерфейса HART соответствует спецификации протокола. Отличия описаны в примечаниях в колонке «Данные ответа». Значения в кавычках являются константами в десятичном представлении.

Уровень доступа может изменяться подачей специальной по протоколу Modbus, вводом пароля соответствующего уровня с клавиатуры дисплейной платы или включением микропереключателя SW1:1 на плате процессора (внутри корпуса Преобразователя).

Команда 5 предназначена для записи параметров на предприятии-изготовителе, поэтому разрешена только при уровне доступа 6. После нее команду 39 выполнять не нужно.

Изменение адреса опроса выполняется командой 6 при любом уровне доступа и также не требует выполнения команды 39.

Таблица Ж.4 *– Команды HART*

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
0 Чтение уникального идентификатора	—	Байт 0 Код типа датчика (“66”) Байт 1 кол-во преамбул (“5”) Байт 2 ревизия универсальных команд (“2”) Байт 3 ревизия device-specific команд (“1”) Байт 4 версии программного обеспечения (“1”) Байт 5 аппаратные версии (“1”) Байт 6 флаги функций устройства Байт 7-9 номер сборки (Modbus регистр #40003)
1 Чтение первой переменной	—	Байт 0 PV - код единиц измерения Байт 1-4 первая переменная
2 Считывание текущего значения тока и процентов от диапазона.	—	Байт 0-3 значение тока (mA) Байт 4-7 процент от диапазона
3 Чтение текущего значения тока и четырех (предустановленных) динамических переменных	—	Байт 0-3 значение тока (mA) Байт 4 PV - код единиц измерения Байт 5-8 первая переменная Байт 9 SV - код единиц измерения Байт 10-13 вторая переменная Байт 14 TV - код единиц измерения Байт 15-18 третья переменная Байт 19 FV - код единиц измерения Байт 20-23 четвертая переменная Все динамические переменные задаются в регистре #40006 протокола Modbus
4 Чтение текущего значения статистических данных (Блок 0). Чтение сообщения.	Байт 0 номер блока (“0”)	Байт 0 Номер блока (“0”) Байт 1-24 Сообщение
4 Чтение общих статистических данных (блок 1): чтение тега, дескриптора, данных	Байт 0 номер блока (“1”)	Байт 0 номер блока (“1”) Байт 1-6 тег Байт 7-18 дескриптор Байт 19-21 данные Байт 22-24 “250”
4 Чтение общий статистических данных (Блок 2): чтение информации датчика.	Байт 0 номер блока (“2”)	Байт 0 номер блока (“2”) Байт 1-3 серийный номер датчика (“0”) Байт 4 единицы кода датчика (“252”) Байт 5-8 верхний предел датчика Байт 9-12 нижний предел датчика Байт 13-16 минимальный диапазон (0) Байт 17-24 “250” В качестве верхнего и нижнего пределов сенсора выводятся те же значения, что и для расходомера (см. команда 4, блок 3)

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
4 Чтение общий статистических данных (Блок 3): чтение выходной информации.	Байт 0 номер блока (“3”)	Байт 0 номер блока (“3”) Байт 1 Выбор кода сигнала (“0”) Байт 2 код передаточной функции (“0”) Байт 3 PV/диапазон единиц кода Байт 4-7 верхний предел диапазона Байт 8-11 нижний предел диапазона Байт 12-15 значение демпфирования (секунды) Байт 16 защита от записи кода (“1” - Защита включена, “0” - защита выключена) Байт 17-24 “250” Защита записи включена, если текущий уровень доступа ниже 3.
5 Запись общих статистических данных (блок 0). Запись сообщения.	Байт 0 номер блока (“0”) Байт 1-24 сообщение	как в команде
5 Запись общих статистических данных (блок 1): чтение тега, дескриптора, данных	Байт 0 номер блока (“1”) Байт 1-6 тег Байт 7-18 дескриптор Байт 19-21 данные Байт 22-24 “250”	как в команде
5 Запись общих статистических данных (блок 1):Запись окончательного номера сборки.	Байт 0 номер блока (“4”) Байт 1-3 окончательный номер сборки Байт 4-24 “250”	как в команде Изменение серийного номера возможно только при уровне доступа 6. Серийный номер хранится в регистре 40003 и может иметь значение от 0 до 65535. При вводе большего значения старшие двоичные разряды будут утеряны и сохранятся как равные нулю.

Таблица Ж.5 - *Команды HART Common-practice*

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
33 Чтение переменных передатчика	Байт 0 трансмиттер переменная код для слота 0 Байт 1 трансмиттер переменная код для слота 1 Байт 2 трансмиттер переменная код для слота 2 Байт 3 трансмиттер переменная код для слота 3	Байт 0 код переменной трансмиттера слота 0 Байт 1 - код единиц измерения для слота 0 Байт 2-5 переменной для слота 0 Байт 6 код переменной трансмитера слота 1 Байт 7 - код единиц измерения слота 1 Байт 8-11 переменной для слота 1 Байт 12 код переменной трансмиттера слота 2 Байт 13 - код единиц измерения слота 2 Байт 14-17 переменной для слота 2 Байт 18 код переменной трансмиттера слота 3 Байт 19 - код единиц измерения слота 3 Байт 20-23 переменной для слота 3 Кодировка переменных – см. описание протокола Modbus, регистр #40006
34 Запись значений демпфирования	Байт 12-15 демпфирование значение (в секундах)	как в команде
34 Сброс конфигурации Смена флага	-	-
39 EEPROM контроль	Байт 0 EEPROM Контрольный код “0” – burn EEPROM “1” – copy EEPROM в RAM	как в команде
40 Вход/выход из текущего режима	Байт 0-3 ток (mA) If 0 – exit fixed current mode	как в команде Допускается задание фиксированного тока в диапазоне от 3,8 до 21 мА

Номер команды и функция	Данные команды	Данные ответа
41 Выполнение самопроверки	none	none Результат самопроверки отображается светодиодным индикатором и соответствующим битом диагностического регистра
42 Выполнение общего сброса	none	none
45 Отсечка DAC нуля	Байт 0-3 измеряемый ток (mA)	как в команде
46 Отсечка DAC усиления	Байт 0-3 измеряемый ток (mA)	как в команде

Приложение И
(обязательное)

Перечень средств измерений, используемых при поверке

Таблица И.1 *- Перечень средств измерений и вспомогательного оборудования, используемого при определении погрешности преобразователей на расходомерной установке*

Наименование	***Тип***	***Технические характеристики***
1. Термометр ртутный стеклянный лабораторный	ТЛ ГОСТ 28849-90	Пределы измерения 0 – 55 °С, цена деления шкалы 0,1 °С
2. Источник питания постоянного тока – 2 шт.	Б5-45 ЕЭ3.233.219 ТУ	Верхний предел напряжения постоянного тока 49,9 В, ток до 100 мА.
3. Частотомер электронно-счетный	Ч3-88 по ТУ BY 100039847.076-2006	диапазон частот входных сигналов от 0,1 Гц до 200 МГц
4.Секундомер	СТЦ-1 ТУ25-07.1353-77	Погрешность измерения ± 0,1 секунд.
5. Персональный компьютер		Персональный компьютер с установленной ОС Windows 95/98/2000, программой «ЭМИС Интегратор» и наличием свободного COM – порта.
6. Поверочная установка	УПСЖ 100/ВМ ТУ 4381-001-55749794-2002	Диапазон расхода от 0,03 до 100 $м^3$/ч, основная относительная погрешность измерения методом сличения не более ±0,25 %, объемно-весовым методом – не более ±0,05 %.
7. Установка поверочная расходомерная для счетчиков газа	УПСГ	Диапазон расхода от 1 до 4000 $м^3$/ч. Основная относительная погрешность при измерении объема воздуха не более ± 0,35 %.

Примечание - Допускается использовать средства поверки, не предусмотренные настоящим перечнем, при условии, что их технические и метрологические характеристики не уступают указанным. Средства измерения должны быть поверены и иметь отметки в формулярах или паспортах.

***Таблица И.2** - Перечень средств измерений и вспомогательного оборудования, используемого при определении погрешности преобразователей имитационным методом*

Наименование	*Тип*	*Технические характеристики*
1. Термометр ртутный стеклянный лабораторный	ТЛ ГОСТ 28849-90	Пределы измерения 0 – 55 °С, цена деления шкалы 0,1 °С
2. Источник питания постоянного тока	Б5-44 ТУ 3.233.219	Верхний предел напряжения постоянного тока 49,9 В, ток до 100 мА.
3. Частотомер электронно-счетный	Ч3-88 по ТУ BY 100039847.076-2006	диапазон частот входных сигналов от 0,1 Гц до 200 МГц
4.Секундомер	СТЦ-1 ТУ25-07.1353-77	Погрешность измерения ± 0,1 секунд.
5.Микрометры рычажные	0-25 и 25-50 ТУ 2-034-227-87	Погрешность измерения не более ± 0,01 %
6.Штангенциркуль электронный	ЩЦЦ-150 ГОСТ 166-89	Погрешность измерения не более ± 0,03 %
7.Генератор сигналов	Г6-27 ГОСТ 22261-94	Диапазон частот 0,3Гц...3 МГц, стабильность не менее 0,05 %
8.Вольтметр цифровой	В7-65/5	Пределы измерений от (0-0,05) до 1000 В, класс точности 0,02 % + 5 ед.мл. разряда.
9.Магазин сопротивлений	Р4831	Сопротивление до 1000 Ом, относительная погрешность задания сопротивления не более ± 0,05 %.
10.Персональный компьютер	ПК - IBM совместимый	Компьютер с ОС Windows 95/98/2000/XP/Vista/7 и установленной программой «ЭМИС-Интегратор» и наличием свободного COM или USB порта и линейного выхода.
11.Осциллограф	С1-117/1 ТГ2.044.016ТУ	Диапазон не менее 100 кГц, чувствительность не менее 10 mV/дел.
12. Преобразователь интерфейса RS485 / USB	ЭМИС-СИСТЕМА 750	
13.Комплект кабелей для имитационной поверки	ЭВ200.КИП	

Примечание - Допускается использовать средства поверки, не предусмотренные настоящим перечнем, при условии, что их технические и метрологические характеристики не уступают указанным. Средства измерения должны быть поверены и иметь отметки в формулярах или паспортах.

Приложение К
(обязательное)

Настройка погружного преобразователя расхода согласно условиям применения

Для настройки погружного преобразователя на фактическое значение внутреннего диаметра трубопровода необходимо либо перенастроить сам преобразователь с помощью программы «ЭМИС-Интегратор» (одноразовая операция), либо пересчитать значение цены импульса на частотно-импульсном выходе преобразователя и значение максимального расхода, которому соответствует верхний предел токового выходного сигнала преобразователя. Для этого необходимо рассчитать значение поправочного коэффициента для приведения расхода датчика к расходу при фактическом диаметре трубопровода. Этот расчет можно также выполнить при помощи программы «ЭМИС-Интегратор», не внося изменения в преобразователь.

Корректировка цены импульса

Фактическое значение цены импульса $\mathbf{m_ф}$ преобразователя рассчитывается по формуле

$$\mathbf{m_ф = m * S ,} \qquad (К.1)$$

где **m** – значение цены импульса датчика, указанное в паспорте преобразователя, л/имп;

S – поправочный коэффициент согласно формуле (К.3).

Корректировка верхнего предела токового выходного сигнала

Фактическое значение расхода **Qmax ф**, которому соответствует верхний предел токового выходного сигнала преобразователя, рассчитывается по формуле

$$\mathbf{Qmax\ ф = Qmax * S ,} \qquad (К.2)$$

где **Qmax** – значение расхода датчика, которому соответствует 20мА токового выходного сигнала, указанное в паспорте преобразователя, $м^3/ч$;

S – поправочный коэффициент согласно формуле (К.3).

Расчет поправочного коэффициента

Поправочный коэффициент **S** для фактического значения внутреннего диаметра трубопровода вычисляется по формуле

$$\mathbf{S = (D_ф / d)^2 * Kv * Kп * Kз,} \qquad (К.3)$$

где $\mathbf{D_ф}$ – фактическое значение внутреннего диаметра трубопровода, мм;

d – значение внутреннего диаметра датчика расхода в месте установки тела обтекания, **d** = 40 мм;

Kv – коэффициент, зависящий от глубины погружения датчика расхода. Kv=1 для установки датчика в точке средней скорости (0,242R). Значение коэффициента Kv для установки датчика на оси трубопровода определяется методом интерполяции по данным ***таблицы К.4***. В общем случае значение Kv для установки датчика на оси трубопровода можно принять равным 0,84;

Kп – коэффициент перехода, учитывающий изменение К-фактора датчика расхода при погружной установке датчика относительно К-фактора, полученного при градуировке датчика на стенде. Коэффициент **Kп** выбирается по ***таблице К.1*** (значения определены эмпирическим путем);

Таблица К.1 – *Коэффициент перехода* ***Kп***

Точка измерения	Коэффициент перехода Kп
Центр	1,65
Точка средних скоростей	1,42

Kз – коэффициент затенения, учитывающий влияние погружной штанги. Коэффициент **Kз** определяется по ***таблице К.2***.

Таблица К.2 – *Коэффициент затенения* ***Kз***

Ду, мм	**200**	**250**	**300**	**350**	**400**	**450**	**500**	**600**	**700**	**800**
K_3	0,905	0,921	0,930	0,932	0,936	0,938	0,940	0,944	0,948	0,952
Ду, мм	**900**	**1000**	**1100**	**1200**	**1300**	**1400**	**1500**	**1600**	**1800**	**2000**
K_3	0,956	0,960	0,963	0,967	0,970	0,973	0,976	0,978	0,981	0,985

Фактическое значение внутреннего диаметра трубопровода рассчитывается по формуле

$$D_ф = Lн / 3,1416 – 2*s , \quad (К.4)$$

где **Lн** – длина окружности трубопровода, усредненная по результатам четырех измерений, мм;

s – толщина стенки трубопровода, усредненная по результатам четырех измерений, мм.

При определении внутреннего диаметра трубопровода рекомендуется использовать средства измерений, указанные в ***таблице К.3*** или аналогичные.

Таблица К.3 *- Перечень средств измерений, используемых при определении внутреннего диаметра трубопровода*

Наименование	***Требуемые технические характеристики***
1. Рулетка металлическая Р10Н2К, ГОСТ 7502-98	Предел измерений 10 м, цена деления 0,5 мм
2. Толщиномер ультразвуковой УТ-93П, ГОСТ 25863-83	Диапазон измерений 3…30 мм, относительная погрешность 3 %

Определение коэффициента **Kv** производится в следующей последовательности:

- определить среднюю скорость потока **Vcp**, м/с, через сечение трубопровода для среднего расхода из диапазона измерения преобразователя

$$Vcp = 2000 * (Qmin + Qmax) / (D_ф^2 * 3,6 * 3,1416) , \quad (К.5)$$

где **Qmin (Qmax)** - минимальное (максимальное) значение расхода преобразователя согласно ***таблице 1.3***, м^3/ч;

$D_ф$ – фактическое значение внутреннего диаметра трубопровода, мм.

- рассчитать число Рейнольдса ***Re***

$$Re = 0,001 * D_ф * Vcp / \nu , \quad (К.6)$$

где $D_ф$ – фактическое значение внутреннего диаметра трубопровода, мм;

Vcp – средняя скорость потока, м/с;

ν – кинематическая вязкость измеряемой среды для рабочего диапазона температур, м^2/с.

- рассчитать коэффициент гидравлического трения λ по формуле Альтшуля

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{R_ф}{D_ф} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25} , \quad (К.7)$$

где $R_ф$ - эквивалентная шероховатость внутренней поверхности трубопровода, мм (определяется экспериментально или по ГОСТ 8.563.1-97);

$D_ф$ – фактическое значение внутреннего диаметра трубопровода, мм;

Re – число Рейнольдса.

Допускается определение коэффициента гидравлического трения λ по номограмме Колбрука-Уайта.

Значение коэффициента **Kv** определяется методом интерполяции по данным ***таблицы К.4*** для рассчитанного значения коэффициента гидравлического трения λ (ГОСТ 8.361-79).

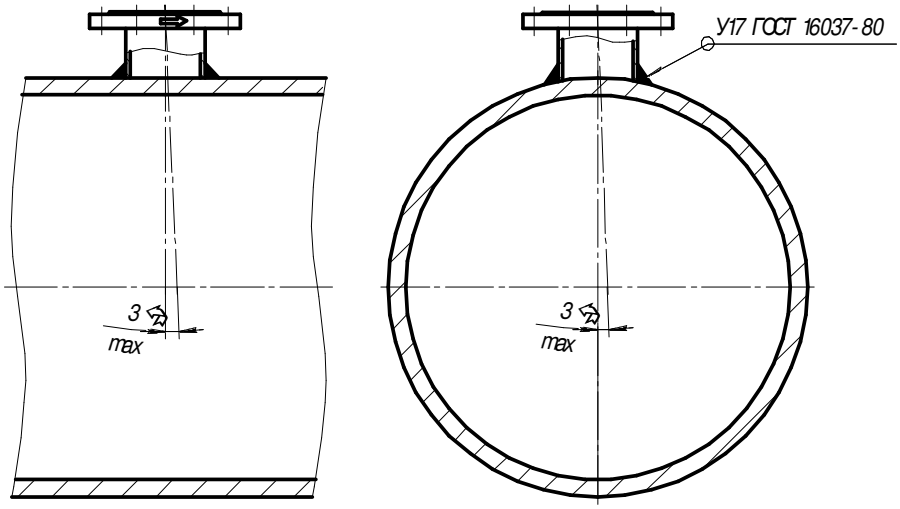
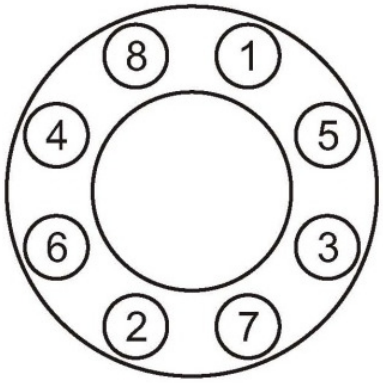
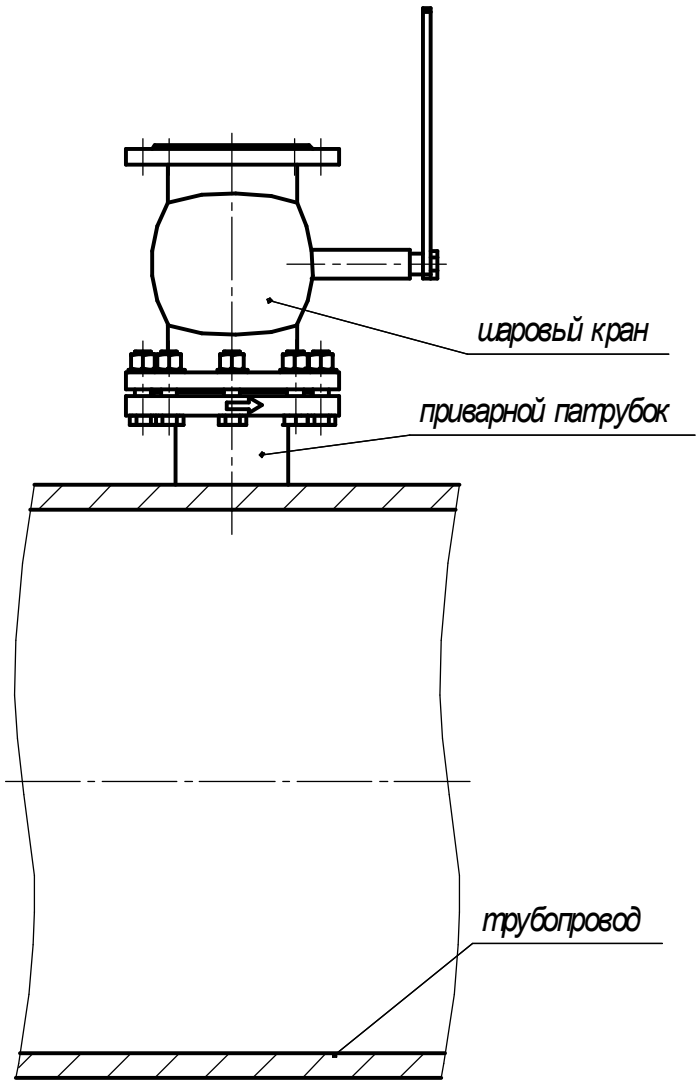
Таблица К.4 – *Коэффициент погружения* ***Kv***

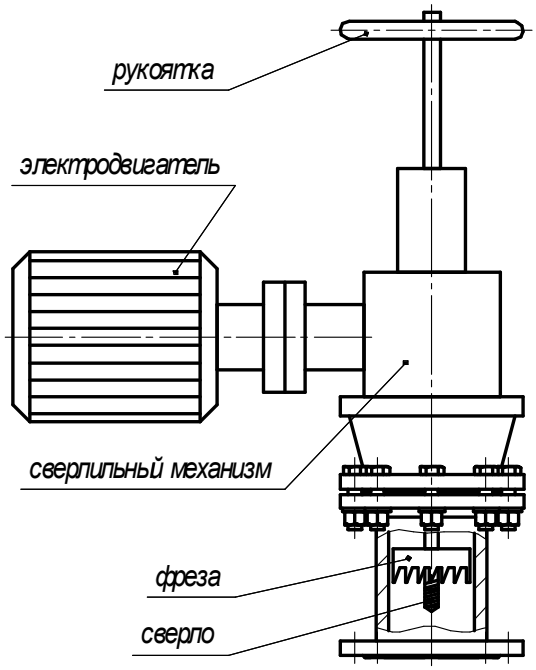
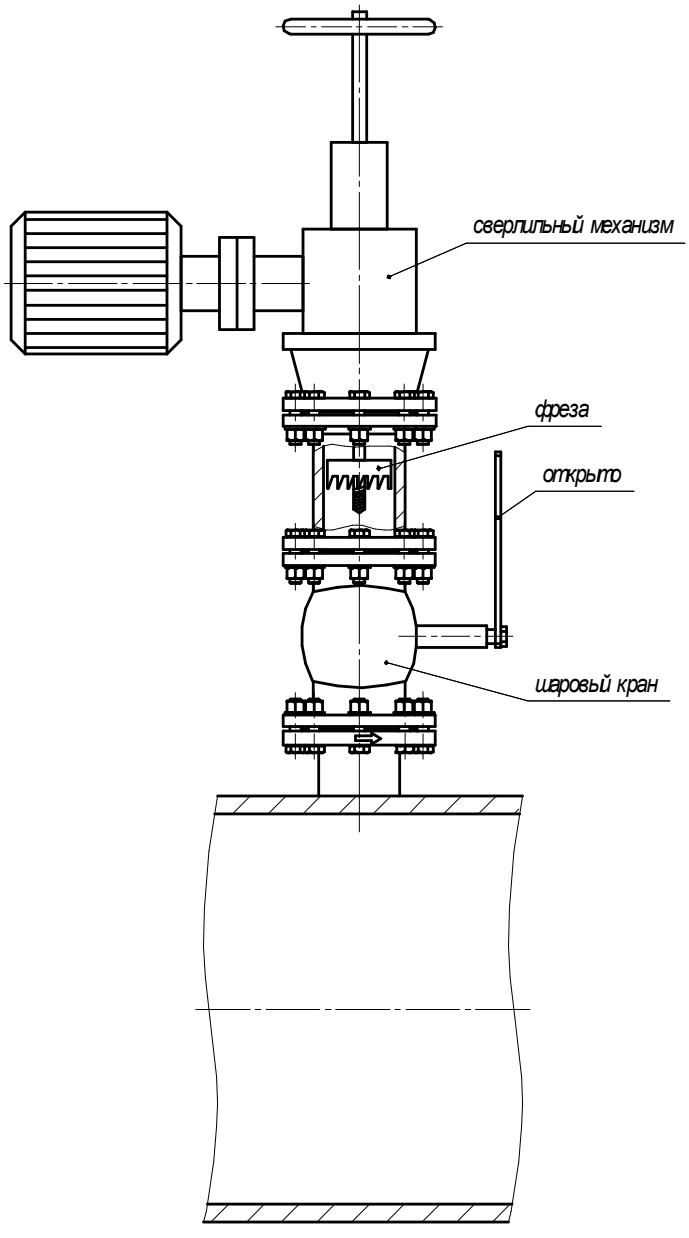
λ	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06
Kv	0,875	0,840	0,800	0,770	0,740	0,713

Приложение Л
(обязательное)

Монтаж погружного преобразователя расхода без остановки потока в трубопроводе (для преобразователей с исполнением по давлению 1,6 МПа)

Таблица Л.1 *– Порядок монтажа погружного преобразователя расхода без остановки потока в трубопроводе*

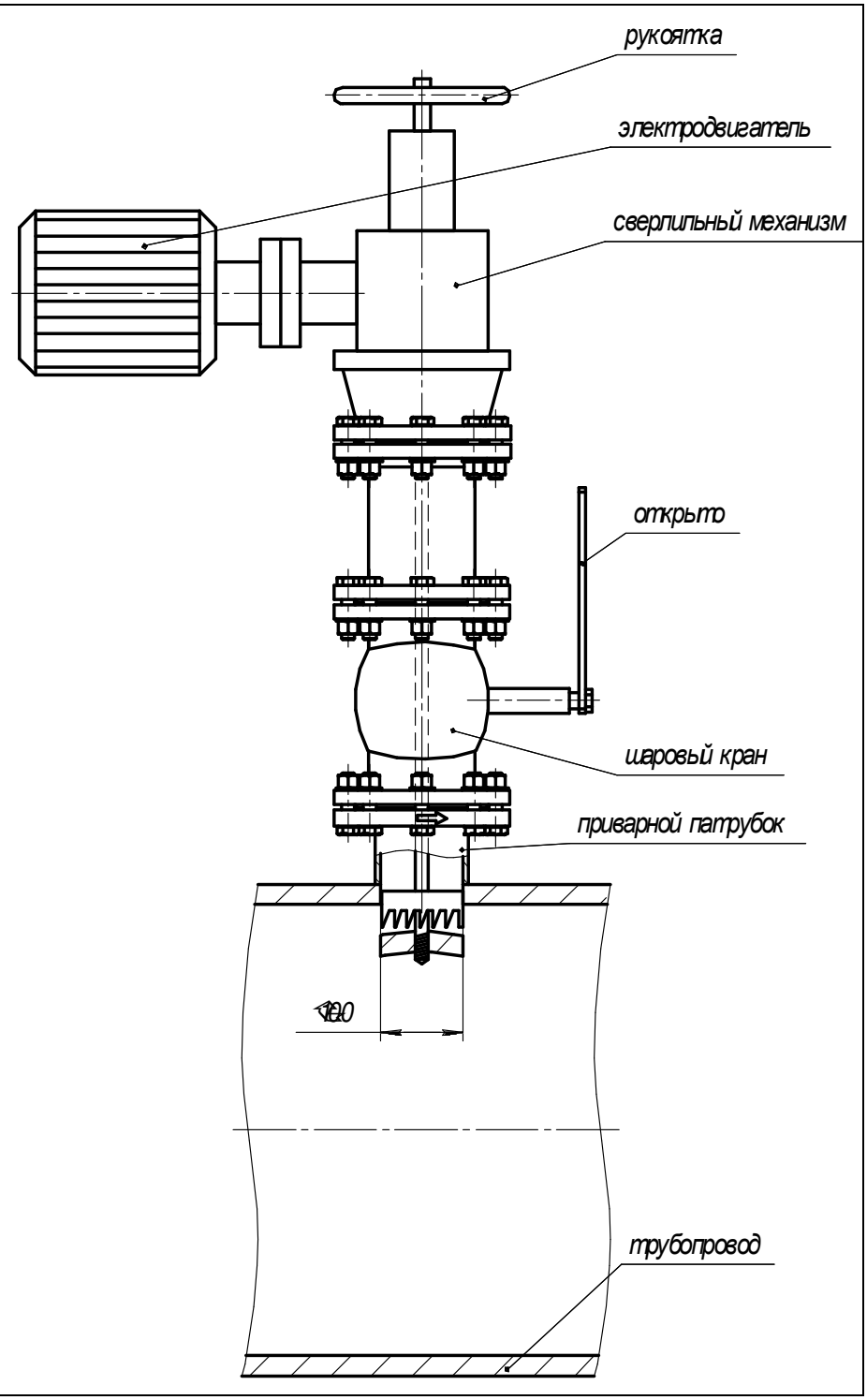
Операция	Рисунок
1. Приварить патрубок погружного расходомера к трубопроводу. Сварка по ГОСТ 16037-80. Ось патрубка должна располагаться перпендикулярно и симметрично относительно оси трубопровода. Отклонение оси патрубка от нормали к поверхности трубопровода в месте присоединения патрубка в продольном и поперечном направлениях не должно превышать 3º.	
2. К патрубку болтами прикрепить шаровый кран. Шаровый кран должен иметь строительную длину не более 230 мм. Между фланцами патрубка и шарового крана поместить прокладку. 8 болтов М16х70 затянуть согласно схеме с моментом затяжки Мкр от 88,25 Н*м (9 кгс*м) до 107,87 Н*м (11 кгс*м). Технические требования к затяжке по ОСТ 37.001.031-72.  **Схема затяжки болтов**	

3. Подготовить механизм для сверления отверстия в трубопроводе.	
4. Установить сверлильный механизм на шаровый кран, предварительно установить прокладку между фланцами. Закрепить механизм с помощью болтов и гаек. Схему и момент затяжки болтов см. п.2. Открыть шаровый кран.	

5. С помощью рукоятки сверлильного механизма подвести сверло через открытый шаровый кран к поверхности трубопровода.

Подать питание на сверлильный механизм.

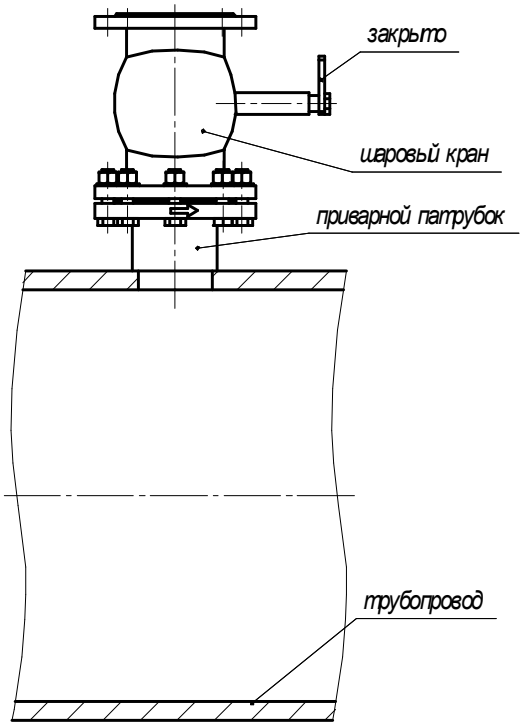
Просверлить отверстие в трубопроводе, обеспечивая вертикальную подачу фрезы с помощью рукоятки.



6. С помощью рукоятки поднять фрезу с вырезанным участком поверхности трубопровода выше шарового крана.

Закрыть шаровый кран.

Отключить сверлильный механизм и снять его с шарового крана.

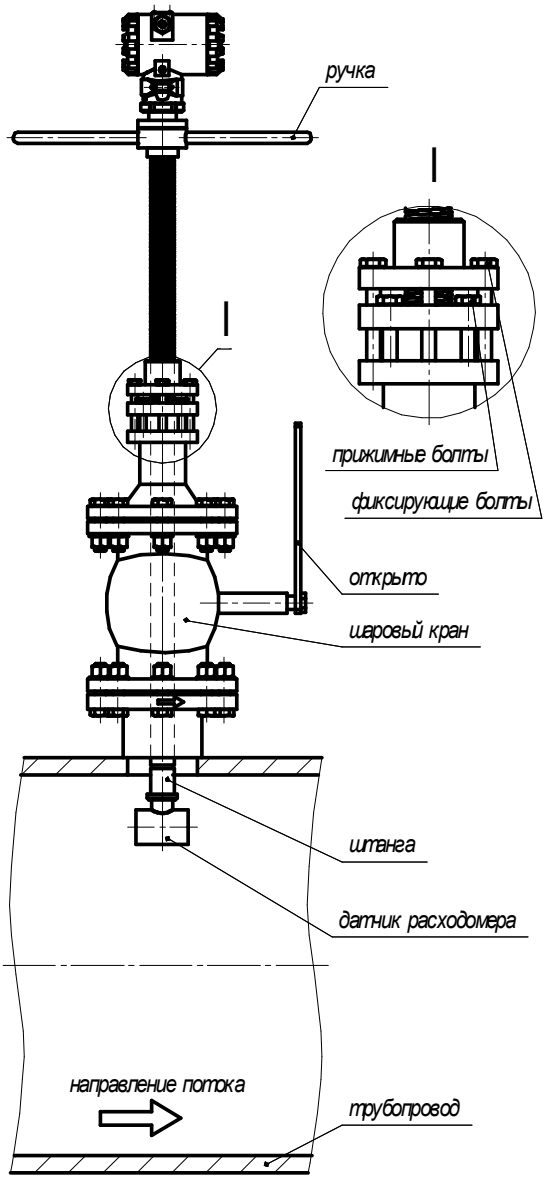


7. К шаровому крану присоединить погружной расходомер с помощью болтов и гаек. Между фланцем шарового крана и фланцем расходомера поместить новую прокладку.

Схему и момент затяжки болтов см. п.2.

Присоединить ручку к штанге расходомера и ослабить фиксирующие и прижимные болты.

Плавно открыть шаровый кран.



8. Вращая ручку расходомера, опустить датчик расходомера в трубопровод на требуемую глубину (до оси трубопровода при диаметре трубопровода не более 800 мм).

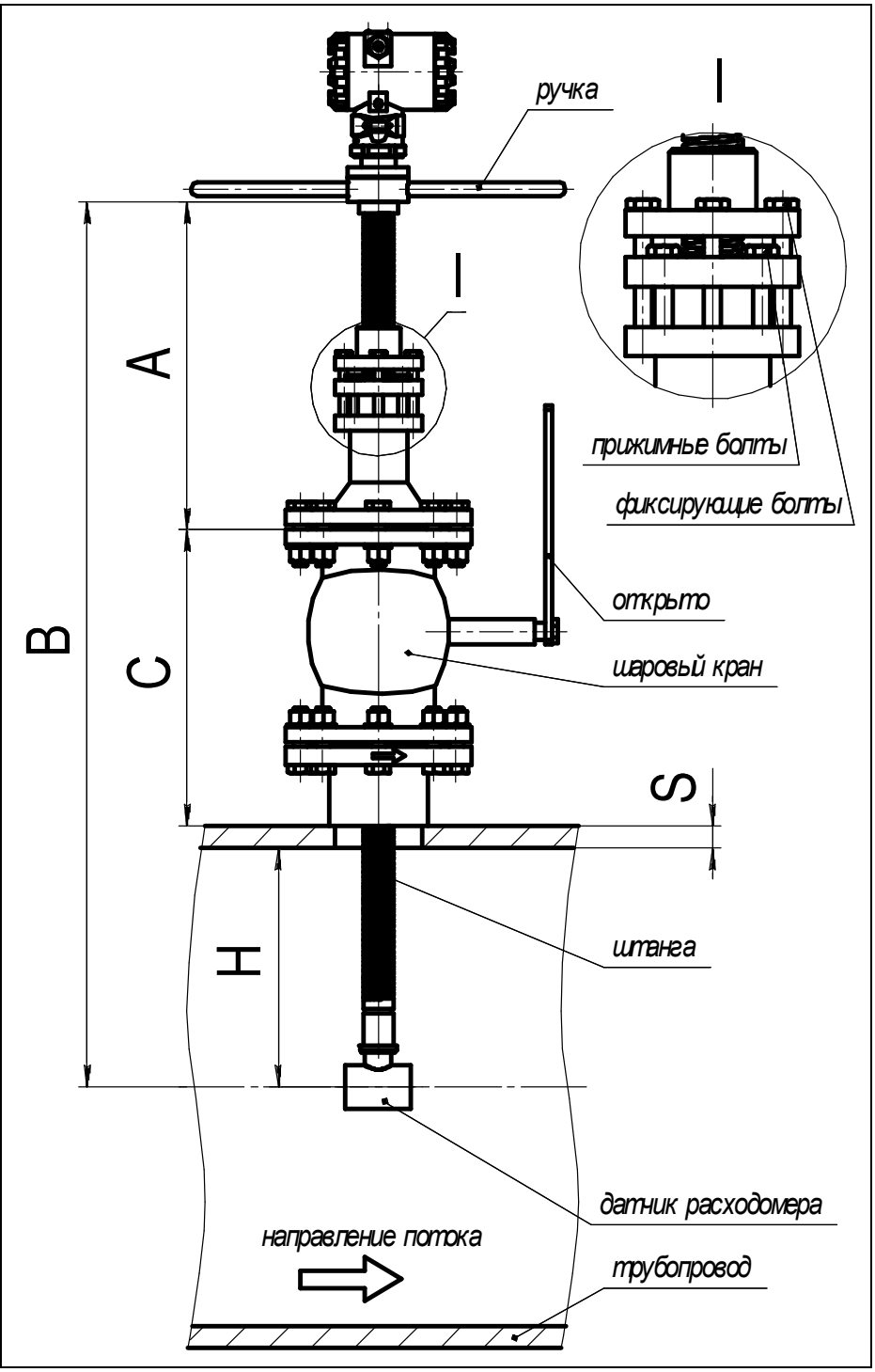
Для обеспечения требуемой глубины погружения датчика H в трубопровод необходимо вычислить и контролировать размер A, который определяется по формуле

$A = B – C – H – S,$

$H = D/2$ при $D \leq 800$ мм,

$H = 0{,}121*D$ при $D > 800$ мм,

где D – внутренний диаметр трубопровода.

Для обеспечения правильной ориентации датчика расходомера в трубопроводе необходимо, чтобы направление ручек на штанге расходомера совпадало с направлением потока в трубопроводе (ось датчика была параллельна оси трубопровода).

ВНИМАНИЕ!
Необходимо затянуть прижимные и фиксирующие болты.