

УЗЕЛ УЧЕТА  
ЭМИС-ЭСКО  
2210.00.00 РЭ  
08.05.2013

# УЗЕЛ УЧЕТА ЭМИС-ЭСКО 2210

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Учет попутного  
нефтяного газа*

*Высокая  
надежность*

*Использование в  
системе ППД*

*Стабильность  
метрологических  
характеристик*

*Межповерочный  
интервал 4 года*

*Аттестованные  
алгоритмы  
расчета*

*Высокая  
ремонтпригод-  
ность*



[www.flow-pro-solution.ru](http://www.flow-pro-solution.ru)

ГК «ЭМИС» Россия



**ОБЩАЯ  
ИНФОРМАЦИЯ**

Настоящая инструкция распространяется на узел учета **ЭМИС-ЭСКО 2210** (в дальнейшем узел учета) и содержит в себе указания по применению, монтажу, техническому обслуживанию, транспортировке и хранению узла учета.

ГК «ЭМИС» оставляет за собой право вносить изменения в конструкторскую документацию узла учета, не ухудшающие их потребительских качеств, без предварительного уведомления.

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящем руководстве, приведен в **Приложении А**.

Перед началом работы следует внимательно изучить настоящую Инструкцию, а также Руководства по эксплуатации на отдельные изделия узла учета. Перед началом установки, использования или технического обслуживания узла учета убедитесь, что Вы полностью ознакомились и поняли содержание Инструкции. Это условие является обязательным для обеспечения безопасной эксплуатации и нормального функционирования узла учета.

**ВНИМАНИЕ!**

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

**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск +7 (8182) 45-71-35  
Астрахань +7 (8512) 99-46-80  
Барнаул +7 (3852) 37-96-76  
Белгород +7 (4722) 20-58-80  
Брянск +7 (4832) 32-17-25  
Владивосток +7 (4232) 49-26-85  
Волгоград +7 (8442) 45-94-42  
Екатеринбург +7 (343) 302-14-75  
Ижевск +7 (3412) 20-90-75  
Казань +7 (843) 207-19-05  
Калуга +7 (4842) 33-35-03

Кемерово +7 (3842) 21-56-70  
Киров +7 (8332) 20-58-70  
Краснодар +7 (861) 238-86-59  
Красноярск +7 (391) 989-82-67  
Курск +7 (4712) 23-80-45  
Липецк +7 (4742) 20-01-75  
Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81  
Москва +7 (499) 404-24-72  
Мурманск +7 (8152) 65-52-70  
Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32  
Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65

Новосибирск +7 (383) 235-95-48  
Омск +7 (381) 299-16-70  
Орел +7 (4862) 22-23-86  
Оренбург +7 (3532) 48-64-35  
Пенза +7 (8412) 23-52-98  
Пермь +7 (342) 233-81-65  
Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65  
Рязань +7 (4912) 77-61-95  
Самара +7 (846) 219-28-25  
Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09  
Саратов +7 (845) 239-86-35

Сочи +7 (862) 279-22-65  
Ставрополь +7 (8652) 57-76-63  
Сургут +7 (3462) 77-96-35  
Тверь +7 (4822) 39-50-56  
Томск +7 (3822) 48-95-05  
Тула +7 (4872) 44-05-30  
Тюмень +7 (3452) 56-94-75  
Ульяновск +7 (8422) 42-51-95  
Уфа +7 (347) 258-82-65  
Хабаровск +7 (421) 292-95-69  
Челябинск +7 (351) 277-89-65  
Ярославль +7 (4852) 67-02-35

сайт: [flow.pro-solution.ru](http://flow.pro-solution.ru) | эл. почта: [fwo@pro-solution.ru](mailto:fwo@pro-solution.ru)  
телефон: 8 800 511 88 70

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА</b>	1.1 Назначение и область применения	4
	1.2 Состав узла	5
	1.3 Техническая характеристика	8
	1.4 Устройство и работа	13
	1.5 Маркировка и пломбирование	14
	1.6 Упаковка	14
	1.7 Комплект поставки	15
	1.8 Карта заказа	16
<b>2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ</b>	2.1 Указания мер безопасности	19
	2.2 Требования к монтажу	20
	2.2 Монтаж узла учета	21
	2.3 Электрическое подключение	29
	2.4 Пуско-наладка	31
<b>3 РЕГЛАМЕНТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ</b>		32
<b>4 ПОВЕРКА</b>		32
<b>5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ</b>		33
<b>6 УТИЛИЗАЦИЯ</b>		33
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	А – Перечень ссылочных документов	34
	Б – Габаритные размеры узла учета	35
	В – Схема электрических подключений	36
	Г – Пример расчета погрешностей	40

## 1. ОПИСАНИЕ И РАБОТА

### 1.1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Узел учета ЭМИС-ЭСКО 2210 предназначен для коммерческого и технологического учета насыщенного и перегретого пара; попутного нефтяного газа (ПНГ), природного газа, сжатого воздуха и некоторых технических газов. Комплекс применим для систем поддержания пластового давления (ППД). ЭМИС-ЭСКО 2210 используется для регистрации параметров контролируемой среды, измерения объемного расхода, расчета массового расхода и количества тепловой энергии среды в отдельных трубопроводах, при рабочих условиях, а также для приведения измеренных значений к нормальным условиям.

Область применения узла учета «ЭМИС – ЭСКО 2210» – измерительные системы коммерческого и технологического учета, автоматизированного контроля и управления технологическими процессами на промышленных предприятиях, тепловых пунктах, теплостанциях, газораспределительных станциях, нефтегазодобывающих предприятиях в условиях круглосуточной эксплуатации.

## 1.2 СОСТАВ УЗЛА

### 1.2.1 Базовая комплектация узла учета

Состав комплекса зависит от конкретного технологического процесса. В базовую комплектацию узла учета (**таблица 1.1.**) входят датчики (измерительные преобразователи) расхода, давления, температуры; вычислитель (преобразователь расчетно-измерительный); блок питания; комплект монтажных частей (КМЧ).

В состав КМЧ входят:

- бобышки для монтажа датчика давления и температуры на трубопровод;
- клапанный блок для датчика давления;
- защитная гильза для датчика температуры;
- устройство для отбора давления.

**Таблица 1.1 – Базовая комплектация узла учета ЭМИС-ЭСКО 2210\***

Наименование	Кол.	Примечание
<b>Измерительные преобразователи</b>		
Преобразователь расхода вихревой ЭМИС-ВИХРЬ в исполнении «ЭВ-200», «ЭВ-205» или «ЭВ-200 ППД» с комплектом монтажных частей	1...4	Исполнение согласно заказу
Измерительный преобразователь давления с поддержкой HART-протокола, моделей «АИР-10Н», «АИР-20» (взрывозащищенные)	1...4	Исполнение согласно заказу. С заводской настройкой на поддиапазон
Преобразователь термоэлектрический ТПТ-1-3, с диапазоном температур -100...+300 °С (+450 °С)	1...8	
<b>Вычислитель</b>		
Преобразователь расчетно-измерительный ТЭКОН-19	1	С настройкой параметров согласно заказу
<b>Блок питания</b>		
Общепромышленный блок питания ЭМИС-БРИЗ 90-4-24-100-DIN	1..4	
<b>Комплект монтажных частей</b>		
Бобышка для монтажа датчика давления ЭМИС-ВЕКТА 1130***	1...4	
Бобышка для монтажа датчика температуры ЭМИС – ВЕКТА 1330***	1...4	Не поставляется при измерении высокотемпературных сред
Защитная гильза цельноточенная (цилиндрическая или коническая) ЭМИС-ВЕКТА 1300	1...4	
Отборное устройство ЭМИС-ВЕКТА 1120 в комплекте с шаровым краном (или БКН)	1...4	Поставляется для измерения высокотемпературных сред (свыше 120 °С)
Клапанный блок БКН одно-, двух- или трехвентельный	1...4	Не поставляется при измерении высокотемпературных сред

Комплект эксплуатационной документации		
Руководства по эксплуатации на все средства измерения, входящие в состав узла согласно заказу	-	Согласно заказу
Руководство по эксплуатации ЭМИС–ЭСКО2210.00.00 РЭ	1**	
Паспорт ЭМИС–ЭСКО2210.00.00 ПС	1**	
Методика поверки МП 32 -221-2011	1**	

Примечание: \*В состав узла могут быть включены другие типы измерительных преобразователей, которые по своим техническим характеристикам не уступают датчикам, приведенных выше.

\*\* Один экземпляр на узел.

\*\*\* При поставке узла в комплекте с измерительными участками, не входят в состав комплекса.

### 1.2.2 Дополнительная комплектация узла учета

Кроме базовой комплектации возможны другие варианты комплектации узла учета. По заказу потребителя узел может быть укомплектован дополнительным оборудованием. Перечень дополнительной комплектации в зависимости от условий применения приведен в **таблице 1.2**.

По типоразмеру, вихревой преобразователь расхода выбирается исходя из требуемого диапазона измерения расхода среды. Если условный диаметр датчика расхода не совпадает с типоразмером расходомера в месте установки, рекомендуется приобрести измерительные участки. Бобышки, входящие в базовую комплектацию узла учета, входят в состав измерительных участков и приварены к трубопроводу в посадочные отверстия. Также, для установки датчика температуры на малые  $D_y$  требуется расширение диаметра трубопровода до требуемой величины (конический переход).

Если невозможно выполнить требования по длинам прямых участков до и после места установки датчика расхода, необходимо произвести монтаж выпрямителя потока в трубопровод, который позволяет уменьшить длину входного участка до  $8 D_y$ .

Если необходим беспроводной метод передачи данных к ПК, то в состав входит контроллер К-105, который служит для сбора и передачи информации через сеть GSM с контроллера ТЭКОН-19.

Если необходимо обеспечить возможность подключения одного или нескольких приборов к ТЭКОН-19, объединенных промышленной сетью RS-485, то в состав узла включен адаптер АИ-80.

Если необходимо подключить преобразователь ТЭКОН-19 к стандартной вычислительной сети Ethernet 10/100 для сбора и передачи информации, то в комплект узла учета входит контроллер К-104.

Если есть необходимость в установке регистрирующей и функциональной аппаратуры на DIN-рейку в настенный шкаф, то в комплектацию узла учета может входить монтажный шкаф настенного исполнения.

Если необходимо установить контроллеры и функциональную аппаратуру на DIN-рейку, а сам узел учета «под ключ», то в состав узла учета может входить шкаф трубный («антивандальный»), с двумя отсеками для всего комплекса.

Если установка контрольно-измерительной и функциональной аппаратуры осуществляется в условиях, отличающихся от условий эксплуатации на приборы, то по заказу поставляется обогреваемый трубный шкаф.

Если необходимо установить узел во взрывоопасной зоне, все датчики, входящие в состав узла должны иметь взрывозащищенное исполнение, а в состав включаются коробка взрывозащищенная и барьеры искрозащиты.

Также, по дополнительному заказу, в комплекте поставляется соединительный кабель для подключения всей контрольно-измерительной аппаратуры.

Таблица 1.2 -Дополнительная комплектация узла учета

Наименование	Условия применения	Обозначение
<b>КОМПЛЕКТ МОНТАЖНЫХ ЧАСТЕЙ</b>		
Измерительные участки	Диаметр трубопровода не совпадает с типоразмером расходомера	УИ-200
Струевыпрямитель	Невозможно выполнить рекомендации по длинам прямых участков	ЭМИС-ВЕКТА 1200
<b>МОНТАЖНЫЙ ШКАФ</b>		
Монтажный шкаф КИП	Для установки контроллеров, блоков питания и другой функциональной аппаратуры	InWBV 40.30.20
Шкаф антивандальный	Для установки узла учета "под ключ" совместно с КИП	ШТ 000.000.000
Шкаф обогреваемый трубный	Эксплуатация узла при «суровых» зимних условиях	ШТО 000.000.000
<b>УСТРОЙСТВА СВЯЗИ*</b>		
Контроллер К-104	Локальная вычислительная сеть Ethernet	К-104
Контроллер GPRS/GSM	Беспроводной метод передачи	К-105
Адаптер АИ-80	Через интерфейс RS485	АИ-80
<b>БАРЬЕРЫ ИСКРОЗАЩИТЫ</b>		
Барьер искрозащиты БИС-А-Ех (серия 100)	Использование узла вида Ехd во взрывоопасной зоне	БИС-А-106-Ех
Барьер искрозащиты БИС-А-Ех (серия 100)	Использование узла вида Ехib во взрывоопасной зоне	БИС-А-106-Ех
		БИС-А-110-Ех
		БИС-А-111-Ех
<b>СОЕДИНИТЕЛЬНЫЙ КАБЕЛЬ</b>		
Кабель соединительный	Подключение контрольно-измерительной аппаратуры для обеспечения работоспособности узла	МКЭШ 5х0,5

Примечание: \*Совместно с контроллерами для передачи данных на верхний уровень, поставляется дополнительный блок питания ЭМИС-БРИЗ 90-1-24-100-DIN.

## 1.3 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

### 1.3.1. Измеряемая среда

Измеряемая среда узла учета:

- природный; попутный нефтяной (ПНГ) газ, добываемый и собираемый газонефтедобывающими организациями и вырабатываемый газонефтеперерабатывающими заводами;
- вода, водные растворы и другие жидкости, в том числе загрязненные и смеси жидкостей;
- насыщенный или перегретый пар;
- сжатый воздух, вырабатываемый компрессорами, на предприятиях нефтяной, нефтеперерабатывающей, металлургической, химической, пищевой, медицинской и других отраслях промышленности;
- чистые и загрязненные газы технические газы, применяемые в промышленности;
- вода, закачиваемая в нагнетательные скважины систем ППД на нефтяных месторождениях для поддержания пластового давления в процессе добычи.

### 1.3.2. Измеряемые параметры

Параметры, измеряемые узлом учета:

- объемный расход;
- массовый расход;
- температура среды;
- давление среды;
- количество тепловой энергии.

### 1.3.3. Краткое описание технических характеристик

Таблица 1.3 – Технические характеристики узла учета ЭМИС-ЭСКО 2210

Характеристика	Значение
Диаметр условного прохода, мм	
для полнопроходного преобразователя расхода	15 / 25 / 32 / 40 / 50 / 65 / 80/ 100/ 125 / 150/ 200/ 250/ 300
для погружного преобразователя расхода	350/ 400/ 450/ 500/ 600/ 700/ 800/ 900/ 1000/ 1100/ 1200/ 1300/ 1400/ 1500/ 1600/ 1800/ 2000
Давление измеряемой среды, МПа	1,6; 2,5; 4,0; 6,3; 15; 20
Температура измеряемой среды	от -40°C до +100°C от -40°C до +250°C от -40°C до +320°C от -40°C до +460°C
Вязкость измеряемой среды	не более 7 мПа·с
Интерфейс передачи данных*:	
встроенный интерфейс вычислителя	RS – 232 (USB)/ CAN- BUS
локальная вычислительная сеть	Ethernet
беспроводная передача данных	GPRS/GSM
интерфейс	RS-485
Напряжение питания	(220 <sup>+22</sup> <sub>-33</sub> )В сети переменного тока, с частотой (50±1) Гц
Атмосферное давление	от 84 до 106,7 кПа
Температура окружающей среды:	
для измерительных преобразователей	от -40°C до +70 °C
для расчетно – измерительного преобразователя и функциональной аппаратуры	от -10°C до +50 °C



Относительная влажность, %, не более (без конденсации влаги, при температуре 35 °С)

для измерительных преобразователей 95±3%

для расчетно – измерительного преобразователя и функциональной аппаратуры 80±3%

Защита от окружающей среды:	
измерительные преобразователи	не хуже IP65 по ГОСТ 14254
для расчетно – измерительного преобразователя и функциональной аппаратуры	IP20 по ГОСТ 14254
Взрывозащищенное исполнение	Exd, Exib
Интервал между поверками	4 года
Срок службы	не менее 12 лет
Габаритные размеры	см. <b>Приложение Б</b>

Примечание:\* Возможно использование другого интерфейса передачи данных по спец. заказу.

### 1.3.4. Класс точности узла учета

Узлы учета в зависимости от измеряемой среды разделяются на классы точности, приведенные в **таблице 1.4**. Класс точности обусловлен классом точности всех приборов и устройств, входящих в состав комплекса.

**Таблица 1.4 – Классы точности узла учета**

Измеряемая среда	Класс точности
Жидкость и водные растворы	1,5
	2,5
	3,5
	5,0
Газ / пар	2,5
	3,5
	5,0

### 1.3.5 Пределы допускаемых погрешностей измерительных преобразователей и ТЭКОН–19

Пределы допускаемой относительной погрешности расчета ТЭКОН–19:

- расхода, объема, массы и количества газов и газовых смесей, приведенных к стандартным условиям ( $\delta_B(V)/\delta_B(M)$ ), %.....± 0,1;
- расхода, объема и массы жидкостей и водяного пара ( $\delta_B(V)/\delta_B(M)$ ), % .....± 0,1;
- количества тепловой энергии среды ( $\delta_B(Q)$ ), % ..... ± 0,15.

Пределы допускаемых погрешностей преобразования контроллером сигналов первичных преобразователей:

- температуры ( $\Delta_B(t)$ ).....± 0,1°С;
- давления ( $\gamma_B(P)$ ).....± 0,1%.

Ниже приведены метрологические характеристики измерительных преобразователей по классу точности и относительной или абсолютной погрешности измерения.

В ЭМИС-ЭСКО 2210 используются датчики расхода класса точности А и Б. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения по частотному выходному сигналу в зависимости от класса точности приведены в **Таблице 1.5**.

**Таблица 1.5** – Пределы допускаемой относительной погрешности измерения датчика расхода

Тип расходомера	Измеряемая среда	А	Б
ЭВ - 200	Жидкость	± 0,5	± 1,0
	Газ и пар	± 1,0	± 1,5
ЭВ-205	Жидкость	± 1,5	± 2,0
	Газ и пар	± 2,5	± 3,0

Для общепромышленного применения, при абсолютном давлении в трубопроводе до 2,5 МПа в узлах учета применяются многопредельные датчики давления АИР-10Н (или АИР-20), моделей 1030, 1035, 1040, 1060 (035,045,060,075), с обозначением класса точности С05 (см. **таблицу 2.7** РЭ на датчик давления). При давлении измеряемой среды свыше 2,5 МПа используются многопредельные датчики АИР-20 (модель 075) с обозначением класса точности С05 (см. **таблицу 2.7** РЭ). При высоких давлениях, в состав ЭМИС–ЭСКО включены многопредельные датчики давления Метран 150.

В **таблице 1.6** приведены пределы допускаемой основной приведенной погрешности датчиков АИР-10 (20) в зависимости от диапазона измеряемого давления и класса точности узла учета.

**Таблица 1.6** – Пределы допускаемой основной приведенной погрешности датчиков давления, применяемых в узле учета ЭМИС–ЭСКО 2210

Давление, МПа	Узел учета с классом точности 1,5	Узел учета с классом точности 2,5	Узел учета с классом точности 3,5	Узел учета с классом точности 5,0
	Предел допускаемой основной приведенной погрешности датчика давления, %			
0,04	0,5	0,5	0,5	0,5
0,06	0,5	0,5	0,5	0,5
0,10	0,5(-*)	0,5	0,5	0,5
0,16	0,5	0,5	1,5	1,5
0,25	0,5	0,5	1,2	1,2
0,40	– (0,5*)	1,0 (0,5*)	1,0 (0,5*)	1,0 (0,5*)
0,60	– (0,5*)	0,8 (0,5*)	0,8 (0,5*)	0,8 (0,5*)
1,00	0,5	0,5	0,5	0,5
1,60	0,5	0,5	0,5	0,5
2,50	0,5	0,5	0,5	0,5
4,00	0,5	0,5	0,5	0,5
6,00	0,5	0,5	0,5	0,5

Примечание: \* - в скобках указаны значения основной приведенной погрешности для датчиков давления АИР-20.

### 1.3.6 Относительная погрешность измерения объема среды, приведенного к стандартным условиям

Относительную погрешность измерения объема среды, приведенного к стандартным условиям ( $\delta(V)$ ), определяют по формуле:

$$\delta(V) = \sqrt{\delta(G)^2 + \delta(t)^2 + \delta(P_{\text{полн}})^2 + \delta_B(V)^2}, \quad (1)$$

где  $\delta(G)$  – допускаемая относительная погрешность датчика расхода при измерении расхода жидкости или газа в рабочих условиях, определяемая по **таблице 1.5** настоящего руководства.

$\delta(t)$  – относительная погрешность измерения температуры, определяемая по формуле (3), %;

$\delta(P_{\text{полн}})$  – относительная погрешность измерения давления, определяемая по формуле (5);

$\delta_B(V)$  – предел допускаемой относительной погрешности контроллера при расчете количества жидкости или газа, %, **см.п. 1.3.5.**

#### 1.3.6.1 Абсолютная и относительная погрешности измерения температуры

Абсолютную погрешность измерения температуры ( $\Delta(t)$ ), определяют по формуле:

$$\Delta(t) = \sqrt{\Delta_B(t)^2 + \Delta_{\text{п}}(t)^2}, \quad (2)$$

где  $\Delta_{\text{п}}(t)$  – предел допускаемой абсолютной погрешности измерительного преобразователя температуры, °С;

$\Delta_B(t)$  – предел допускаемой абсолютной погрешности контроллера при измерении температуры, °С (**см п. 1.3.5**)

В узлах учета ЭМИС–ЭСКО 2210 применяются термопреобразователи сопротивления ТПТ–1–3, с классом точности А.

Пределы допускаемой абсолютной погрешности информационного канала датчика температуры с классом точности А,  $\Delta_{\text{п}}(t) \dots \pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|)$  °С, где  $|t|$  – абсолютное значение температуры.

Относительная погрешность измерения температуры, определяется по формуле:

$$\delta(t) = |\Delta(t) / ((t + 273,15) \text{ °С})| \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $\Delta(t)$  – абсолютная погрешность измерения температуры, определяемая по формуле (2), °С;

$t$  – значение температуры измеряемой среды, °С,

#### 1.3.6.2 Относительная погрешность измерения давления

Основную относительную погрешность измерения значений давления ( $\delta(P)$ ) определяют по формуле:

$$\delta(P) = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}} \cdot \sqrt{\gamma_{\text{п}}(P)^2 + \gamma_{\text{в}}(P)^2}, \quad (4)$$

где  $\gamma_{\text{п}}(P)$  – предел допускаемой основной приведенной погрешности измерительного преобразователя давления (**таблица 1.6** или РЭ на соответствующий преобразователь давления), %.

$P_{\text{min}}$ ,  $P_{\text{max}}$  – нижний и верхний пределы диапазона измерения давления в одинаковых единицах измерений;

$\gamma_{\text{в}}(P)$  – предел допускаемой приведенной погрешности контроллера при измерении давления и разности давлений, %, **см.п. 1.3.5.**

Дополнительная погрешность датчика давления АИР  $\gamma_{\text{т}}$ , вызвана изменением температуры окружающего воздуха от нормальной ( $23 \pm 2$ ) °С. Значения на каждые 10 °С изменения температуры приведены в РЭ на соответствующий датчик давления. Для того, чтобы исключить дополнительную погрешность, необходимо устанавливать узел в отапливаемом помещении, в обогреваемых шкафах ШТО 000.000.000, либо помещать датчик давления в термочехлы. Дополнительные погрешности преобразователя давления, вызванные изменением атмосферного давления, влажности смотрите в руководстве по эксплуатации на АИР.

Относительную погрешность измерения значений давления ( $\delta(P)$ ) определяют по формуле:

$$\delta(P_{\text{полн}}) = \delta(P) + \gamma_{\text{т}} \quad (5)$$

### 1.3.7 Относительная погрешность измерения массы пара (жидкостей)

Относительную погрешность измерения массы пара (жидкости) ( $\delta(M)$ ) определяют по формуле:

$$\delta(M) = \sqrt{\delta(V)^2 + \delta_B(M)^2}, \quad (6)$$

где  $\delta(V)$  – относительная погрешность узла учета при измерении объемного расхода, % (**формула 1**);  
 $\delta_B(M)$  – предел допускаемой относительной погрешности контроллера при расчете массы, %, **см.п. 1.3.5**.

### 1.3.8 Относительная погрешность измерения тепловой энергии паровых систем теплоснабжения

Относительную погрешность измерения тепловой энергии паровых систем теплоснабжения ( $\delta(Q_{ПС})$ ) определяют по формуле:

$$\delta(Q_{ПС}) = \sqrt{\delta(M)^2 + \delta_B(Q)^2}, \quad (7)$$

где  $\delta(M)$  – относительная погрешность узла учета при измерении массового расхода пара в подающем трубопроводе, определяемая **по формуле 6**.  
 $\delta_B(Q)$  – предел допускаемой относительной погрешности контроллера при расчете количества тепловой энергии воды (пара), %, **см.п. 1.3.5**.

В **приложении Г** приведен расчет погрешностей измерения узла учета на примере конкретного технологического процесса.

### 1.3.9 Обеспечение взрывозащиты

Все типы датчиков общепромышленного исполнения предназначены для работы во взрывобезопасных условиях.

Для обеспечения работоспособности узла во взрывоопасной зоне вида **Exd** применяются следующие преобразователи и функциональная аппаратура:

- Датчик расхода взрывозащищенного исполнения Вн. Преобразователь расхода предназначен для работы во взрывоопасных условиях со взрывоопасными смесями подгруппы **IIС**, имеет вид взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» и маркировку взрывозащиты «**1ExdIIС(T1-T5)X**».
- Датчик давления с маркировкой взрывозащиты - **1ExdIIСТ6**, для работы во взрывоопасных условиях с взрывоопасными смесями подгруппы **IIС**.
- Для защиты датчика температуры применяется барьер искрозащиты БИС – А – 106 – **Ex**, служащий барьером между искробезопасными и искроопасными электрическими цепями. Барьеры имеют маркировку по взрывозащите **ExialIС**.

Для соединений, ответвлений и протягивания проводов и кабелей во взрывоопасной зоне применяют взрывозащищенные коробки. Коробка взрывозащищенная КР-В-100d имеет маркировку взрывозащиты - **1ExdIIСТ6**.

Для обеспечения работоспособности узла во взрывоопасной зоне вида **Exib** применяются следующие преобразователи и функциональная аппаратура:

- Датчик расхода взрывозащищенного исполнения **ExВ**. Преобразователь расхода предназначен для работы во взрывоопасных условиях со взрывоопасными смесями подгруппы **IIВ**, имеет вид взрывозащиты «искробезопасная цепь» и маркировку взрывозащиты «**1ExibIIВ(T1-T5)X**».
- Датчик давления имеет маркировку взрывозащиты **1ExialIСТ6** и применим для работы во взрывоопасных условиях с взрывоопасными смесями подгруппы **IIС**.
- Для защиты датчика температуры применяется барьер искрозащиты БИС – А – 106 – **Ex**, служащий барьером между искробезопасными и искроопасными электрическими цепями. Маркировка взрывозащиты - **ExialIС**.
- Для подключения частотного и токового выходов датчиков расхода и давления соответственно, используют барьер искрозащиты БИС – А – 110 – **Ex**. Барьер применим для работы во взрывоопасных условиях с взрывоопасными смесями подгруппы **IIС** и имеет маркировку по взрывозащите **ExibIIС**.
- Для подключения питающего преобразователя расхода применяют барьер искрозащиты БИС – А – 111 – **Ex**. Барьер используется для работы во взрывоопасных условиях с взрывоопасными смесями подгруппы **IIВ** и имеет маркировку по взрывозащите **ExibIIВ**.

Схемы подключения приборов во взрывоопасной зоне приведены в **Приложении В**.

## 1.4 УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Узел учета является составным изделием и состоит из преобразователя расхода, датчика давления, термопреобразователя сопротивления и вычислителем ТЭКОН-19. Также узел оснащен защитной арматурой и измерительными участками.

В преобразователе расхода реализован метод измерения, основанный на измерении частоты вихрей. В проточной части установлено тело обтекания, которое вызывает образование вихрей в набегающем потоке измеряемой среды. Вихри возникают 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. Пьезоэлемент, установленный в крыле сенсора, преобразует пульсации в электрические сигналы. Электронный блок формирует выходные сигналы преобразователя после усиления, фильтрации, преобразований и цифровой обработки сигнала.

Сигналы с измерительных датчиков расхода, давления и температуры поступают на расчетно - измерительный преобразователь «ТЭКОН – 19», где производится обработка полученных данных, и вычисление требуемых физических величин приведённые к стандартным условиям. Вычисления проводятся в соответствии с ГОСТ 30319.2, ГСССД МР 113, ГСССД МР 118, ГСССД МР 134.

ТЭКОН-19 обеспечивает связь с ПК для конфигурирования и передачи любых измеренных параметров через встроенный цифровой интерфейс вычислителя CAN-BUS/RS-232 или USB. По требованию заказчика, через интерфейс RS-485, по локальной вычислительной сети Ethernet или по каналам связи общего пользования GSM/GPRS с помощью соответствующих адаптеров, выпускаемых предприятием-изготовителем, и коммуникационного оборудования каналов связи.

## 1.5 МАРКИРОВКА И ПЛОМБИРОВАНИЕ

### 1.5.1 Маркировка

Параметры маркировки преобразователей и контроллеров, входящих в состав узла, а также способы ее нанесения см. в Руководстве по эксплуатации на соответствующее изделие.

### 1.5.2 Пломбирование

Пломбирование производится с целью недопущения несанкционированного доступа к электронному блоку измерительных преобразователей. Пломбирование в узлах учета производится для следующих элементов:

- измерительного преобразователя расхода;
- преобразователя расчетно–измерительного;
- контроллеров.

Способы нанесения пломбирования смотрите в Руководстве по эксплуатации на соответствующее изделие.

## 1.6 УПАКОВКА

Упаковка узла учета производится в фанерный ящик согласно ГОСТ 9.014. Упаковка обеспечивает защиту средств измерений от климатических и механических повреждений при транспортировании, погрузочно-разгрузочных работах и хранении.

Все датчики, вычислитель и контроллеры, входящие в состав узла учета, упакованы в соответствии с требованиями соответствующих ТУ на эти СИ.

Эксплуатационная документация на узел упакована в полиэтиленовый пакет и уложена в упаковочную тару.

## 1.7 КОМПЛЕКТ ПОСТАВКИ

Узел учета является составным изделием. Комплект поставки узла учета должен соответствовать **таблице 1.7**. Полный состав узла, в исполнении согласно заказу, приведен в Паспорте ЭМИС-ЭСКО2210.00.00 (**Приложение А и Б**).

**Таблица 1.7 – Комплект поставки узла учета ЭМИС-ЭСКО 2210**

Обозначение	Пояснение
ЭМИС–ЭСКО 2210	Узел учета ЭМИС-ЭСКО 2210 в исполнении согласно заказу (см. п. 1.2.)
ЭМИС–ЭСКО2210.00.00 РЭ	Узел учета ЭМИС-ЭСКО 2210. Руководство по эксплуатации
МП 32 -221-2011	Узел учета ЭМИС-ЭСКО 2210. Методика поверки
ЭМИС-ЭСКО2210.00.00 ПС	Узел учета ЭМИС-ЭСКО 2210. Паспорт
РЭ на средства измерения	Руководства по эксплуатации на все средства измерения, входящие в состав узла согласно заказу

При получении узла учета, необходимо:

- проверить состояние упаковки на предмет отсутствия повреждений;
- проверить комплектность поставки;
- сравнить соответствие узла учета спецификации, указанной в заказе. В случае повреждения упаковки, несоответствия комплектности или спецификации счетчика, следует составить акт.



## 1.8 КАРТА ЗАКАЗА

Варианты исполнения узла учета представлены в *таблице 1.8*.

Таблица 1.8 – Карта заказа

<b>Код</b>	<b>0</b>	<b>Наименование изделия</b>				
	ЭМИС - ЭСКО 2210	Узел учета ЭМИС - ЭСКО 2210				
<b>Код</b>	<b>1</b>	<b>Количество точек учета</b>				
	1	одна точка учета				
	2	две точки учета				
	3	три точки учета				
	4	четыре точки учета				
	X	спец. заказ				
<b>Код</b>	<b>2</b>	<b>Измеряемая среда</b>				
	Ж	Жидкость				
	Г	Газ				
	П	Пар (насыщенный/ перегретый)				
	X	Другое				
<b>Код</b>	<b>3</b>	<b>Требуемая точность при измерении расхода среды</b>				
	1,5	1,5%				
	2,5	2,5%				
	3,5	3,5%				
	5,0	5,0%				
	X	спец. заказ				
<b>Код</b>	<b>4</b>	<b>Максимальное давление измеряемой среды (абсолютное)</b>				
	0,04	0,04 МПа	0,40	0,40 МПа	4,00	4,00 МПа
	0,06	0,06 МПа	0,60	0,60 МПа	6,30	6,30 МПа
	0,10	0,10 МПа	1,00	1,00 МПа	10,00	10,00 МПа
	0,16	0,16 МПа	1,60	1,60 МПа	20,00	20,00 МПа
	0,25	0,25 МПа	2,50	2,50 МПа	X	спец. заказа
<b>Код</b>	<b>5</b>	<b>Диапазон температур измеряемой среды</b>				
	100	от -40 до +100°C	460	от -40 до +460 °C		
	250	от -40 до +250°C	X	спец. заказ		
	320	от -40 до +320 °C				
<b>Код</b>	<b>6</b>	<b>Диаметр трубопровода присоединительный</b>				
	015	15 мм	080	80 мм	300	300 мм
	025	25 мм	100	100 мм	350	350 мм
	032	32 мм	125	125 мм	400	400 мм
	040	40 мм	150	150 мм	....	...
	050	50 мм	200	200 мм	2000	2000 мм
	065	65 мм	250	250 мм	X	спец. заказ
<b>Код</b>	<b>7</b>	<b>Диаметр преобразователя расхода</b>				
	015	15 мм	080	80 мм	300	300 мм
	025	25 мм	100	100 мм	350	350 мм(для ЭВ 205)
	032	32 мм	125	125 мм	400	400 мм(для ЭВ 205)
	040	40 мм	150	150 мм	....	... ( для ЭВ 205)
	050	50 мм	200	200 мм	2000	2000 мм(для ЭВ 205)
	065	65 мм	250	250 мм	X	спец. заказ



<b>Код</b>	<b>8</b>	<b>Взрывозащита</b>
	-	Общепромышленного исполнения
	<b>Exd</b>	Взрывозащищенное исполнение измерительных преобразователей вида взрывонепроницаемая оболочка
	<b>Exib</b>	Взрывозащищенное исполнение измерительных преобразователей вида искробезопасная цепь Exib
	<b>X</b>	Спец. заказ
<b>Код</b>	<b>9</b>	<b>Материал трубопровода</b>
	<b>H</b>	Нержавеющая сталь
	<b>Ст</b>	Углеродистая сталь
	<b>09Г2С</b>	Сталь 09Г2С
	<b>X</b>	спец. заказ
<b>Код</b>	<b>10</b>	<b>Шкаф</b>
	<b>МШ</b>	Монтажный шкаф для установки функциональной аппаратуры и контроллеров
	<b>ШТ</b>	Шкаф трубный с отделением для установки узла учета и отсеком для установки функциональной аппаратуры
	<b>ШТО</b>	Шкаф трубный, обогреваемый, для эксплуатации узла в «суровых» зимних условиях
	-	нет
	<b>X</b>	Спец. заказ
<b>Код</b>	<b>11</b>	<b>Интерфейс передачи данных</b>
	-	RS - 232 (USB)/CAN-BUS
	<b>GPRS/GSM</b>	GPRS/GSM
	<b>RS - 485</b>	RS - 485
	<b>E</b>	Ethernet
	<b>X</b>	спец. заказ
<b>Код</b>	<b>12</b>	<b>Поверка</b>
	-	Заводская
	<b>ГП</b>	Государственная поверка
<b>Код</b>	<b>13</b>	<b>Требуемое ПО</b>
	-	ПО для локального сбора данных (ПО Телепорт)
	<b>И</b>	Диспетчерский программный комплекс "ИСКРа" для удаленного сбора данных
	<b>С</b>	Интеграция данных в SCADA верхнего уровня
<b>Код</b>	<b>14</b>	<b>Наличие соединительного кабеля до вычислителя</b>
	<b>ДХ</b>	Кабель МКЭШ 5 x 0,5 мм <sup>2</sup> , «Х» м (вместо "X"- необходимая длина кабеля)
	-	Не требуется
<b>Код</b>	<b>15</b>	<b>Измерительные участки</b>
	<b>10/5</b>	10 Ду перед прибором, 5 Ду после прибора (стандартное исполнение)
	-	Поставка измерительных участков не требуется
	<b>X</b>	спец.заказ
<b>Код</b>	<b>16</b>	<b>Контроль качества сварных соединений измерительных участков</b>
	<b>В</b>	Визуально-измерительный контроль - 100%
	<b>X</b>	Химический метод контроля - 100%, визуально-измерительный контроль - 100%
	<b>У31</b>	Ультразвуковой контроль - 25%, (согласно ВСН 012-88), визуально измерительный контроль - 100%
	<b>У32</b>	Ультразвуковой контроль - 50%, (согласно ВСН 012-88), визуально измерительный контроль - 100%
	<b>У33</b>	Ультразвуковой контроль - 100%, (согласно ВСН 012-88), визуально измерительный контроль - 100%

Пример заполнения карты заказа:

ЭМИС-ЭСКО 2210 -

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	- Ж	- 1,5	- 1.60	- 100	- 150 / 100	-	Exib	- Ст	- МШ

Запись при заказе ЭМИС-ЭСКО 2210 - 1 - Ж - 1,5 - 1.60 - 100-150/200 - Ex - Ст - МШ -

11	12	13	14	15	16
GPRS/GSM	- ГП	- И	- Д15	- 10/5	- В

- GPRS/GSM - ГП - И - Д15 - 10/5 - В

Расшифровка обозначения:

ЭМИС-ЭСКО 2210 - 1 - Ж - 1,5 - 1.60 - 100-150/100 - Ex - Ст - МШ - GPRS/GSM - ГП - И - Д15 - 10/5 - В - узел учета ЭМИС-ЭСКО 2210 для установки на один трубопровод, для измерения объемного расхода жидкости с точностью 1,5%, с давлением среды до 1,6 МПа и температурой 100 °С. Диаметр условного прохода расходомера составляет 150 мм, присоединительный диаметр - 100мм. Установка узла вида Exib осуществляется во взрывоопасной зоне. Материал трубопровода – сталь 20. В комплект узла включен монтажный шкаф настенного исполнения, передача данных пользователю осуществляется по GPRS каналу. Все датчики гос. поверены. В комплект поставки включено программное обеспечение «ИСКРА», промаркированный соединительный кабель 5-ти жильный, длиной 15 метров, стандартные измерительные участки с визуальным контролем качества сварных соединений.

## 2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

### 2.1 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

#### 2.1.1 Общие указания

К монтажу, эксплуатации, техническому обслуживанию узла учета должны допускаться лица, изучившие настоящее РЭ и Эксплуатационную документацию на изделия входящие в состав узла учета, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электротехническими устройствами.

Все операции по эксплуатации и поверке узла учета необходимо выполнять с соблюдением требований по защите от статического электричества. Указания мер безопасности при монтаже и эксплуатации измерительных преобразователей и контроллеров приведены в РЭ на конкретное изделие.

При проведении монтажных, пуско-наладочных работ и ремонта запрещается:

- подключать измерительные преобразователи и контроллеры к источнику питания с выходным напряжением, отличающимся от указанного в настоящем РЭ;
- использовать электроприборы, электроинструменты без их подключения к шине защитного заземления, а также в случае их неисправности;
- установка и эксплуатация узлов учета в условиях превышения предельно допустимых параметров давления и температуры измеряемой среды;

При проведении монтажных работ опасными факторами являются:

- напряжение питания переменного тока с действующим значением 220В и выше, частотой 50 Гц (при расположении внешнего источника питания в непосредственной близости от места установки);
- избыточное давление измеряемой среды в трубопроводе;
- повышенная температура измеряемой среды;
- токсичность измеряемой среды.

## 2.2 ТРЕБОВАНИЯ К МОНТАЖУ

Перед монтажом все преобразователи должны быть осмотрены. Необходимо обратить внимание на предупредительные надписи, маркировку взрывозащиты и ее соответствие классу взрывоопасной зоны, проверить состояние взрывозащищенных элементов, предупредительные надписи, отсутствие повреждений преобразователя, наличие заземляющего зажима, наличие средств уплотнения для кабеля и крышек, состояния подключаемого кабеля.

Запрещается проводить монтаж преобразователей, контроллера и всей функциональной аппаратуры при параметрах процесса, значения которых превышают заданных в руководствах по эксплуатации на соответствующие изделия и узел в целом.

### 2.2.1 Выбор места установки

При выборе места установки узла учета на трубопровод необходимо руководствоваться следующими обязательными правилами:

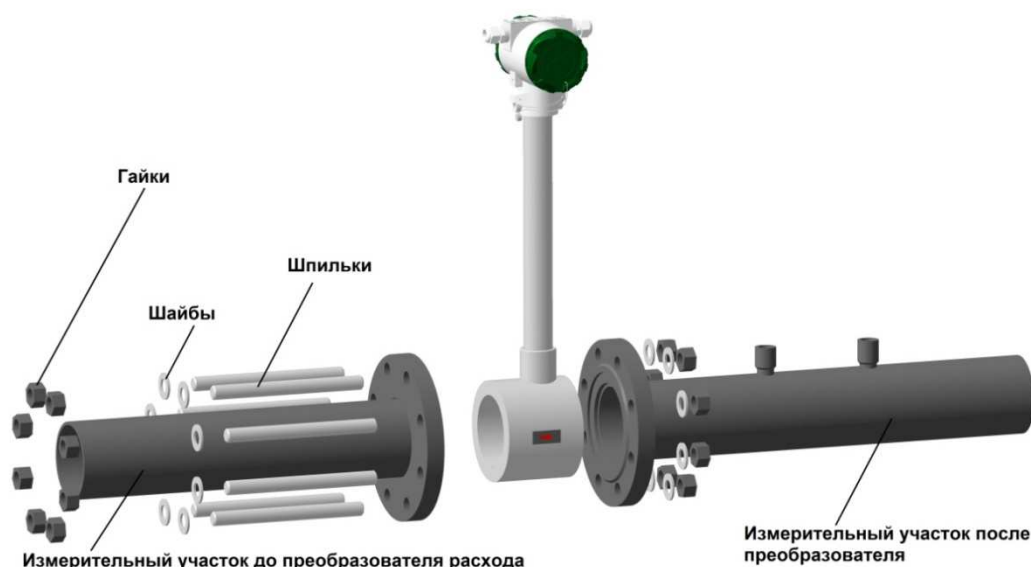
- к узлу учета должен быть обеспечен свободный доступ;
- место установки узла учета должно исключать его механическое повреждение при эксплуатации;
- в случае поставки узла учета без комплекта измерительных участков место установки на трубопроводе должно выбираться таким образом, чтобы до и после преобразователя расхода соблюдалось требования к длинам прямых участков в соответствии **РЭ «ЭМИС-ВИХРЬ 200», п.2.2.2.**;
- место установки узла должно выбираться с учетом удобства прокладки и минимальной длины кабельных линий до регистрирующей аппаратуры;
- не допускается устанавливать узел учета в затопляемых помещениях;
- установка узла учета в зоне расположения устройств, создающих вокруг себя мощное магнитное поле (например, силовых трансформаторов), не допускается;
- узел учета необходимо устанавливать на участке трубопровода с максимально низким уровнем вибраций, не превышающий требования всех компонентов узла (см. Руководство по Эксплуатации на конкретное изделие).

## 2.3 МОНТАЖ УЗЛА УЧЕТА

Установку узла учета на трубопровод проводят в следующей последовательности. При монтаже измерительных преобразователей, контроллеров и функциональной аппаратуры, необходимо пользоваться руководством по эксплуатации на соответствующее изделие.

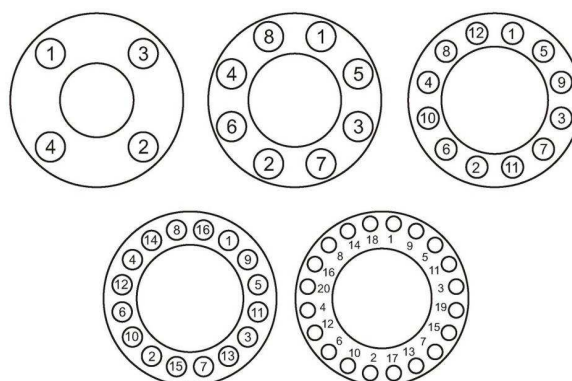
### 2.3.1 Монтаж преобразователя расхода ЭВ-200.

Собрать узел из измерительных участков и преобразователя с помощью шпилек и гаек (в случае, если соединение с трубопроводом типа «сэндвич») (см. **рисунок 2.2**) или болтов и гаек (в случае, если соединение преобразователя расхода с трубопроводом фланцевое).



**Рисунок 2.2** – Сборка преобразователя расхода

Затяжку крепежа рекомендуется производить поочередно по диаметрально противоположным парам болтов (см. **рисунок 2.3**).

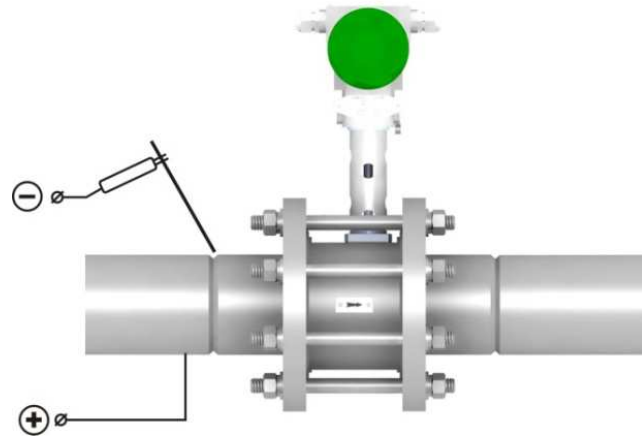


**Рисунок 2.3** – Последовательность затяжки болтов фланцев

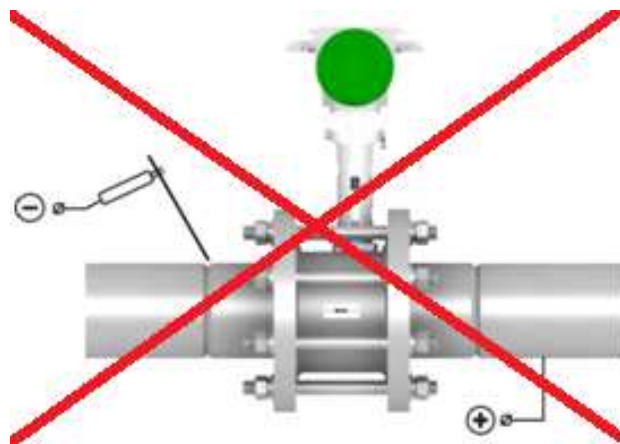
Приварите собранный узел к трубопроводу, как показано на **рисунке 2.4**.

#### ВНИМАНИЕ!

При монтаже с использованием электродуговой сварки источник тока присоединять таким образом, чтобы сварочный ток не протекал через преобразователь.



Правильно



Неправильно

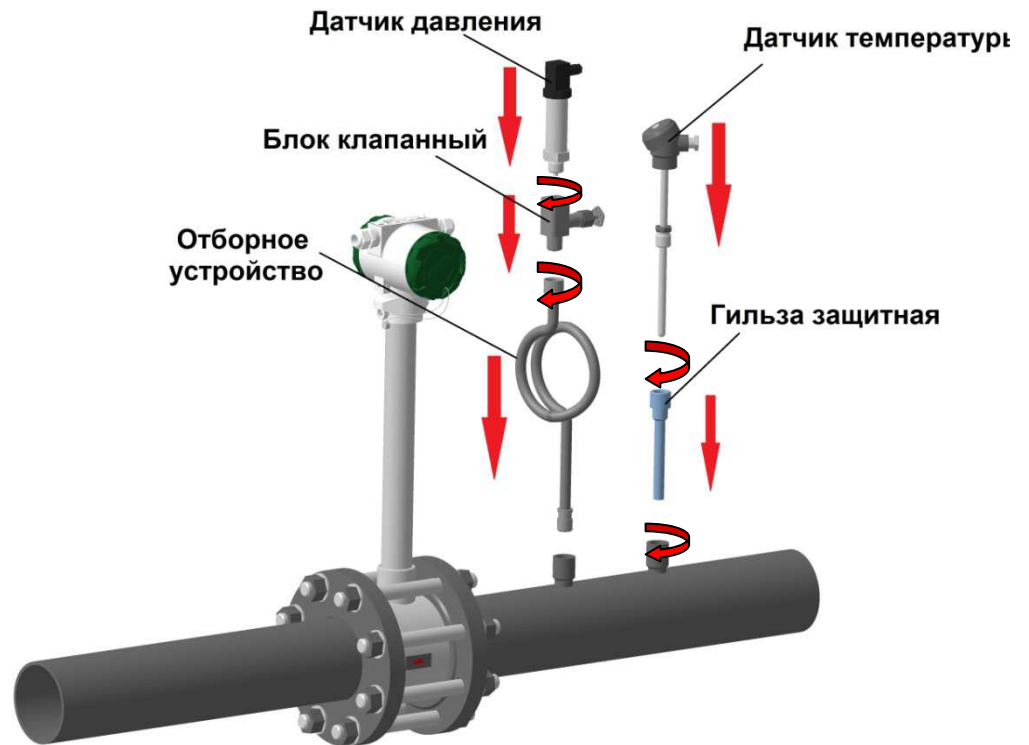
**Рисунок 2.4** – Приварка измерительных участков и преобразователя к трубопроводу

При ограниченном пространстве и большом диаметре трубопровода не всегда возможно выполнить рекомендации по длинам прямых участков. В этом случае рекомендуется применить выпрямитель потока ЭМИС – ВЕКТА 1200, который позволяет уменьшить длину входного участка до 8 Ду. Выпрямитель потока эффективно выпрямляет профиль потока с некоторой потерей давления. Размеры выпрямителя и руководство по монтажу см. РЭ «ЭВ 200», п.2.2.2.

### 2.3.2 Монтаж преобразователя давления и температуры

Преобразователи давления и температуры необходимо монтировать на измерительном участке ниже по потоку после преобразователя расхода в посадочные отверстия, как показано на **рисунке 2.5**.

Место установки преобразователей определены бобышками (или отверстием под отборное устройство) на измерительном участке, поставляемом в комплекте с узлом учета.



**Рисунок 2.5** – Схема монтажа преобразователя давления и преобразователя температуры

В том случае, если измерительные участки не входят в комплект поставки узла учета, то преобразователь давления должен устанавливаться на расстоянии  $3..5 \text{ Ду}$  от преобразователя расхода ниже по потоку, а преобразователь температуры – на расстоянии  $4..6 \text{ Ду}$  от преобразователя расхода ниже по потоку. При этом место установки преобразователей на измерительном участке должны обеспечивать удобные условия обслуживания и монтажа.

Преобразователь давления вместе с клапанным блоком устанавливается в бобышку, свариваемую в трубопровод в посадочное отверстие согласно **рисунку 2.5**. При поставке узла учета с отборным устройством, сначала на участок трубопровода сваривается отборное устройство в комплекте с шаровым краном, после чего устанавливается датчик давления.

После установки преобразователя давления корпус АИР-10 (20) необходимо заземлить, для чего отвод сечением не менее  $1 \text{ мм}^2$  присоединить к контакту  $\perp$  разъема на корпусе АИР-10(20).

Все крепежные элементы должны быть затянуты, съемные детали должны прилегать к корпусу плотно, насколько позволяет это конструкция преобразователя давления.

Монтаж ТПТ-1-3 на трубопровод осуществляется при помощи защитной гильзы, которая устанавливается в бобышку, свариваемую в трубопровод в посадочное отверстие, согласно **рисунку 2.5**.

### 2.3.3 Проверка работоспособности измерительных преобразователей

Работоспособность измерительных преобразователей узла учета проверена на предприятии-изготовителе. Все приборы поставляются в работоспособном состоянии и имеют соответствующие отметки в паспортах.

Заводская установка диапазонов измеряемых давлений указана в паспорте АИР-10 (20). Преобразователь давления по умолчанию настроен на требуемый предел измерения, согласно опросному листу и требованиям заказчика.

В том случае, если какой-либо из изделий работает некорректно рекомендуется проверить работоспособность прибора согласно указаниям, приведенным в РЭ на конкретное изделие.



### 2.3.4 Монтаж контроллеров, блока питания, барьеров искрозащиты

Вся функциональная аппаратура, контроллеры и вычислитель устанавливаются на DIN-рейку NS 35/7,5 в соответствии с правилами устройства электроустановок. Рекомендации по установке аппаратуры на рейку см. в Руководстве по Эксплуатации на соответствующее изделие.

Если узел учета поставляется вместе с монтажным шкафом контрольно измерительной аппаратуры (удаленного исполнения), все элементы устанавливаются на DIN-рейку, установленную в шкафу (см. рисунок 2.6).

В монтажном шкафу имеется:

- кабельный ввод для подведения проводов с измерительных преобразователей и кабеля для подключения вычислителя к ПК;
- два поворотных замка под ключ с двойной бородкой;
- кронштейны для настенного крепления.

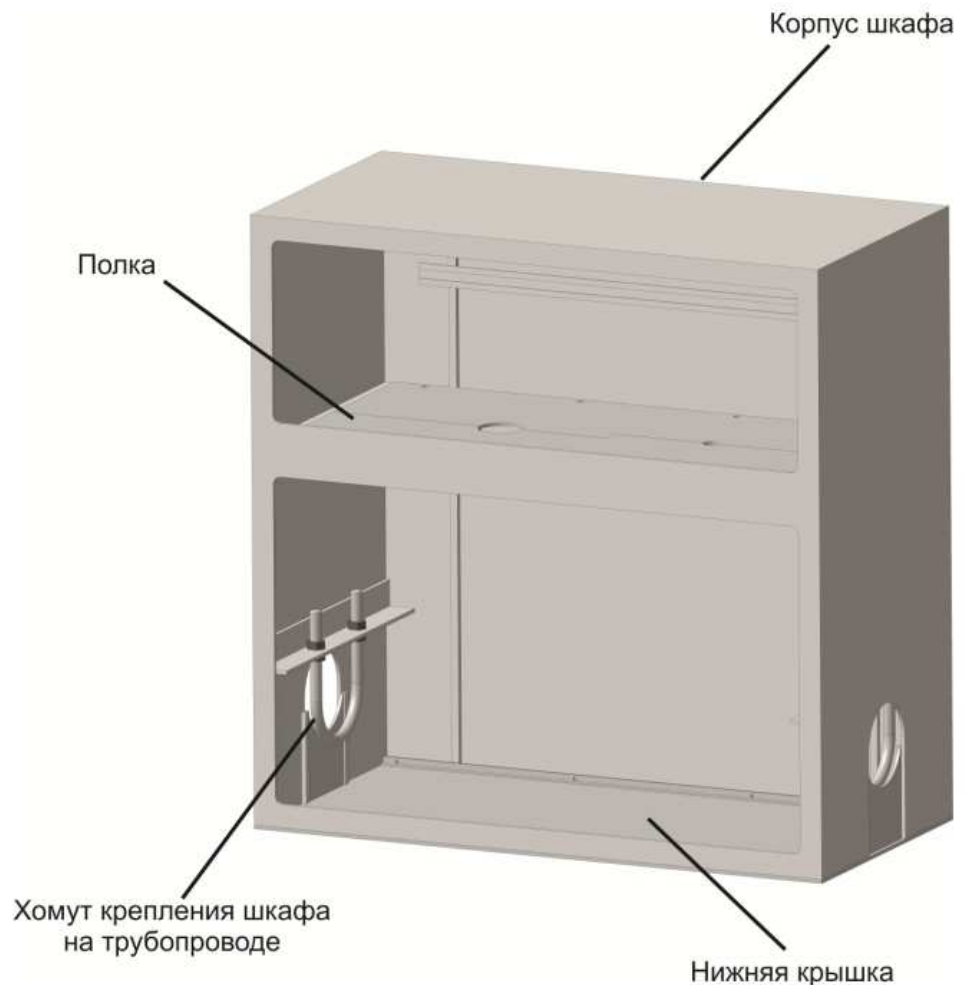
Для просмотра параметров с индикатора вычислителя, на двери имеется обзорное окно.



**Рисунок 2.6** – Внешний вид монтажного шкафа с установленной аппаратурой.

Если узел учета поставляется со шкафом трубным, вся функциональная и регистрирующая аппаратура устанавливается в отделение в верхней части шкафа, а сам узел с измерительными участками – в нижней отсек. Шкаф поставляется в собранном виде (см. рисунок 2.7). С целью повышения наглядности изображений шкаф отображается без дверей верхнего и нижнего отсеков.





**Рисунок 2.7** – Шкаф трубный

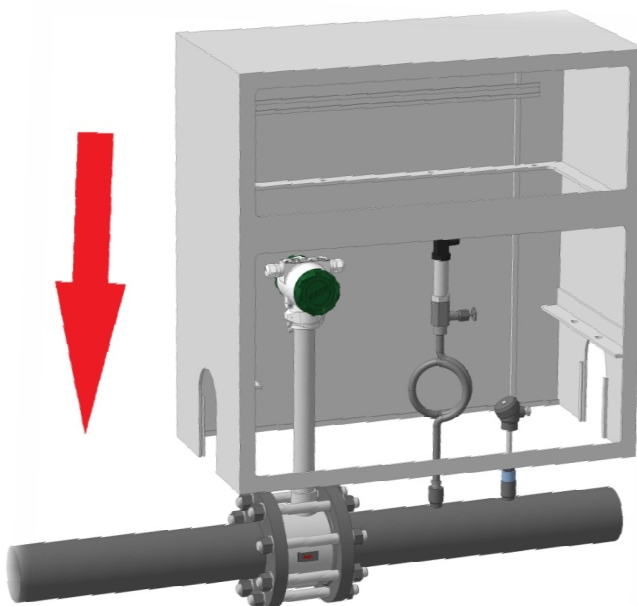
Шкаф трубный состоит из следующих элементов:

- корпус шкафа;
- полка – предназначенная для отделения верхнего отсека с электроникой от нижнего отсека с участком трубопровода;
- DIN–рейка в верхнем отсеке для установки функциональной аппаратуры;
- два хомута – предназначенные для фиксации шкафа на трубопроводе;
- нижняя крышка.

Перед монтажом шкафа необходимо произвести его разборку. Для этого нужно:

- отсоединить полку шкафа, открутив 8 винтов, на которых она крепится к корпусу шкафа;
- отсоединить хомуты крепления шкафа на трубопроводе;
- отсоединить нижнюю стенку шкафа, открутив 8 винтов крепления крышки на корпусе шкафа.

Шкаф необходимо монтировать на узел учета в следующей последовательности:  
1. Корпус шкафа необходимо смонтировать на приваренный к трубопроводу узел как показано **на рисунке 2.8.**



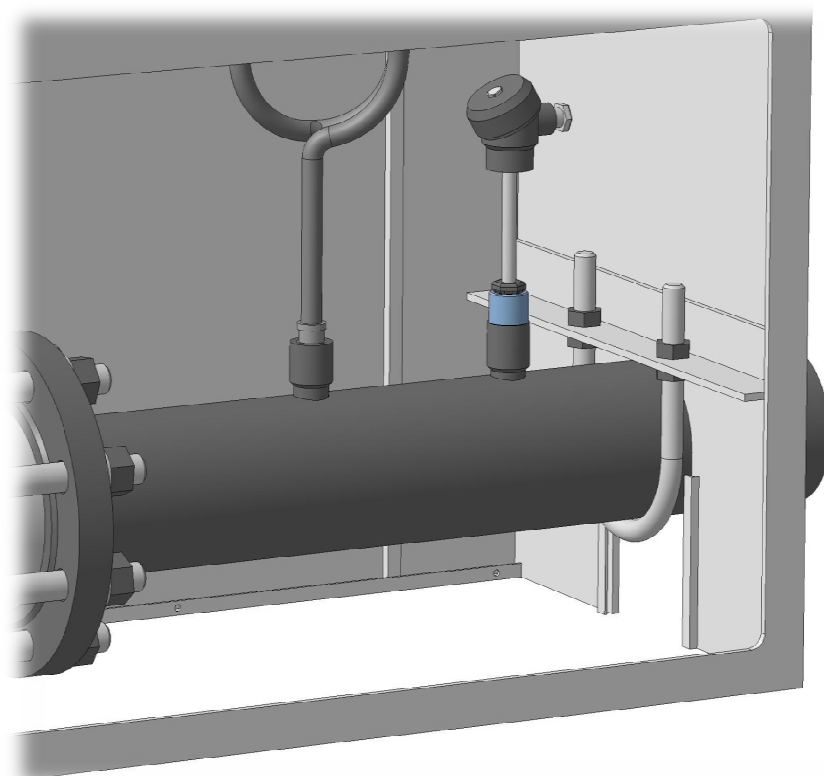
**Рисунок 2.8** – Монтаж шкафа на узел

2. Поступательными движениями (влево - вправо) установить шкаф на трубопроводе так, чтобы при установке полок, стойка датчика расхода и датчика давления располагались в посадочных отверстия в полке. Зафиксировать полку винтами и гайками.



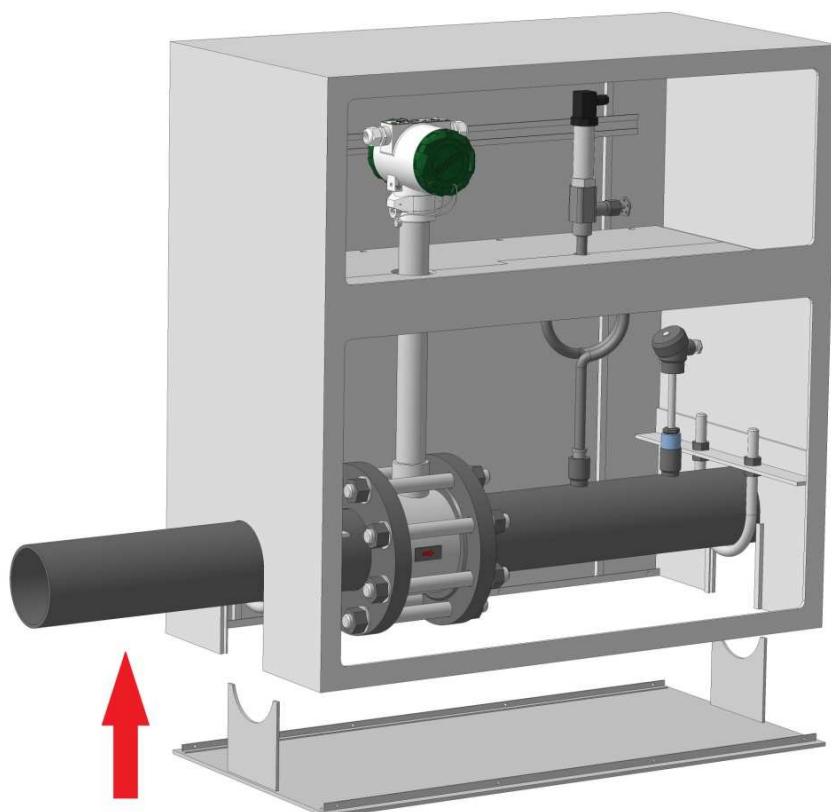
**Рисунок 2.9** – Установка полок

3. Зафиксировать шкаф на трубопроводе с помощью хомутов: вставить хомуты в специальные отверстия в уголках, приваренных к стенке шкафа и зафиксировать его гайками (см. **рисунок 2.9**)



**Рисунок 2.10** – Схема фиксации шкафа на трубопроводе

4. Вставить в шкаф нижнюю крышку и зафиксировать ее с помощью 8 винтов и гаек (см. **рисунок 2.11**):



**Рисунок 2.11** – Схема монтажа нижней крышки в шкаф

5. Установить функциональную аппаратуру на DIN-рейку.



**Рисунок 2.12** – Внешний вид трубного шкафа с установленным узлом и функциональной аппаратурой

6. Монтаж узла учета на месте установки завершен.

## 2.4 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОДКЛЮЧЕНИЕ

Подключение внешнего источника питания, измерительных преобразователей, барьеров искрозащиты, коробки взрывозащищенной, магистрали обмена и выходов питания для гальванически изолированных цепей осуществляется к разъемным клеммам под винт для удобства демонтажа в процессе отладки системы и при периодической поверке. Для монтажа рекомендуется применять кабель МКЭШ по ГОСТ 10348-80 (или аналогичный) с необходимым числом жил сечением не менее 0,5 мм<sup>2</sup>.

### 2.4.1 Назначение клемм

Назначение клемм и наименование цепей приведено в **таблице 2.1**. При обозначении полярности подключения измерительных преобразователей символом «+» обозначен вытекающий ток из ТЭКОН-19-05, символом «-» обозначен втекающий ток. Расположение и порядок нумерации клемм показаны на **рисунке 2.7**.



**Рисунок 2.7**–Внешний вид передней панели и нумерация клемм ТЭКОН-19-05

**Таблица 2.1** – Назначение клемм и наименование цепей

Сигнал и маркировка на корпусе		Цепь и ее обозначение на схемах		№ клеммы
Измерительный канал сопротивления № 0	T0	Токовая цепь	J <sub>R</sub> 0+	8
			J <sub>R</sub> 0-	5
		Измерительная цепь	U <sub>R</sub> 0+	7
			U <sub>R</sub> 0-	6
Измерительный канал силы тока № 0	U <sub>п</sub> 0	Выход источника питания	U <sub>п</sub> 0+	-
			U <sub>п</sub> 0-	-
	J0	Измерительная цепь	U <sub>J</sub> 0+	16
			U <sub>J</sub> 0-	15
Группа измерительных каналов частоты и количества импульсов, № 0	U <sub>пд</sub> 1	Вход источника питания	U <sub>пд</sub> 1+	24
			U <sub>пд</sub> 1-	23
	F0	Вход ИК № 0	F0+	22
			F0-	21
U <sub>п</sub>	Выход источника питания	U <sub>п</sub> +	12	
		U <sub>п</sub> -	11	
CAN	Магистраль CAN-BUS	H	10	
		L	9	

Питание ТЭКОН-19-05М выполняется подключением внешнего источника постоянного тока ЭМИС-БРИЗ 90-24-4-100 к клеммам «U<sub>по</sub>», «U<sub>нд1</sub>». Питание должно подключаться только после завершения монтажа всех остальных цепей. В электрооборудование здания должен входить выключатель или автомат защиты, устанавливаемый в монтажном шкафу вблизи ТЭКОН-19-05М и его источника питания, имеющий маркировку как отключающее устройство в соответствии с ГОСТ 51350. Монтаж и демонтаж ТЭКОН-19-05М и его внешних цепей следует проводить при отключенном электропитании самого преобразователя и всех подключаемых к нему устройств.

#### 2.4.2 Подключение измерительных преобразователей к ТЭКОН-19-05

Подключение измерительных преобразователей, внешнего источника питания, функциональной аппаратуры осуществляется по одной из схем подключений, приведенных в **приложении В**, согласно **таблице 2.1**. По дополнительному заказу, в комплекте с узлом учета поставляется соединительный кабель МКЭШ 5-ти жильный.

Подключение измерительных преобразователей к ТЭКОН-19-05:

- Подключение преобразователя температуры ТПТ-1-3 производится к измерительному каналу (ИК) сопротивления с маркировкой «Т0». Подключение выполняется по четырехпроводной схеме в соответствии со схемами приведенными в **приложении В**, к клеммам с номерами, приведенными в **таблице 2.1**. При использовании узла учета вида Exd во взрывоопасной зоне, подключение преобразователя температуры к контроллеру производится с использованием коробки взрывозащищенной КР-В-100d и барьера искрозащиты БИС-А-106-Ex.

- Подключение измерительных преобразователей давления производится к ИК силы тока с маркировкой Ю. Подключение выполнять по схеме, **приложение В**, к клеммам с номерами, приведенными в **таблице 2.1**. Подключение узла вида Ex ib во взрывоопасной зоне осуществляется с помощью барьеров искрозащиты БИС-А-110-Ex.

- Подключения преобразователя расхода выполняют по двухпроводной схеме путем соединения одноименных цепей измерительных преобразователей с клеммами ТЭКОН-19-05, имеющими маркировку «F0» с соблюдением полярности согласно **приложения В**, к клеммам с номерами, приведенными в **таблице 2.1**. Соединение с блоком питания во взрывоопасной зоне Ex ib осуществляется с помощью барьера искрозащиты БИС-А-111-Ex по схеме 5 (**Приложение В**).

ИК объединены в группы (см. **таблицу 2.1**), в каждой из которых предусмотрен один вход питания на все каналы группы. При подключении измерительных преобразователей к группе ИК, на вход питания группы необходимо подключить напряжение (12-24)В постоянного тока от внешнего **изолированного** источника питания. При этом все каналы внутри группы оказываются гальванически связаны между собой, но гальванически изолированы от ИК другой группы и цепи питания преобразователя.

**Допускается** объединять цепи питания группы ИК с цепью питания преобразователя с соблюдением полярности при условии соблюдения характеристик источников питания. В этом случае измерительные цепи всех измерительных преобразователей будут гальванически связаны между собой и с цепью питания преобразователя.

#### 2.4.3 Подключение контроллера к ПК

Вычислитель ТЭКОН 19-05 подключается к ПК с помощью сервисного интерфейса RS-232 посредством кабеля RS-232 или по магистрали CAN.

В случае удаленного подключения к узлу учета для снятия показаний посредством GPRS канала, контроллер подключается к компьютеру посредством контроллера GSM/GPRS K-105.

В случае передачи данных через интерфейс RS-485, вычислитель подключается к ПК посредством адаптера АИ-80.

Способ подключения к ПК см в Руководстве по Эксплуатации на соответствующий контроллер.



#### 2.4.4 Подключение внешних модулей CAN

Подключение к магистрали обмена информацией CAN BUS осуществляется соединением клемм CAN L и CAN H с одноименными шинами магистрали. Номера клемм для подключения приведены в **таблице 2.1**. Топология магистрали должна удовлетворять схеме типа «Общая шина». На двух преобразователях, находящихся на противоположных концах магистрали, необходимо установить перемычку «TERM», расположенную под клеммами CAN L и H, на всех остальных преобразователях, подключенных к этой магистрали, перемычки должны быть обязательно удалены. Нормальная работа системы обмена данными по магистрали, построенной по топологиям «Звезда», «Куст» и др. не гарантируется.

#### 2.4.5 Проверка работоспособности ТЭКОН – 19-0М

После подключения к контроллеру ТЭКОН-19-05 всех измерительных преобразователей, источника питания необходимо проверить работоспособность узла учета.

Для проверки работоспособности ТЭКОН-19-05 необходимо убедиться, что на жидкокристаллическом дисплее контроллера отображаются измеряемые параметры.

## 2.5 ПУСКО - НАЛАДКА

#### 2.5.1 Настройки контроллера ТЭКОН в составе узла учета ЭМИС-ЭСКО 2210

На предприятии-изготовителе контроллер ТЭКОН-19-05М сконфигурирован под конкретные параметры технологического процесса с учетом опросных листов, полученных от Заказчика.

При возникновении необходимости произвести перенастройку контроллера необходимо обратиться к РЭ контроллера, а также к инструкции по работе с программным комплексом «ТЕЛЕПОРТ».

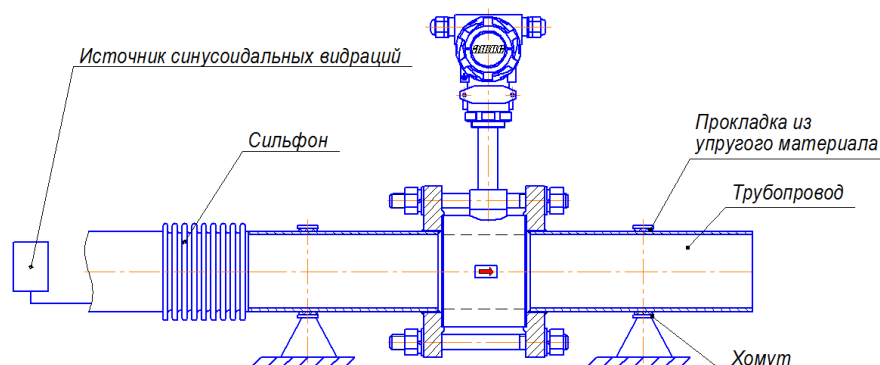
#### 2.5.2 Устранение эффекта «самохода» в процессе пуска-наладки

Если после установки преобразователя расхода на трубопровод на частотном выходе преобразователя расхода при отсутствии расхода измеряемой среды появляются импульсы, то это может означать, что вибрация трубопровода приводит к возникновению эффекта «самохода».

Для устранения эффекта «самохода» необходимо обратиться к **п. 2.1.3** Руководства по эксплуатации «ЭВ-200».

Если влияние вибрации указанными выше способами устранить не удастся, рекомендуется крепить трубопровод хомутами к бетонному или аналогичному основанию с прокладкой из упругого материала (например, техническая резина толщиной 10 мм), способного гасить вибрацию.

Дополнительно могут быть использованы другие способы компенсации воздействия вибрации. Например, установка на трубопроводе сильфона со стороны источника вибрации, использование резинового участка трубопровода (при условии, что будет выдержано рабочее давление среды) и т.д.



**Рисунок 2.12** – Закрепление трубопровода

После закрепления трубопровода проверить отсутствие «самохода».

### 3. РЕГЛАМЕНТНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Регламентное обслуживание узла учета ЭМИС – ЭСКО 2210 проводится согласно **таблице 3.1**.

**Таблица 3.1** – Порядок регламентного обслуживания узла учета ЭМИС-ЭСКО 2210

Наименование изделия	2 раза в год	4 года
Преобразователь расхода ЭМИС-ВИХРЬ 200	<b>п. 3 РЭ</b> «ЭВ-200»	-
Преобразователь давления АИР-10/Ех	<b>п. 5 РЭ</b> «АИР 10Н»	-
Преобразователь температуры ТПТ-1-3	<b>п. 5 РЭ</b> «ТПТ-1-3»	-
Контроллер ТЭКОН-19-05	-	<b>п. 7 РЭ</b> «ТЭКОН 19»

### 4. ПОВЕРКА

Порядок первичной и периодической поверок приведен в методике поверки МП 32-221-2011, поставляемой в комплекте с узлом учета.

Первичной поверке подлежат узлы учета до ввода в эксплуатацию и после ремонта. Поверка узла учета проводится поэлементно, порядок и периодичность поверки измерительных преобразователей и ТЭКОН–19, входящих в состав комплекса определены Эксплуатационной документацией на соответствующее изделие. Допускается проводить замену неисправных преобразователей однотипными поверенными без поверки всего узла, при этом делается отметка в паспорте.

Интервал между поверками – 4 года. При проведении поверки средств измерений, входящих в состав ЭМИС–ЭСКО 2210, применяют средства измерений и оборудование, указанные в РЭ на соответствующее СИ. Метод поверки узла учета – расчетный.



## 5. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ

### 5.1 Транспортирование

При транспортировании узла учета рекомендуется соблюдать следующие требования:

- узел учета в транспортной упаковке предприятия-изготовителя транспортируется любым видом транспорта в соответствии с условиями 5 по ГОСТ 15150;
- транспортирование узла учета в упаковке предприятия-изготовителя может проводиться любым видом транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов этого вида транспорта. Срок пребывания в условиях транспортировки не более 1 месяца;
- способ укладки ящиков на транспортирующее устройство должен исключать возможность их перемещения;
- во время погрузочно-разгрузочных работ и транспортирования ящики не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.

### 5.2 Хранение

Длительное хранение узла учета рекомендуется производить только в упаковке предприятия – изготовителя. Преобразователи после распаковывания должны храниться на стеллажах в закрытом помещении. Условия в распакованном виде – 1 по ГОСТ 15150.

Дополнительные требования по хранению изделий см. в РЭ на соответствующее СИ.

## 6. УТИЛИЗАЦИЯ

Узел учета не содержит вредных веществ и компонентов, представляющих опасность для здоровья людей и окружающей среды в процессе и после окончания срока службы и при утилизации.

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

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень ссылочных документов  
(справочное)

<b>Обозначение документа</b>	<b>Наименование</b>
ГОСТ 8.625 - 2006	Государственная система обеспечения единства измерений. Термометры сопротивления из платины, меди и никеля. Общие технические требования и методы испытаний
ГОСТ Р 51330.0-99	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 0. Общие требования.
ГОСТ Р 51330.1	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 1. Взрывозащита вида «взрывонепроницаемая оболочка»
ГОСТ Р 51330.9	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 9. Классификация взрывоопасных зон.
ГОСТ Р 51330.10-99	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 10. Искробезопасная электрическая цепь i.
ГОСТ Р 51330.13-99	Электрооборудование взрывозащищенное. Часть 14. Электроустановки в зонах (кроме подземных выработок)
ПУЭ-86	Правила устройств электроустановок
ПЭЭП	Правила эксплуатации электроустановок потребителей
ПР 50.2.019	Методика выполнения измерений при помощи турбинных, ротационных и вихревых счетчиков
ГСССД МР 113	Определение плотности фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости влажного нефтяного газа в диапазоне температур 263...500К при давлениях до 15МПа
ГСССД МР 118	Определение плотности фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости умеренно сжатых газовых смесей
ГСССД МР 134	Определение плотности фактора сжимаемости, показателя адиабаты и коэффициента динамической вязкости азота, ацетилена, кислорода, диоксида углерода, аммиака, аргона и водорода в диапазоне температур 200...425 К и давлении до 10МПа
ГОСТ 30319.2-96	Газ природный. Методы расчета физических свойств. Определение коэффициента сжимаемости

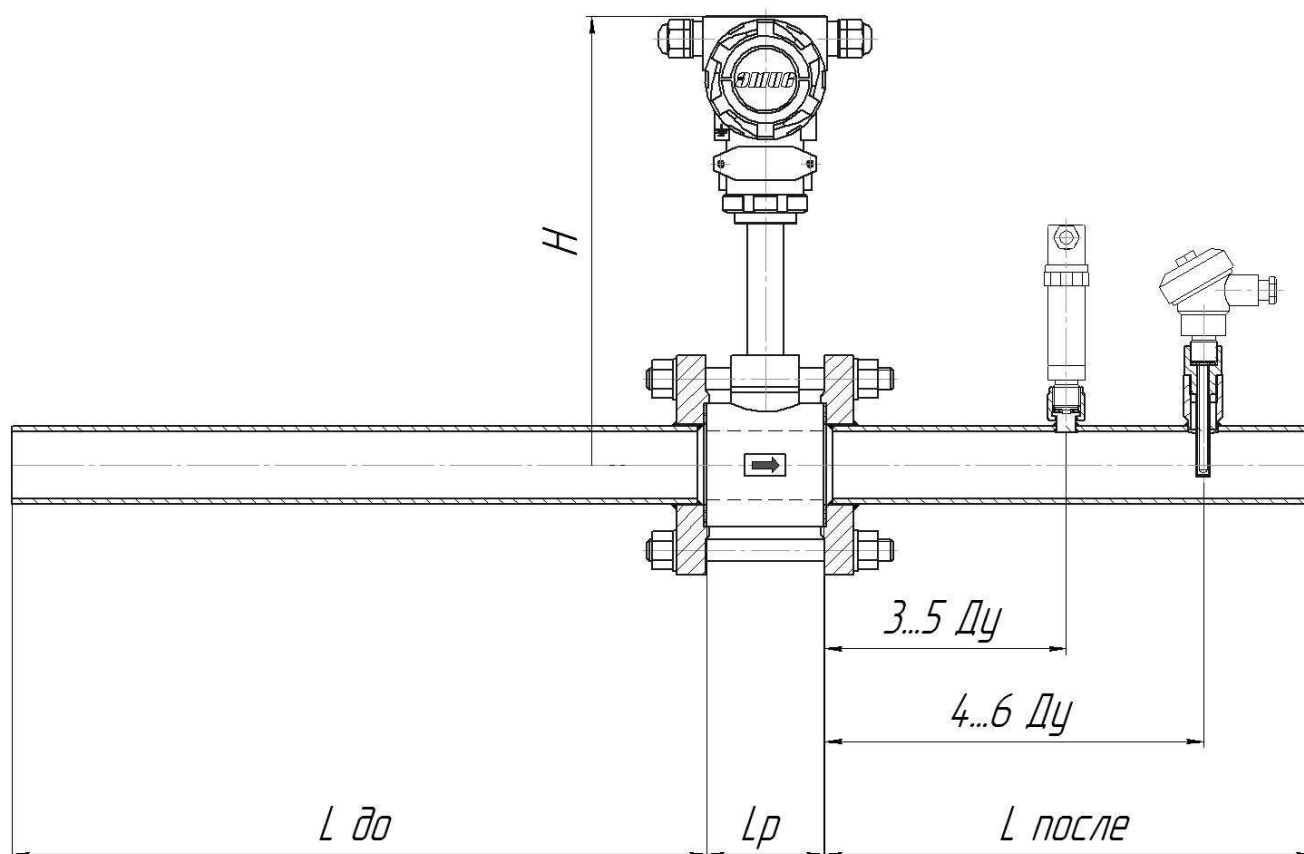
## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

**Габаритные размеры  
(обязательное)**

Общая длина узла  $L$  получается путем сложения общей длины преобразователя расхода (габаритные размеры приведены в РЭ на **ЭМИС-ВИХРЬ 200**), прямых участков до и после установки преобразователя расхода, за вычетом 5 мм.

$$L = L_{до} + L_p + L_{после} - 5\text{мм.}$$

В стандартном исполнении, длины измерительных участков составляют:  $L_{до} = 10 \cdot D_u$ ;  $L_{после} = 5 \cdot D_u$ .

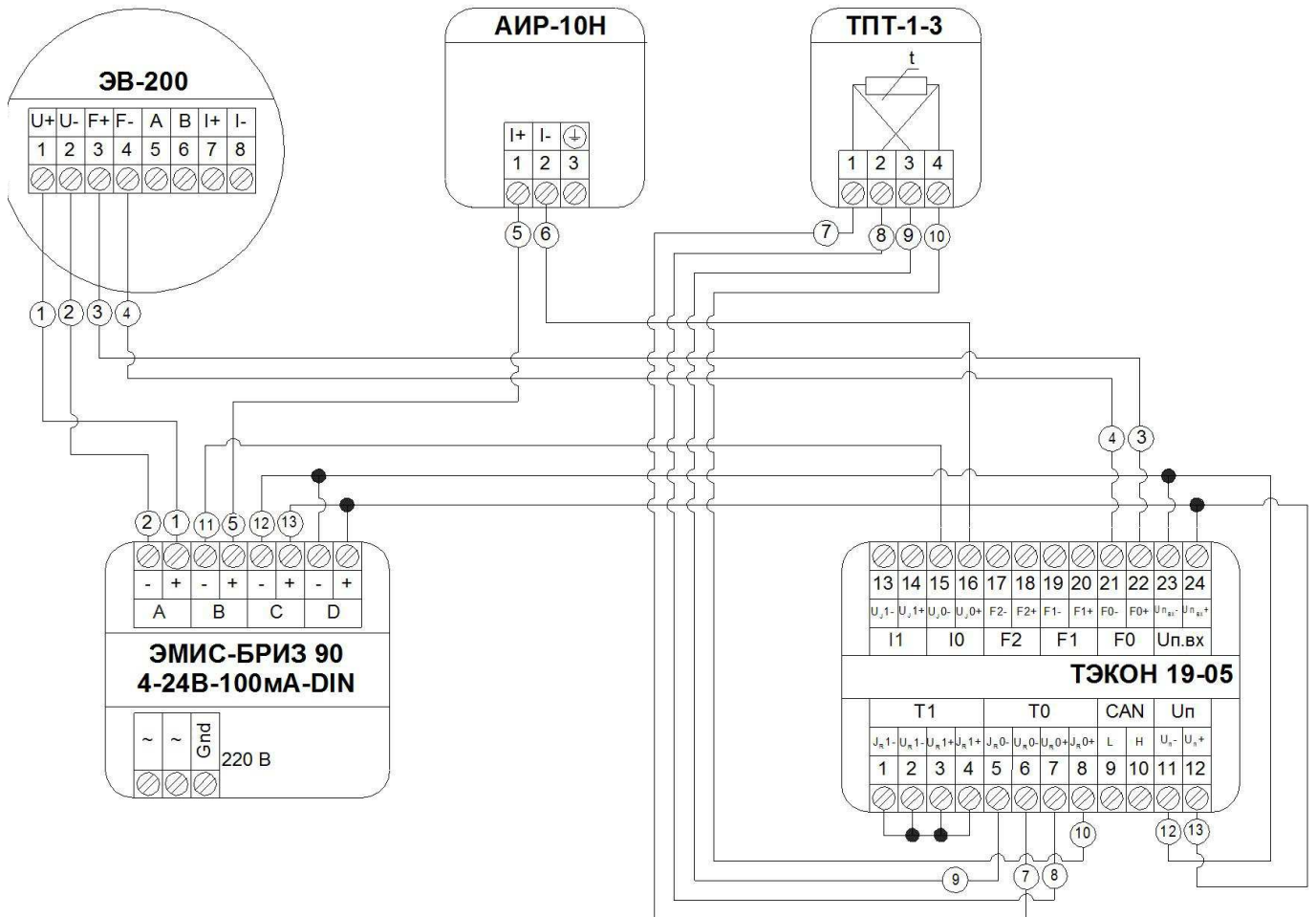


**Рисунок 1** – Габаритные размеры преобразователя расхода типа «сэндвич».

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Схема подключения (обязательное)

Схема 1. – Подключение для общепромышленного применения



**Схема 2. – Подключение для общепромышленного применения, без «скрутки» проводов**

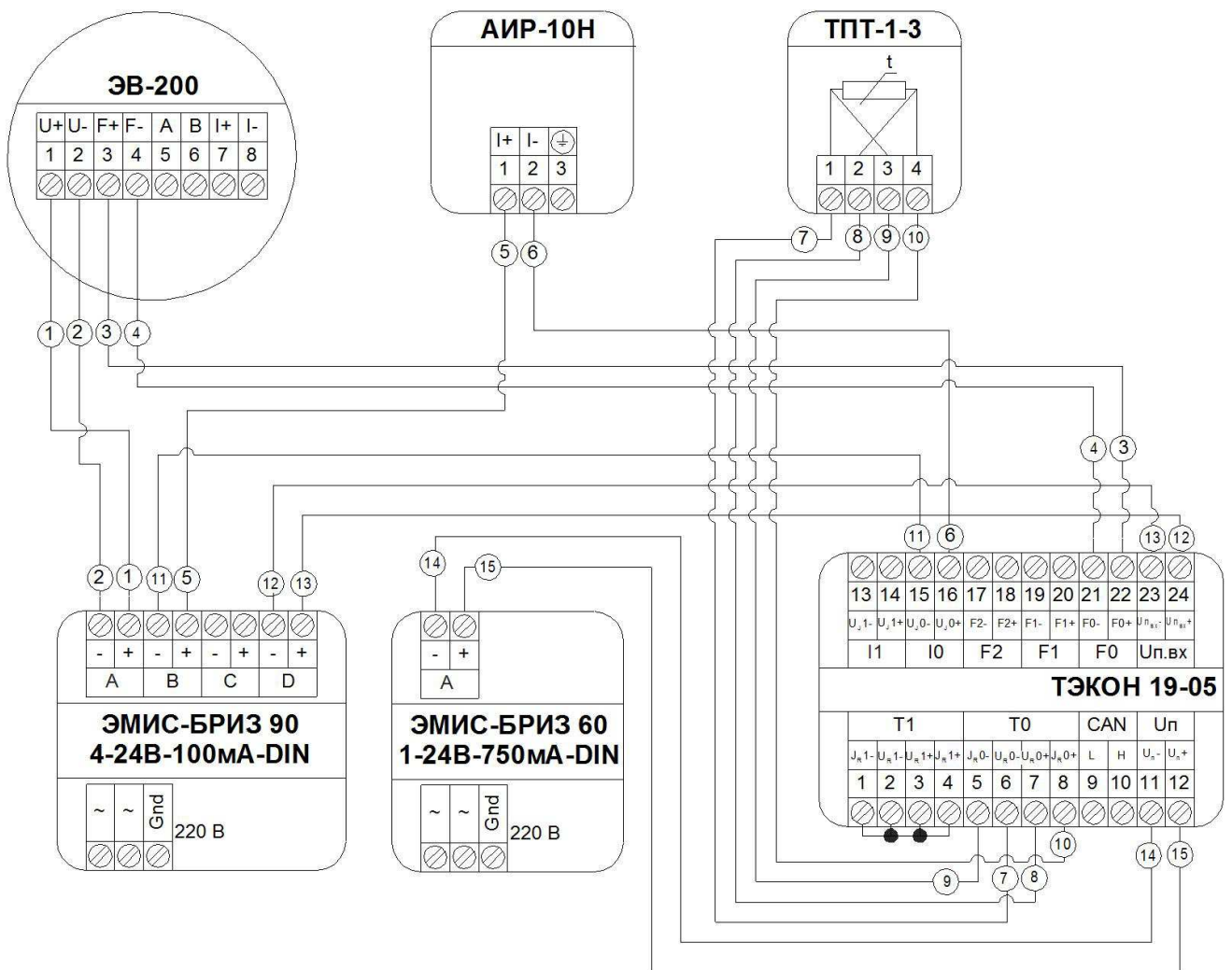


Схема 3. – Подключение узла типа Exd во взрывоопасной зоне

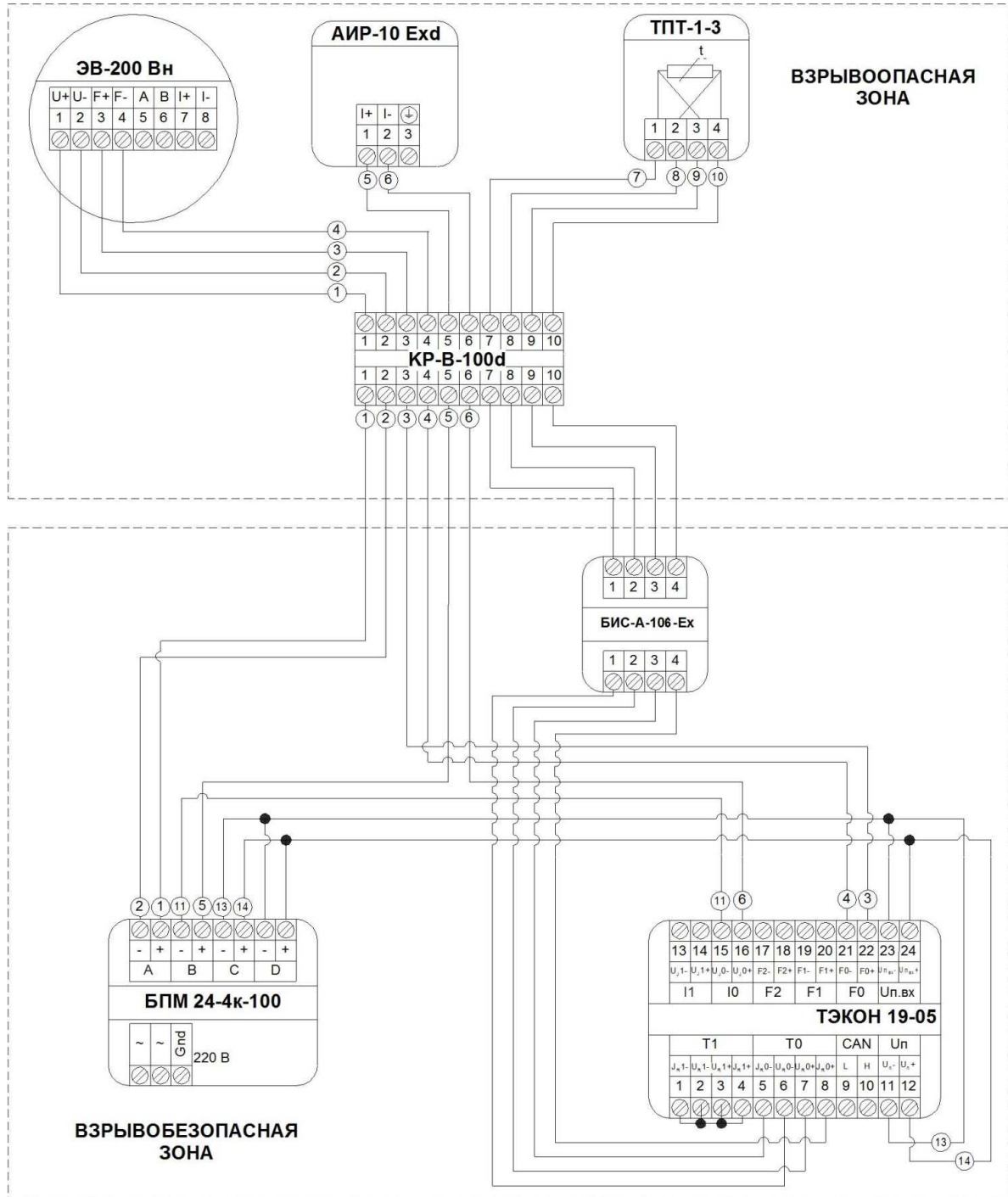
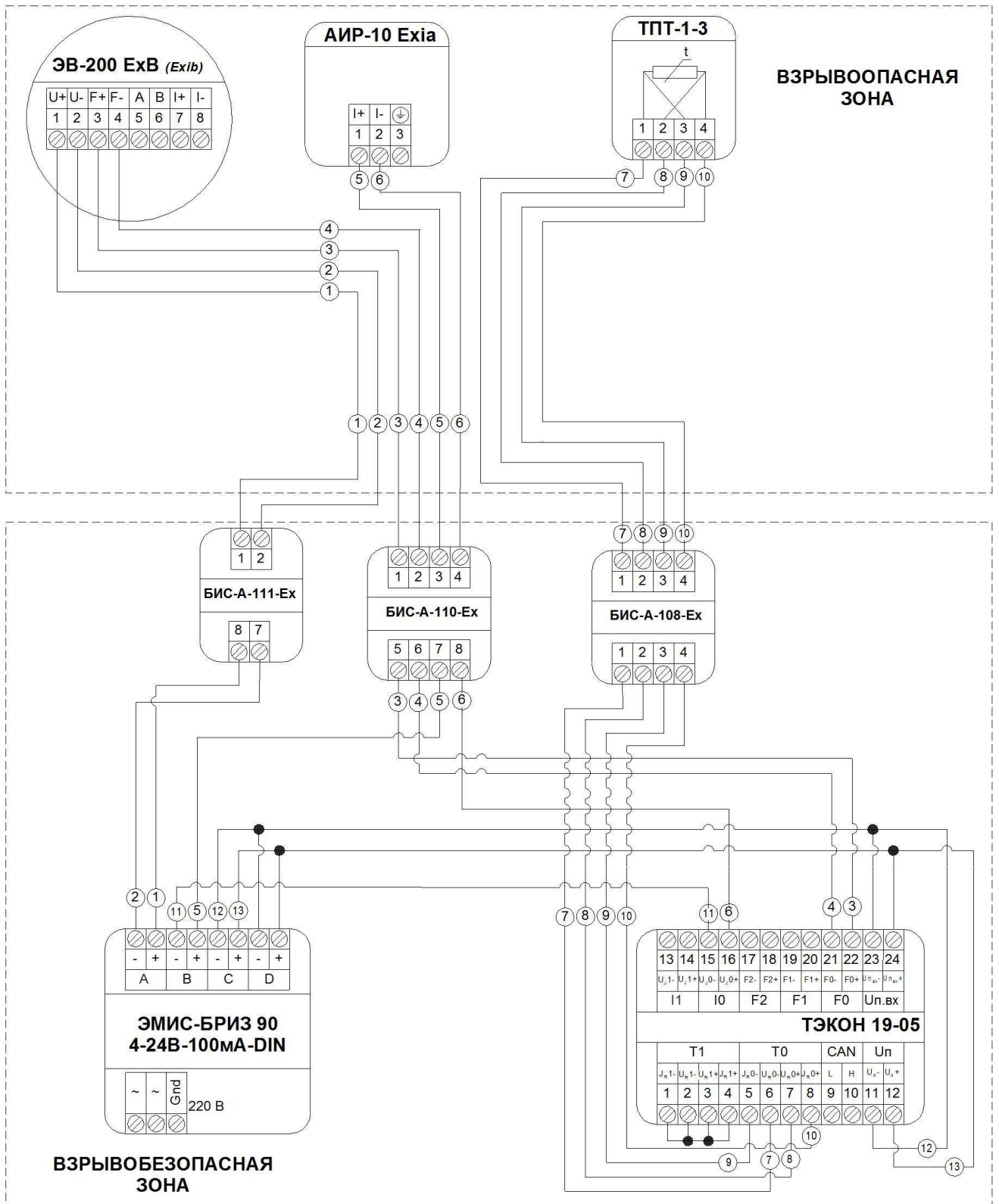


Схема 4. – Подключение узла типа Exib во взрывоопасной зоне





## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

**Пример расчета погрешностей  
(справочное)****Пример 1.**

Техническое задание. Пусть требуется учет количества объемного расхода природного газа по ГОСТ 5542-87. Параметры и требования к технологическому процессу:

Расход, м <sup>3</sup> /ч	номинальный.....	9200;
	максимальный.....	12000;
Давление абсолютное, МПа	минимальное.....	0,3;
	номинальное.....	0,4;
	максимальное.....	0,5;
Температура среды, °С	минимальная.....	-5;
	максимальная.....	+10;
Основная относительная погрешность расхода, не более, %.....		2,0%;
Описание места установки.....		технологический трубопровод;
Марка трубопровода (марка стали).....		09Г2С;
Внутренний диаметр в месте установки, мм.....		309;
Расстояние до места установки датчика расхода, м.....		3;
Расстояние после датчика расхода (до местного сопротивления), м.....		2;
Температура окружающей среды, °С.....		+5...+35;
Требования к взрывозащите.....		отсутствуют.
Полный состав газа в объемных долях:		

№ п/п	Наименование	Обозначение	Объем, %
1	Диоксид углерода	CO <sub>2</sub>	0.032
2	Азот	N <sub>2</sub>	1.181
3	Метан	CH <sub>4</sub>	98.128
4	Этан	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0.401
5	Пропан	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.176
6	Бутан	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.044
7	Пентан	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	0.020
8	Гексан+высш.	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	0.007
9	Кислород	O <sub>2</sub>	0.014
	Итого:		100.00

Плотность газа в нормальных условиях.....0,73 кг/м<sup>3</sup>

Дополнительно необходимо:

- предусмотреть сбор данных в локальную вычислительную сеть;
- в комплект поставки включить соединительный кабель от измерительных преобразователей до контроллера стандартного исполнения.



1. Подбор оборудования.Базовая комплектация узла учета (см. таблицу 1.1).

Для данного технологического процесса, в комплект поставки ЭМИС-ЭСКО 2210 было включено следующее оборудование (типы датчиков с полным обозначением, расшифровку обозначения можно посмотреть в РЭ на соответствующее изделие):

- Преобразователь расхода вихревой ЭМИС-ВИХРЬ 200-300-А-Г-Н-Ф-1.6-100-А-ГП;
- Преобразователь АИР-10Ех Н/ДА/НГ-06/1060/М20/12V/t4070/С05/0...2,5МПа/42/GSP/ГП;
- Термометр платиновый ТПТ-1-3-120-А4-Н-080/8 с поверкой;
- Теплоэнергоконтроллер ТЭКОН-19-05М (с загруженными параметрами);
- Блок питания ЭМИС-БРИЗ 90-4-24-100-DIN;
- Защитная гильза ЭМИС – ВЕКТА 1300 – 1–120–2,5МПа – М20х1,5–12Н18Х10Т;
- Клапанный блок ЭМИС–ВЕКТА 1100 БКН–1–08;
- Бобышка для монтажа датчика давления ЭМИС-ВЕКТА 1130-М20х1,5-Сталь 20;
- Бобышка для монтажа датчика температуры ЭМИС-ВЕКТА 1330-М20х1,5-Сталь 20.

Дополнительная комплектация узла учета (см. таблицу 1.2):

- Кабель МКЭШ 5х0,5 кв.мм, 5 м, 3 шт.(промаркированный);
- Струевопрямитель УПП ЭМИС-ВЕКТА 1200-300-Ст;
- Контроллер Ethernet К-104;
- Блок питания ЭМИС-БРИЗ 90-1-24-100-DIN (для питания контроллера К-105).

2. Расчет погрешностей.**Погрешности преобразователей.**

Погрешность датчика расхода определим по классу точности по **таблице 1.5**: класс точности – А, предел допускаемой относительной погрешности измерения газа  $\delta(G)=1,0\%$ .

Предел допускаемой основной приведенной погрешности датчика давления определяем по **таблице 1.8**:  $\gamma_n(P) = \pm 0,8\%$ . Датчик давления настроен по параметрам тех. задания на поддиапазон рабочего давления 0,40...0,60 МПа и обеспечивает заданную погрешность только в данном поддиапазоне давлений.

Класс допуска термопреобразователя сопротивлений – А, допуск:

$$\Delta_n(t) = \pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|), \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $|t|$  – значение температуры измеряемой среды

- предел допускаемой относительной погрешности расчета объемного расхода:  $\delta_B(V) = 0,1\%$ ;
- предел допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов с термопреобразователя:  $\Delta_B(t) = \pm 0,1^\circ\text{C}$ ;
- предел допускаемой погрешности преобразования сигнала с измерительного преобразователя давления  $\gamma_B(P) = \pm 0,1\%$ ;

**Расчет погрешностей (см. п. 1.3.6).**

Основную относительную погрешность измерительного канала газа ( $\delta(V)$ ), определяют по формуле (1):

$$\delta(V) = \sqrt{\delta(G)^2 + \delta(t)^2 + \delta(P_{полн})^2 + \delta_B(V)^2},$$

- где  $\delta(G)=1,0\%$  - предел допускаемой относительной погрешности измерения газа (**таблица 1.5**);  
 $\delta(t)$  – относительная погрешность измерительного канала температуры, определяется по формуле (3);  
 $\delta(P_{полн})$  – основная относительная погрешность измерительного канала давления, определяют по формуле (5);  
 $\delta_B(V) = 0,1\%$ - предел допускаемой относительной погрешности расчета объемного расхода.

Проведем расчет относительной погрешности измерительного канала температуры, для этого:

1. рассчитаем предел допускаемой абсолютной погрешности по формуле:

$$\Delta_{\Pi}(t) = \pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|),$$

согласно тех. заданию, максимальная температура среды в трубопроводе  $|t|=10^{\circ}\text{C}$ , тогда:

$$\Delta_{\Pi}(t) = \pm (0,15 + 0,002 \cdot 10),$$

$$\Delta_{\Pi}(t) = \pm 0,17^{\circ}\text{C};$$

2. определим абсолютную погрешность измерительного канала температуры по формуле (2):

$$\Delta(t) = \sqrt{\Delta_{\Pi}(t)^2 + \Delta_B(t)^2},$$

$$\Delta(t) = \sqrt{0,1^2 + 0,17^2} \approx \pm 0,2^{\circ}\text{C},$$

Вычисляем по формуле 3:

$$\delta(t) = |\Delta(t) / ((t + 273,15^{\circ}\text{C}))| \cdot 100\%,$$

$$\delta(t) = \frac{0,2}{(10 + 273,15)} \cdot 100\% \approx 0,07\%$$

Проведем расчет погрешности измерительного канала давления по формуле (4):

$$\delta(P) = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \cdot \sqrt{\gamma_B(P)^2 + \gamma_{\Pi}(P)^2},$$

где  $\gamma_B(P) = \pm 0,1\%$  - предел допускаемой погрешности преобразования сигнала с измерительного преобразователя давления;

$\gamma_{\Pi}(P) = \pm 0,8\%$  - предел допускаемой основной приведенной погрешности датчика давления;

$P_{\min} = 0,4$  МПа – нижний предел измерения давления;

$P_{\max} = 0,6$  МПа – верхний предел измерения давления.

Подставим численные значения и получим:

$$\delta(P) = \frac{0,6}{0,4} \cdot \sqrt{0,10^2 + 0,8^2} \approx \pm 1,21\%.$$

Т.к. температура окружающей среды отличается от нормальной, дополнительную погрешность, вызванную изменением температуры окружающего воздуха от  $(23 \pm 2)^{\circ}\text{C}$  на каждые  $10^{\circ}\text{C}$ , вычисляется по формуле:

$$\gamma_T = 0,04 + 0,03 P_{\text{Вmax}} / P_B,$$

$P_{\text{Вmax}}$ ,  $P_B$  - максимальный верхний предел измерений и верхний предел измерения соответственно для данной модели преобразователя, МПа;

Подставим численные значения и получим:

$$\gamma_T = 0,04 + 0,03 \frac{2,5}{0,6} = 0,165\%,$$

Относительная погрешность датчика давления по формуле 5 составляет:

$$\delta(P_{\text{полн}}) = \delta(P) + \gamma_T$$

$$\delta(P_{\text{полн}}) = 1,21 + 0,165 = 1,375\%.$$

Подставим значения в формулу (1) и рассчитаем основную относительную погрешность измерительного канала газа:

$$\delta(V) = \sqrt{1,0^2 + 0,07^2 + 1,375^2 + 0,10^2} \approx 1,71\%.$$

По техническому заданию требуемая точность измерения объемного расхода – 2,0%, следовательно, узел обеспечивает заданную точность.

**Пример 2.**

Пусть требуется учет количества массового расхода пара в технологическом трубопроводе. Параметры технологического процесса следующие:

Расход пара, м <sup>3</sup> /ч.....	макс 80;
Давление, МПа.....	ном. 1,3;
Требуемая точность измерения массового расхода.....	2,5%;
Температура среды, °С.....	200;
Наружный диаметр в месте установки, мм.....	108;
Толщина стенки, мм.....	4;
Длина прямого участка в месте установки, м.....	1;
Температура окружающей среды, °С.....	-50...+40;

Дополнительные требования к узлу:

- необходимо предусмотреть установку всей функциональной аппаратуры и узла учета в шкаф трубный;
- диспетчерский пункт находится в соседнем здании, следовательно, необходимо предусмотреть соответствующую передачу данных;
- программный комплекс должен предоставлять большой объем информации о контролируемом объекте, а именно: графики параметров, суточные отчеты, ведомости утечек, времени неисправной работы узла учета и оборудования.
- узел учета необходимо обеспечить измерительными участками с ультразвуковым методом контроля (25%) качества сварных соединений.

1. Подбор оборудования.

Базовая комплектация узла учета (см. таблицу 1.1).

Для данного технологического процесса было применено следующее оборудование:

- Преобразователь расхода вихревой ЭМИС-ВИХРЬ 200-80-А-Г-Н-Ф-1.6-250-А-ГП;
- Преобразователь АИР-10 ЕхН/ДА/1060/М20/12V/t4070/С05/0...2,5МПа/42/GSP/ГП;
- Термометр платиновый ТПТ-1-3-120-А4-Н-080/8 с поверкой;
- Теплоэнергоконтроллер ТЭКОН-19-05М;
- Блок питания ЭМИС-БРИЗ 90-4-24-100-DIN;
- Устройство отборное ЭМИС-ВЕКТА 1120-1-16-М20х1,5-Сталь 20;
- Защитная гильза ЭМИС – ВЕКТА 1300 – 1–120–2,5МПа – М20х1,5–12Н18Х10Т;
- Клапанный блок ЭМИС–ВЕКТА 1100 БКН–1–08;

Дополнительная комплектация узла учета (см. таблицу 1.2):

- Измерительные участки УИ–200–100/80–Ст–1,6–ОБ–У31 (с коническим переходом);
- Шкаф трубный 08.08.04.
- Кабель МКЭШ 5х0,5 кв.мм, 5 м, 3 шт.;
- Контроллер GPRS/GSM К-105;
- Блок питания ЭМИС-БРИЗ 90-1-24-100-DIN;
- ПО «ИСКРА».

2. Расчет погрешностей.

**Погрешности преобразователей.**

Погрешность датчика расхода определим по классу точности по **таблице 1.5**: класс точности – А, предел допускаемой относительной погрешности измерения пара  $\delta(G)=1,0\%$ .

Предел допускаемой основной приведенной погрешности датчика давления определяем по **таблице 1.6**:  $\gamma_n(P) = \pm 0,5\%$ . Датчик давления настроен по параметрам тех. задания на поддиапазон рабочего давления 1,00...1,60 МПа и обеспечивает заданную погрешность только в данном поддиапазоне.

Класс допуска термопреобразователя сопротивлений – А, допуск:

$$\Delta_n(t) = \pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|), \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $|t|$  – значение температуры измеряемой среды, °С.

Погрешности ТЭКОН–19:

- предел допускаемой относительной погрешности расчета массового расхода:  $\delta_B(V) = 0,1\%$ ;
- предел допускаемой относительной погрешности расчета массового расхода:  $\delta_B(M) = 0,1\%$ ;
- предел допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов с термопреобразователя:  $\Delta_B(t) = \pm 0,1^\circ\text{C}$ ;
- предел допускаемой погрешности преобразования сигнала с измерительного преобразователя давления  $\gamma_B(P) = \pm 0,1\%$ ;

#### Расчет погрешностей (см. п. 1.3.6).

Основную относительную погрешность измерительного канала объема пара ( $\delta(V)$ ), определяют по формуле (1):

$$\delta(V) = \sqrt{\delta(G)^2 + \delta(t)^2 + \delta(P_{\text{полн}})^2 + \delta_B(V)^2},$$

где  $\delta(G) = 1,0\%$  предел допускаемой относительной погрешности измерения газа (**таблица 1.5**);  
 $\delta(t)$  – относительная погрешность измерительного канала температуры, определяется по формуле (3);

$\delta(P_{\text{полн}})$  – основная относительная погрешность измерительного канала давления, определяют по формуле (5);

$\delta_B(V) = 0,1\%$  - предел допускаемой относительной погрешности расчета объемного расхода.

Проведем расчет относительной погрешности измерительного канала температуры, для этого:

3. рассчитаем предел допускаемой абсолютной погрешности по формуле:

$$\Delta_{\text{П}}(t) = \pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|),$$

согласно тех. заданию, максимальная температура среды в трубопроводе  $|t| = 200^\circ\text{C}$ , тогда:

$$\Delta_{\text{П}}(t) = \pm (0,15 + 0,002 \cdot 200),$$

$$\Delta_{\text{П}}(t) = \pm 0,55^\circ\text{C};$$

4. определим абсолютную погрешность измерительного канала температуры по формуле (2):

$$\Delta(t) = \sqrt{\Delta_{\text{П}}(t)^2 + \Delta_B(t)^2},$$

$$\Delta(t) = \sqrt{0,1^2 + 0,55^2} \approx \pm 0,56^\circ\text{C},$$

Вычисляем по формуле 3:

$$\delta(t) = |\Delta(t) / ((t + 273,15^\circ\text{C}))| \cdot 100\%,$$

$$\delta(t) = \frac{0,56}{(200 + 273,15)} \cdot 100\% \approx 0,12\%$$

Проведем расчет погрешности измерительного канала давления по формуле (4):

$$\delta(P) = \frac{P_{\text{max}}}{P_{\text{min}}} \cdot \sqrt{\gamma_B(P)^2 + \gamma_{\text{П}}(P)^2},$$

где  $\gamma_B(P) = \pm 0,1\%$  предел допускаемой погрешности преобразования сигнала с измерительного преобразователя давления;

$\gamma_{\text{П}}(P) = \pm 0,5\%$  - предел допускаемой основной приведенной погрешности датчика давления;

$P_{\text{min}} = 1,00$  МПа- нижний предел измерения давления;

$P_{\text{max}} = 1,60$  МПа- верхний предел измерения давления.

Подставим численные значения и получим:

$$\delta(P) = \frac{1,6}{1,0} \cdot \sqrt{0,10^2 + 0,5^2} \approx \pm 0,816\%.$$

Т.к. температура окружающей среды от  $-50$  до  $+40$ , дополнительную погрешность, вызванную изменением температуры окружающего воздуха от  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  на каждые  $10^\circ\text{C}$ , вычисляется по формуле:

$$\gamma_{\text{T}} = 0,06 + 0,04 P_{\text{Вmax}} / P_{\text{В}},$$

$P_{Вmax}$ ,  $P_B$  - максимальный верхний предел измерений и верхний предел измерения соответственно для данной модели преобразователя, МПа;

Т.к. максимальная разница между нормальной температурой и окружающей составляет 30°C, подставим численные значения и получим:

$$\gamma_T = 3 \left( 0,06 + 0,04 \frac{2,5}{1,6} \right) = 0,368\%$$

Полная относительная погрешность датчика давления составляет:

$$\delta(P_{полн}) = \delta(P) + \gamma_T$$

$$\delta(P_{полн}) = 0,816 + 0,167 = 1,184\%$$

Подставим значения в (1) и рассчитаем основную относительную погрешность измерительного канала пара:

$$\delta(V) = \sqrt{1,0^2 + 0,1^2 + 1,1^2 + 0,1^2} \approx 1,5 \%$$

Определим погрешность массового расхода пара по формуле (6):

$$\delta(M) = \sqrt{1,6^2 + 0,1^2} \approx 1,5 \%$$

По проведенным расчетам видим, что узел обеспечивает заданную точность.

### Пример 3.

Пусть требуется учет количества потребленной тепловой энергии паровой системы теплоснабжения. Узла учета должен обеспечивать расчет при следующих параметрах:

Расход пара, м <sup>3</sup> /ч.....	макс 120;
Давление, МПа.....	2;
Температура среды, °С.....	+350;
Требуемая точность учета потребленной тепловой энергии.....	3,5%;
Описание места установки.....	технологический трубопровод;
Материал трубы.....	сталь технологическая 20 по ГОСТ 1050–88;
Внутренний диаметр в месте установки, мм.....	100;
Длина прямого участка в месте установки, м.....	1;
Температура окружающей среды, °С.....	0...+20;
Требования к взрывозащите.....	Exd.

Дополнительные требования к узлу:

- Необходимо предусмотреть установку всей функциональной аппаратуры в монтажный шкаф настенного исполнения;
  - Опрос вычислителя будет производиться раз в месяц. Программное обеспечение должно осуществлять только сбор и вывод данных пользователю.
1. Выбор оборудования.

Для заданного тех. процесса необходимо применить 2х канальное исполнение узла учета для обеспечения измерения всех параметров в подающем и обратном трубопроводах\*.

Базовая комплектация узла учета (см. таблицу 1.1) для подающего трубопровода.

Для данного технологического процесса было применено следующее оборудование (все типы датчиков взрывозащищенного исполнения):

- Преобразователь расхода вихревой ЭМИС-ВИХРЬ 200–Вн-100-Б-Г-Н-С-2.5-460-А-ГП;
- Преобразователь АИР-10Exd Н/ДА/1060/ НГ-07/ М20/12V/t4070/С05/0...2,5МПа/42/К-13/06;
- Термометр платиновый ТПТ-1-3-100-А4-Н-080/8 с поверкой;
- Теплоэнергоконтроллер ТЭКОН-19-06М в комплекте с кабелем (адаптером) RS-232-USB и ПО «ТЕЛЕПОРТ»;
- Блок питания ЭМИС-БРИЗ 90-4-24-100-DIN;
- КМЧ для расходомера ЭВ200.КМЧ.С;
- Защитная гильза ЭМИС – ВЕКТА 1300 – 1–80–2,5МПа – М20х1,5–12Н18Х10Т;
- Клапанный блок ЭМИС–ВЕКТА 1100 БКН–1–08;
- Устройство отборное ЭМИС-ВЕКТА 1120-1-16-М20х1,5-Сталь 20;
- Бобышка для монтажа датчика температуры ЭМИС-ВЕКТА 1330-М20х1,5-Сталь 20.



Дополнительная комплектация узла учета (см. таблицу 1.2):

- Барьер искрозащиты БИС-А-106-Ех;
- Коробка взрывозащищенная КРВ100-d;
- Монтажный шкаф InWBV 40.30.20..

## 2. Расчет погрешностей.

Погрешность датчика расхода определим по классу точности по **таблице 1.5**: класс точности – Б, предел допускаемой относительной погрешности измерения  $\delta(G)=1,5\%$ .

Предел допускаемой основной приведенной погрешности определяем по **таблице 1.6**:  $\gamma_n(P) = \pm 0,5\%$ . Датчик давления настроен по параметрам тех. задания на поддиапазон рабочего давления 1,60...2,50 МПа и обеспечивает заданную погрешность только в данном поддиапазоне.

Класс допуска термопреобразователя сопротивлений в подающем трубопроводе – А, допуск:

$$\Delta_{\Gamma}(t) = \pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|), \text{ } ^\circ\text{C},$$

где  $|t|$  – значение температуры измеряемой среды,  $^\circ\text{C}$ .

Погрешности ТЭКОН–19:

- предел допускаемой относительной погрешности расчета объемного ( $\delta_B(V)$ ) и массового ( $\delta_B(M)$ ) расходов: 0,1%;
- предел допускаемой абсолютной погрешности преобразования сигналов с термопреобразователя:  $\Delta_B(t) = \pm 0,1^\circ\text{C}$ ;
- предел допускаемой погрешности преобразования сигнала с измерительного преобразователя давления  $\gamma_B(P) = \pm 0,1\%$ ;
- предел допускаемой относительной погрешности расчета тепловой энергии среды:  $\delta_B(Q) = \pm 0,15\%$ .

Основную относительную погрешность измерительного канала объемного расхода пара ( $\delta(V)$ ), определяют по формуле (1):

$$\delta(Q_{звс}) = \sqrt{\delta(G)^2 + \delta(t)^2 + \delta\left(\frac{P}{H}\right)^2 + \delta_B(V)^2},$$

где  $\delta(G)=1,5\%$  – предел допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода (**таблица 1.5**);

$\delta(t)$  – относительная погрешность измерительного канала разности температуры, определяется по формуле (3);

$\delta(P_{полн})$  – основная относительная погрешность измерительного канала давления, определяют по формуле (5);

$\delta_B(V) = 0,1\%$  – предел допускаемой относительной погрешности расчета объемного расхода (**п. 1.3.5**).

Проведем расчет относительной погрешности измерительного канала температуры, для этого:

1. рассчитаем предел допускаемой абсолютной погрешности по формуле:

$$\Delta_{\Gamma}(t) = \pm (0,15 + 0,002 \cdot |t|),$$

согласно тех. заданию, максимальная температура среды в трубопроводе  $|t|=350^\circ\text{C}$ , тогда:

$$\Delta_{\Gamma}(t) = \pm (0,15 + 0,002 \cdot 350),$$

$$\Delta_{\Gamma}(t) = \pm 0,85^\circ\text{C};$$

2. определим абсолютную погрешность измерительного канала температуры по формуле (3):

$$\delta(t) = |\Delta(t) / ((t + 273,15)^\circ\text{C})| \cdot 100\%,$$

$$\delta(t) = \frac{0,85}{(350 + 273,15)} \cdot 100\% \approx 0,14\%$$

3. Проведем расчет погрешности измерительного канала давления по формуле (4):

$$\delta(P) = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \cdot \sqrt{\gamma_B(P)^2 + \gamma_{\Pi}(P)^2},$$

где  $\gamma_B(P) = \pm 0,1\%$  - предел допускаемой погрешности преобразования сигнала с измерительного преобразователя давления;

$\gamma_{\Pi}(P) = \pm 0,5\%$  - предел допускаемой основной приведенной погрешности датчика давления;

$P_{\min} = 1,00$  МПа - нижний предел измерения давления;

$P_{\max} = 1,60$  МПа - верхний предел измерения давления.

Подставим численные значения и получим:

$$\delta(P) = \frac{1,6}{1,0} \cdot \sqrt{0,10^2 + 0,5^2} \approx \pm 0,816\%.$$

4. Подставим полученные значения в (1) и рассчитаем объемный расход:

$$\delta(V) = \sqrt{1,5^2 + 0,14^2 + 0,816^2 + 0,1^2} \approx 1,71\%$$

5. По формуле 6, определим погрешность измерения массы пара:

$$\delta(M) = \sqrt{\delta(V)^2 + \delta_B(M)^2},$$

где  $\delta(V)$  – относительная погрешность узла учета при измерении объемного расхода, %;

$\delta_B(M)$  – предел допускаемой относительной погрешности контроллера при расчете массы, %

$$\delta(M) = \sqrt{(1,71)^2 + (0,1)^2} = 1,72.$$

6. Вычислим относительную погрешность измерительного канала тепловой энергии:

$$\delta(Q_{\text{ТС}}) = \sqrt{(1,72)^2 + (0,15)^2} = 1,73.$$

Следовательно, узел учета относится к классу точности 2,5.

Результаты, приведенные в расчетах, будут сохранять свои значения при условии:

1) температура окружающей среды составляет  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ , в противном случае, дополнительная погрешность преобразователя давления, вызванная изменением температуры окружающего воздуха от нормальной до любой температуры в пределах рабочих температур на каждые  $10^\circ\text{C}$  изменения температуры, не превышает следующих значений:  $0,06 + 0,04 \frac{P_{B \max}}{P_B}$ , где

$P_{B \max}, P_B$  – максимальный верхний предел измерений и верхний предел измерения соответственно (см. РЭ на АИР-10);

2) пределы допускаемой относительной погрешности ТЭКОН-19 при измерении времени, арифметических действий над параметрами и другие погрешности контроллера приведены в РЭ «ТЭКОН-19».







**По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:**

Архангельск +7 (8182) 45-71-35	Кемерово +7 (3842) 21-56-70	Новосибирск +7 (383) 235-95-48	Сочи +7 (862) 279-22-65
Астрахань +7 (8512) 99-46-80	Киров +7 (8332) 20-58-70	Омск +7 (381) 299-16-70	Ставрополь +7 (8652) 57-76-63
Барнаул +7 (3852) 37-96-76	Краснодар +7 (861) 238-86-59	Орел +7 (4862) 22-23-86	Сургут +7 (3462) 77-96-35
Белгород +7 (4722) 20-58-80	Красноярск +7 (391) 989-82-67	Оренбург +7 (3532) 48-64-35	Тверь +7 (4822) 39-50-56
Брянск +7 (4832) 32-17-25	Курск +7 (4712) 23-80-45	Пенза +7 (8412) 23-52-98	Томск +7 (3822) 48-95-05
Владивосток +7 (4232) 49-26-85	Липецк +7 (4742) 20-01-75	Пермь +7 (342) 233-81-65	Тула +7 (4872) 44-05-30
Волгоград +7 (8442) 45-94-42	Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81	Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65	Тюмень +7 (3452) 56-94-75
Екатеринбург +7 (343) 302-14-75	Москва +7 (499) 404-24-72	Рязань +7 (4912) 77-61-95	Ульяновск +7 (8422) 42-51-95
Ижевск +7 (3412) 20-90-75	Мурманск +7 (8152) 65-52-70	Самара +7 (846) 219-28-25	Уфа +7 (347) 258-82-65
Казань +7 (843) 207-19-05	Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32	Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09	Хабаровск +7 (421) 292-95-69
Калуга +7 (4842) 33-35-03	Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65	Саратов +7 (845) 239-86-35	Челябинск +7 (351) 277-89-65
			Ярославль +7 (4852) 67-02-35

**сайт: [flow.pro-solution.ru](http://flow.pro-solution.ru) | эл. почта: [fwo@pro-solution.ru](mailto:fwo@pro-solution.ru)  
телефон: 8 800 511 88 70**