



ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ САПФИР-22МТ

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

РИБЮ.406233.016 РЭ

Алматы (7273)495-231
Ангарск (3955)60-70-56
Архангельск (8182)63-90-72
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Благовещенск (4162)22-76-07
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Владикавказ (8672)28-90-48
Владимир (4922) 49-43-18
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89

Ижевск (3412)26-03-58
Иваново (4932)77-34-06
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Коломна (4966)23-41-49
Кострома (4942)77-07-48
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Курган (3522)50-90-47
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Ноябрьск (3496)41-32-12
Новосибирск (383)227-86-73
Ноябрьск (3496)41-32-12
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Петрозаводск (8142)55-98-37
Псков (8112)59-10-37
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Саранск (8342)22-96-24
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Сыктывкар (8212)25-95-17
Сургут (3462)77-98-35
Тамбов (4752)50-40-97
Казахстан (772)734-952-31

Тверь (4822)63-31-35
Тольятти (8482)63-91-07
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)33-79-87
Тюмень (3452)66-21-18
Улан-Удэ (3012)59-97-51
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Чебоксары (8352)28-53-07
Челябинск (351)202-03-61
Черяовец (8202)49-02-64
Чита (3022)38-34-83
Якутск (4112)23-90-97
Ярославль (4852)69-52-93

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
1 Описание и работа.....	3
1.1 Назначение	3
1.2 Характеристики.....	4
1.3 Устройство и работа	11
2 Использование по назначению	16
2.1 Подготовка преобразователя к использованию.....	16
2.2 Обеспечение взрывозащищенности при монтаже, эксплуатации и ремонте.....	210
2.3 Измерение параметров, регулирование и настройка	221
3 Техническое обслуживание.....	26
3.1 Проверка работоспособности преобразователя.....	26
3.2 Порядок технического обслуживания преобразователя	26
3.3 Хранение.....	27
4 Поверка.....	27
 Приложения:	
А Схема составления условного обозначения преобразователя.....	28
Б Обозначение исполнения преобразователя по материалам, контактирующим с измеряемой средой	30
В Масса преобразователей в зависимости от модели и исполнения по материалам ..	32
Г Схема электрическая подключения преобразователя Сапфир-22МТ и блока питания 4БПЗ6 по четырехпроводной схеме	34
Д Схема электрическая подключения преобразователя Сапфир-22МТ и блока питания 4БПЗ6 по двухпроводной схеме.....	35
Е Схема электрическая подключения преобразователя Сапфир-22МТ взрывозащищенного исполнения вида «искробезопасная электрическая цепь» с блоком БПС-90.....	36
Ж Схема электрическая подключения преобразователя Сапфир-22МТ и блока извлечения корня БИКЗ6М	37
И Габаритные, установочные и присоединительные размеры преобразователей давления Сапфир-22МТ.....	38
К Чертеж средств взрывозащиты преобразователя Сапфир- 22МТ.....	46

Руководство по эксплуатации содержит технические данные, описание принципа действия и устройства, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации преобразователей давления Сапфир-22МТ (в дальнейшем – преобразователей).

Руководство по эксплуатации распространяется на преобразователи, изготовленные для общепромышленных нужд, для поставок на экспорт, а также для эксплуатации на объектах атомной энергетики (ОАЭ).

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение

Преобразователи предназначены для непрерывного пропорционального преобразования значения избыточного давления, разрежения, абсолютного давления или разности давлений жидкостей и газов в унифицированный токовый выходной сигнал в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

Преобразователи могут использоваться в устройствах, предназначенных для преобразования значений уровня жидкости, расхода жидкости или газа.

Преобразователи имеют исполнения по взрывозащите:

взрывозащищенное с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь "ia"», соответствует ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010 и ТР ТС 012/2011, маркировка взрывозащиты "0Ex ia IIC T5 X" по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011;

взрывозащищенное с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» (d), соответствует ГОСТ ИЕС 60079-1-2011 и ТР ТС 012/2011, маркировка взрывозащиты "1Ex d IIB T5" по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011;

невзрывозащищенное.

Преобразователи взрывозащищенных исполнений предназначены для установки во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно главе 7.3 ПУЭ и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных условиях.

Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, относятся к классу 2У по НП-001-15 и группе В по НП 089-15.

Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, выпускаются только в невзрывозащищенном исполнении.

Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, по устойчивости к электромагнитным помехам соответствуют IV группе исполнения при оценке качества функционирования А по ГОСТ 32137-2013 и ТР ТС 020/2011.

Преобразователи, предназначенные для работы на ОАЭ, выдерживают сейсмические нагрузки 9 баллов на высоте отметки 40 м.

По устойчивости к климатическим воздействиям преобразователи имеют следующие исполнения по ГОСТ 15150-69:

У2* - для работы при температуре от минус 30 до плюс 50 °С;

У2** - для работы при температуре от минус 50 до плюс 80 °С или от минус 40 до плюс 80 °С или от минус 55 до плюс 80 °С;

Примечание.

Преобразователи Сапфир-22МТ, предназначенные для эксплуатации при низких температурах (минус 55 °С), имеют конструктивное отличие платы настроек от преобразователей, эксплуатируемых при более высоких температурах. Внешний вид платы настроек для низкотемпературных преобразователей приведен на рисунке 2.

УХЛ3.1* и Т3* - для работы при температуре от 5 до 50 °С;

УХЛ3.1** и Т3**- для работы при температуре от минус 10 до плюс 80 °С.

ТВ3** - для работы при температуре от 1 до 50 °С.

По требованию заказчика могут изготавливаться преобразователи климатического исполнения М4 для работы при температуре от минус 10 до плюс 40 °С и в атмосфере типа ІУ по ГОСТ 15150-69.

По согласованию с заказчиком могут изготавливаться преобразователи других климатических исполнений по ГОСТ 15150-69.

Относительная влажность окружающего воздуха до 95 % при 35 °С.

Степень защиты преобразователя от воздействия пыли и воды - ІР65 по ГОСТ 14254-96.

При заказе преобразователя должно быть указано:

условное обозначение (приложение А);

обозначение технических условий ТУ 4212-049-00226218-2009.

При заказе преобразователя разности давлений, предназначенного для измерения расхода жидкостей или газов, заказчиком заполняется лист исходных данных по форме предприятия-изготовителя или заказчика.

При заказе преобразователя разности давлений, предназначенного для измерения уровня жидкостей, заказчиком заполняется лист исходных данных по форме предприятия-изготовителя.

При заказе преобразователя разности давлений без диафрагмы и сосудов исходные данные не указываются.

1.2 Характеристики

Таблица 1

Модель	Измеряемый параметр	Ед. давления	Верхние пределы измерений	Предельно допустимое рабочее избыточное давление, МПа
2410	Разность давлений (ДД)	кПа	0,16; 0,25; 0,4; 0,6 (0,63); 1,0; 1,6	0,1; 4,0
2420		кПа	1,0; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0 (6,3); 10	4,0; 10
2430		кПа	4,0; 6,0 (6,3); 10; 16; 25; 40	16; 25
2434		кПа	4,0; 6,0 (6,3); 10; 16; 25; 40	40
2440		кПа	25; 40; 60 (63); 100; 160; 250	16; 25
2444		кПа	25; 40; 60 (63); 100; 160; 250	40
2450		МПа	0,25; 0,4; 0,6 (0,63); 1,0; 1,6	16; 25
2460		МПа	1,6; 2,5; 4,0; 6,0 (6,3); 10; 16	25

Таблица 2

Модель	Измеряемый параметр	Ед. давления	Верхние пределы измерений по избыточному давлению (+); по разрежению (-)
2020	Абсолютное давление	кПа	2,5; 4,0; 6,0 (6,3); 10
2030			4,0*; 6,0* (6,3)*; 10; 16; 25; 40
2040			25*; 40*; 60 (63); 100; 160; 250
2050, 2051		МПа	0,25*; 0,4; 0,6 (0,63); 1,0; 1,6; 2,5
2060, 2061			1,6; 2,5; 4,0; 6,0 (6,3); 10; 16
2110	Избыточное давление	кПа	0,16**; 0,25; 0,4; 0,6 (0,63); 1,0; 1,6
2120			1,0**; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0 (6,3); 10
2130			4,0; 6,0 (6,3); 10; 16; 25; 40
2140			25; 40; 60 (63); 100; 160; 250
2150, 2151		МПа	0,6* (0,63)*; 1,0; 1,6; 2,5
2160, 2161			2,5*; 4,0; 6,0 (6,3); 10; 16
2170, 2171			16*; 25; 40; 60 (63); 100
2210	Разрежение	кПа	-(0,16**; 0,25; 0,4; 0,6 (0,63); 1,0; 1,6)
2220			-(1,0**; 1,6; 2,5; 4,0; 6,0 (6,3); 10)
2230			-(4,0; 6,0 (6,3); 10; 16; 25; 40)
2240			-(25; 40; 60 (63); 100)
2310	Давление-разрежение (ДИВ)	кПа	±(0,08**; 0,125; 0,2; 0,3 (0,315); 0,5; 0,8)
2320			±(0,5**; 0,8; 1,25; 2,0; 3,0 (3,15); 5,0)
2330			±(2,0; 3,0 (3,15); 5,0; 8,0; 12,5; 20)
2340			±(12,5; 20; 30 (31,5); 50; 80)
2350, 2351		МПа	-0,1

Примечания.

1 Преобразователи с верхними пределами измерений с отметкой* изготавливаются только с пределом допускаемой основной погрешности $\pm 0,5\%$.

2 Преобразователи с верхними пределами измерений с отметкой** поставляются по согласованию с предприятием-изготовителем.

1.2.1 Модели, верхние пределы измерений и предельно допускаемые рабочие избыточные давления преобразователей разности давлений указаны в таблице 1. Модели и верхние пределы измерений остальных преобразователей указаны в таблице 2.

Нижний предел измерений преобразователя равен нулю.

По требованию заказчика преобразователи могут изготавливаться с единицами давления kgf/m^2 , kgf/cm^2 ; bar.

Каждый преобразователь выпускается с предприятия-изготовителя перенастраиваемым на все пределы измерений, предусмотренные для модели в таблицах 1, 2.

Допускается по согласованию с заказчиком поставлять преобразователи, перенастраиваемые на меньшее количество пределов измерений, при этом в паспорте должна быть отметка о настраиваемых пределах измерений.

В случае отсутствия в заказе предельно допускаемого рабочего избыточного давления для преобразователя разности давлений предприятие-изготовитель может выпускать преобразователь с любым значением предельно допускаемого рабочего избыточного давления из указанных в таблице 1 для данной модели.

При выпуске преобразователей разности давлений, предназначенных для измерения уровня жидкости, преобразователи могут быть настроены в соответствии с заказом на любой верхний предел измерений, не выходящий за крайние значения, предусмотренные для данной модели.

1.2.2 Номинальная статическая характеристика преобразования преобразователей:

линейно возрастающая или линейно убывающая – для преобразователей разности давлений;

линейно возрастающая – для остальных преобразователей.

1.2.3 Основная допускаемая погрешность, выраженная в процентах верхнего предела или суммы верхних пределов измерений, не превышает пределов [Y], равных:

$\pm 0,25$ – для преобразователей с верхними пределами или суммой верхних пределов измерений от 0,6 кПа до 100 МПа включительно, в зависимости от модели;

$\pm 0,5$ – для преобразователей с верхними пределами или суммой верхних пределов измерений от 0,16 кПа до 100 МПа включительно, в зависимости от модели;

$\pm 0,2$; $\pm 0,4$ – для преобразователей разности давлений с верхними пределами измерений от 1 кПа до 16 МПа включительно и для остальных преобразователей с верхними пределами или суммой верхних пределов измерений от 1 до 250 кПа включительно, по специальному заказу;

$\pm 1,0$ – для преобразователей с верхними пределами или суммой верхних пределов измерений от 0,16 до 100 МПа включительно, по специальному заказу;

$\pm 1,5$ – для преобразователей с верхними пределами или суммой верхних пределов измерений до 0,1 кПа включительно;

преобразователи моделей 2420, 2430, 2440, предназначенные для работы при температуре окружающего воздуха от 5 до 50 °С могут выпускаться с дифференцированными значениями предела допускаемой основной погрешности, равными:

$\pm 0,15$ % верхнего предела измерений (P_{\max}) при значениях измеряемой разности давлений $P \leq 0,25 P_{\max}$;

$\pm 0,6 \frac{P}{P_{\max}}$ % верхнего предела измерений (P_{\max}) при значениях измеряемой разности давлений $P > 0,25 P_{\max}$;

$\pm 0,1$ %; $\pm 0,15$ % - только по согласованию с заказчиком.

1.2.4 Вариация выходного сигнала не превышает пределов [Y_r], равных:

0,5 [Y преобразователя] – для исполнений по материалам 01; 02; 03; 11; 12; 17, кроме преобразователей с дифференцированными значениями предела допускаемой основной погрешности;

[Y] – для остальных преобразователей.

1.2.5 Наибольшее отклонение действительной характеристики преобразования Y_M от установленной зависимости (отклонение Y_M), выраженное в процентах верхнего предела измерений или суммы верхних пределов измерений, не превышает:

0,15 % - для преобразователей с пределами допускаемой основной погрешности $\pm 0,2$ и $\pm 0,25$ %;

0,25 % - для преобразователей с пределами допускаемой основной погрешности $\pm 0,4$ и $\pm 0,5$ %;

0,6 % - для преобразователей с пределом допускаемой основной погрешности $\pm 1,0$ %;

1,0 % - для преобразователей с пределом допускаемой основной погрешности $\pm 1,5$ %.

1.2.6 Предельные значения выходных сигналов, исполнения по взрывозащите, схемы включения и сопротивление нагрузки $R_{нmax}$ указаны в таблице 3.

Таблица 3

Исполнение по взрывозащите	Выходной сигнал, мА	Схема включения	Сопротивление нагрузки $R_{нmax}$, Ω
Взрывозащищенное с искробезопасной электрической цепью	4-20 20-4	Двух-проводная	Определяется барьером защиты и (или) блоком питания (п.1.2.10)
Взрывозащищенное с взрывонепроницаемой оболочкой и невзрывозащищенное	4-20 20-4	Двух-проводная	Определяется формулой (1)
		Четырех-проводная	1350
	0-5 5-0	Четырех-проводная	2500

$$R_{нmax} = \frac{U-15}{I_B} \cdot 10^3, \quad (1)$$

где U – напряжение питания, V (1.2.9);

I_B – верхнее предельное значение выходного сигнала, равное 20 мА.

1.2.7 Значения выходного сигнала, соответствующие нижним предельным значениям измеряемого параметра, равны:

0 и 4 мА – для преобразователей с выходными сигналами 0-5 и 4-20 мА соответственно с возрастающей характеристикой выходного сигнала;

5 и 20 mA – для преобразователей с выходными сигналами 5-0 и 20-4 mA соответственно с убывающей характеристикой выходного сигнала;
для преобразователей давления-разрежения определяются по формуле (2):

$$I = I_H + \frac{I_B - I_H}{|P_{ви}| + |P_{вр}|} |P_{вр}| \quad (2)$$

где I_B , I_H - верхнее и нижнее предельные значения выходного сигнала, mA (1.2.6);

$|P_{ви}|$, $|P_{вр}|$ - абсолютные значения верхних пределов измерений избыточного давления и разрежения соответственно.

1.2.8 Зависимость между выходным сигналом и измеряемым давлением определяется формулами (3) и (4):

для преобразователей с возрастающей характеристикой выходного сигнала

$$I_p = I_0 + \frac{P}{P_{max}} (I_{max} - I_0) \quad (3)$$

для преобразователей разности давлений с убывающей характеристикой выходного сигнала

$$I_p = I_0 + (1 - \frac{P}{P_{max}}) (I_{max} - I_0), \quad (4)$$

где I_p – расчетное значение выходного сигнала, соответствующее измеряемому параметру P ;

I_{max} – наибольшее значение выходного сигнала, mA;

I_0 – наименьшее значение выходного сигнала, mA;

P – значение измеряемого параметра (разность значений измеряемого параметра и верхнего предела измерений по разрежению), kPa, MPa;

P_{max} – верхний предел измерений (разность верхних пределов измерений по избыточному давлению и разрежению), kPa, MPa.

1.2.9 Электрическое питание преобразователя с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» и невзрывозащищенных осуществляется от источника постоянного тока напряжением:

(36 ± 0,72) V - для преобразователей выходными сигналами 0-5 и 5-0 mA;

для преобразователей выходными сигналами 4-20 и 20-4 mA – от 15 до 42 V, но не менее U_{Hmin} , определяемого по формуле (5):

$$U_{Hmin} = I_B R_H + U_{min}, \quad (5)$$

где R_H – сопротивление нагрузки, kΩ;

I_B , U_{min} – то же, что в формуле (1).

Сопротивление изоляции источников питания не менее 40 MΩ, пульсация (двойная амплитуда) их выходного напряжения не более 0,5 % его номинального значения при частоте гармонических составляющих не превышающей 500 Hz.

1.2.10 Электрическое питание преобразователя с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «ia» осуществляется от искробезопасного входа блока преобразования сигналов БПС-90, а также от искробезопасных входов блоков других типов, имеющих вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь «ia» для взрывоопасных смесей группы ПС. Допускается питание преобразователя с искробезопасной электрической цепью осуществлять от источников питания, указанных в 1.2.9, при проведении испытаний и проверок преобразователя вне взрывоопасных зон без сохранения свойств взрывозащищенности.

1.2.11 Мощность, потребляемая преобразователем не более:

0,5 V·A – для преобразователей с выходным сигналом 0-5 и 5-0 mA;

0,8 V·A – для преобразователей с выходным сигналом 4-20 и 20-4 mA при напряжении питания до 36 V.

1.2.12 По устойчивости к механическим воздействиям (виброустойчивости и вибропрочности) преобразователи соответствуют по ГОСТ Р 52931-2008 исполнениям:

L3 – модели 2110, 2210, 2310;

N3 – остальные модели.

Допустимые направления вибрации указаны в приложении И.

Взрывозащищенные преобразователи с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» имеют высокую степень опасности механических повреждений по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011.

1.2.13 преобразователи имеют исполнения по материалам, контактирующим с измеряемой средой, указанные в приложениях Б, В.

Преобразователи, поставляемые для эксплуатации на ОАЭ, изготавливаются в исполнениях по материалам 02 и 11.

Преобразователи взрывозащищенных исполнений с маркировкой «0ExiaIICT5 X» и «1ExdIIBT5» в исполнениях по материалам 09, 12 не изготавливаются.

Исполнение по материалам 03 для преобразователей разности давлений распространяется только на модели с предельно допускаемым рабочим избыточным давлением не более 16 МПа.

1.2.14 Предельно допускаемое смещение «нуля» [$\Delta_{от}$] (изменение выходного сигнала при нулевом значении измеряемого параметра), вызванное изменением температуры окружающего воздуха от $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ до любой температуры в рабочем диапазоне температур на каждые $10 ^\circ\text{C}$ изменения температуры, выраженное в процентах диапазона выходного сигнала, не превышает значений, определяемых по формуле (6):

$$[\Delta_{от}] = S \cdot \Delta'_{от} \cdot \left(1 + 0,5 \frac{P'_{\max}}{P_{\max}}\right), \quad (6)$$

где P'_{\max} – максимальный верхний предел измерений (разность максимальных верхних пределов измерений по избыточному давлению и разрежению) для данной модели, kPa, МПа;

P_{\max} – действительное значение верхнего предела измерений (разности верхних пределов измерений по избыточному давлению и разрежению), кПа, МПа;
 S – коэффициент, равный 1 или 2, в зависимости от заказа;
 Δ'_{ot} – значение по таблице 4, % диапазона выходного сигнала.

Таблица 4

Предел допускаемой основной погрешности, (1.2.3)	Δ'_{ot}	Δ'_{dt}
$\pm 0,2$	0,06	0,1
$\pm 0,25$	0,08	0,12
$\pm 0,4$	0,1	0,16
$\pm 0,5$	0,15	0,2
$\pm (0,15 - 0,6)$ (дифференцированные значения)	0,08	0,2

Предельное допускаемое изменение диапазона выходного сигнала Δ_{dt} , вызванное изменением температуры окружающего воздуха от $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ до любой температуры в рабочем диапазоне температур на каждые 10°C изменения температуры, выраженное в процентах диапазона выходного сигнала, не превышает значений $S \cdot |\Delta'_{dt}|$.

Значение $|\Delta'_{dt}|$ выбирается по таблице 4.

1.2.15 Изменение значения выходного сигнала преобразователей разности давлений, вызванное изменением рабочего избыточного давления в диапазоне от нуля до предельно допускаемого и от предельно допускаемого до нуля (табл. 1), выраженное в процентах диапазона изменения выходного сигнала, не превышает значений $[Y_p]$, определяемых по формуле (7):

$$[Y_p] = K_p \cdot \Delta P_{\text{раб}} \frac{P'_{\max}}{P_{\max}} \cdot \%, \quad (7)$$

где $\Delta P_{\text{раб}}$ – изменение рабочего избыточного давления, МПа;

P'_{\max}, P_{\max} – то же, что в формуле (6);

$K_p = 0,025 \text{ \% /MPa}$ – для преобразователей моделей 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460;

$K_p = 0,08 \text{ \% /MPa}$ – для преобразователей модели 2420 с предельно допускаемым рабочим избыточным давлением 10 МПа;

$K_p = 0,2 \text{ \% /MPa}$ – для преобразователей моделей 2410 и 2420 с предельно допускаемым рабочим избыточным давлением 4 МПа.

Для преобразователей модели 2410 с предельно допускаемым рабочим избыточным давлением 0,1 МПа значение Y_p не должно превышать 0,2 %.

1.2.16 Средняя наработка на отказ с учетом технического обслуживания составляет 250000 h.

1.2.17 Средний срок службы преобразователей предназначенных для эксплуатации на ОАЭ, 15 лет.

Средний срок службы преобразователей – 12 лет, кроме преобразователей, эксплуатируемых при измерении параметров химических агрессивных сред.

Средний срок службы преобразователей, эксплуатируемых при измерении параметров химических агрессивных сред, - 6 лет. В этом случае исполнение преобразователей по материалам, контактирующим с измеряемой средой, выбирается из 02, 05, 06, 07, 08, 09 в соответствии с приложением Б.

1.2.18 Масса преобразователей не превышает указанной в приложении В.

1.2.19 Установочные и присоединительные размеры преобразователей с установленными монтажными частями соответствуют указанным в приложении И.

1.3 Устройство и работа

1.3.1 Работа преобразователя основана на использовании тензоэффекта в полупроводниках. Измеряемое давление воздействует на мембрану тензопреобразователя, от деформации которой изменяются значения сопротивлений тензорезисторов и электрического выходного сигнала.

Электронный блок преобразует это изменение сопротивления в токовый выходной сигнал и осуществляет компенсацию температурных погрешностей.

Преобразователи с разделительной мембраной могут быть использованы для измерения давления агрессивных сред, а преобразователи с открытой разделительной мембраной также и для измерения коагулирующих сред.

Для защиты мембран в разделителях от воздействия измеряемой среды допускается использование пленок из фторопласта, резины и других эластопластов толщиной до 0,3 мм или дополнительных металлических мембран толщиной до 0,1 мм (тантал, нержавеющая сталь и т.п.).

Общий вид, габаритные и присоединительные размеры преобразователей представлены в приложении И.

1.3.2 Электронный блок смонтирован на одной плате (рисунок 1), размещенной в корпусе преобразователя.

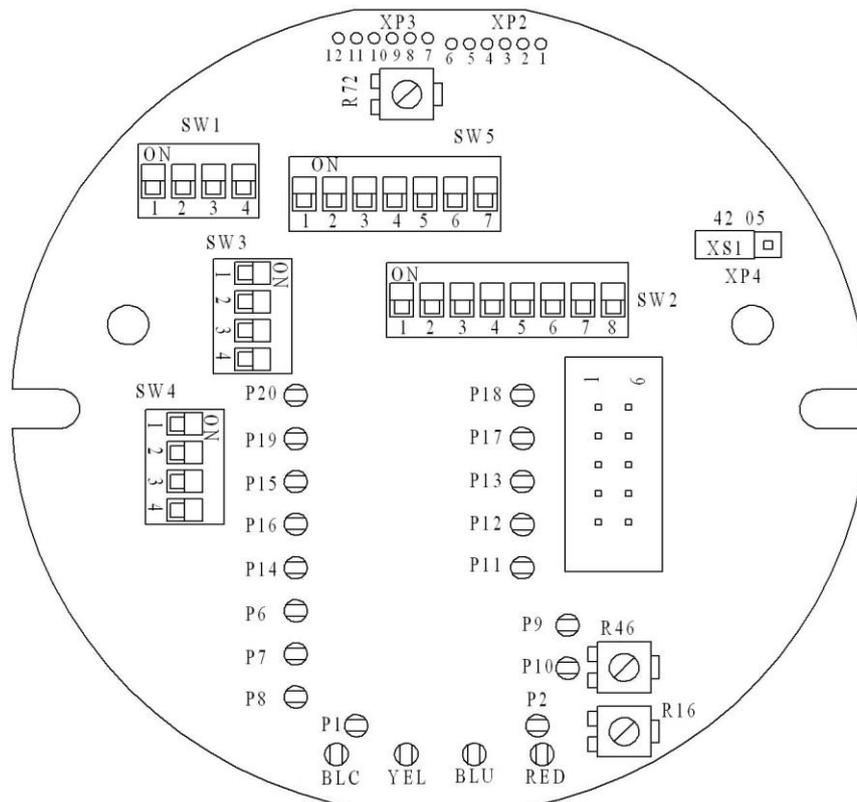


Рисунок 1 Внешний вид платы с элементами регулировки

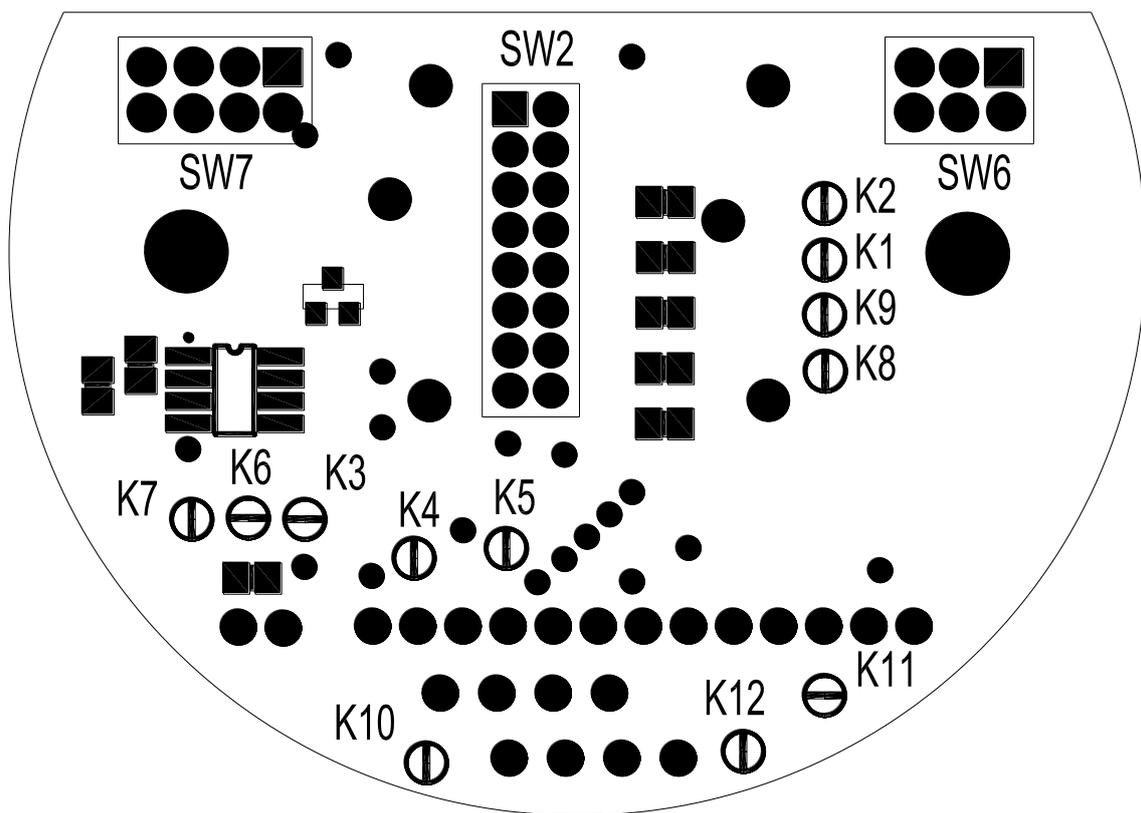


Рисунок 2 Внешний вид платы настроек для приборов на минус 55 °С

Элемент платы настроек для приборов на минус 55 °С	Соответствующий элемент на приборе обычного исполнения	Назначение
K1	SW3-3	Установка начального тока
K2	SW3-4	
K3	SW4-1	Изменение характеристики выходного сигнала на обратную
K4	SW4-2	
K5	SW4-3	
K6	SW4-4	
	SW1-3	Установка выходного сигнала $4 \div 20$ мА (изменение глубины регулировки выходного сигнала)
K7	SW1-4	Установка выходного сигнала $4 \div 20$ мА
K8	SW3-1	Установка начального тока
K9	SW3-2	
K10	SW1-1	Установка выходного сигнала $0 \div 5$ мА
K11	SW1-2	
K12	Изменения диапазона напряжения питания с $16 \div 42$ В на $9 \div 36$ В	
SW2	SW2	Дискретное смещение «НУЛЯ»
SW6	SW5 1-3	Изменение чувствительности преобразователя (перенастройка предела измерения)
SW7	SW5 4-7	

На второй вход преобразователя «напряжение-ток» подается сигнал коррекции температурной нелинейности диапазона 9. В качестве информационного источника о значении температуры используется независимый кремниевый резистор, изготовленный из того же материала, что и тензорезисторы.

Под крышкой корпуса, на плате электронного блока (рисунок 1) расположены переключатели SW1, SW3, SW4, которые служат для установки параметров выходного сигнала преобразователя: сигнал 4...20 или 0...5 mA, возрастающая или убывающая выходная характеристика.

Переключатель SW2 служит для включения дискретного смещения начального значения выходного сигнала (в дальнейшем – «нуля»):

а) ключ 7 переключателя SW2 в положении ON включает «смещение» нуля в «плюс»;

б) ключ 8 переключателя SW2 в положении ON включает «смещение» нуля в «минус»;

в) ключ 6 переключателя SW2 в положение ON – включает дискретно смещение в пределах 1,5 %;

г) ключ 5 переключателя SW2 в положение ON – включает дискретно смещение – 3 %;

д) ключ 4 переключателя SW2 в положение ON – включает дискретно смещение – 6 %;

е) ключ 3 переключателя SW2 в положение ON – включает дискретно смещение – 12 %;

ж) ключ 2 переключателя SW2 в положение ON – включает дискретно смещение – 25 %;

з) ключ 1 переключателя SW2 в положение ON – включает дискретно смещение – 50 %;

Переключатель SW5 служит для установки поддиапазона измерения внутри одной модели (2.3.1).

Резистор R72 служит для «грубой» установки начального значения выходного сигнала при перенастройке преобразователя.

Первый многооборотный подстроечный резистор 10 kΩ служит для «точной» установки начального значения выходного сигнала при монтаже и обслуживании преобразователя. Этот резистор установлен на дополнительной плате так, чтобы доступ к его регулировочному винту был возможен без снятия крышки преобразователя через специальный канал в корпусе электронного блока.

Второй многооборотный подстроечный резистор 10 kΩ служит для «точной» установки верхнего значения выходного сигнала при перенастройке преобразователя. Этот резистор установлен на дополнительной плате так, чтобы доступ к его регулировочному винту был возможен без снятия крышки преобразователя через специальный канал в корпусе электронного блока.

Блок-схема электронного блока с платой (рисунок 1) представлена на рисунке 3.

1.3.3 Обеспечение взрывозащищенности

Обеспечение взрывозащищенности преобразователя с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» достигается за счет ограничения напряжения

и тока в его электрических цепях до искробезопасных значений, а также за счет выполнения конструкции в соответствии с ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010. На корпусе преобразователя имеется маркировка взрывозащиты «0Ex ia IIC T5 X» по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011.

Знак «X», стоящий после маркировки взрывозащиты, означает, что при эксплуатации преобразователя необходимо соблюдать следующие «особые» условия:

1 Питание преобразователя осуществляется от блока преобразования сигналов типа БПС-90 или других типов источников питания, имеющих сертификат соответствия Системы сертификации ГОСТ Р и разрешение на применение для взрывоопасной газовой смеси категории IIC.

2 Выходные искробезопасные параметры блока преобразования сигналов типа БПС-90 или других типов источников питания не должны превышать значений:

максимальное выходное напряжение U_0 : 24 V;

максимальный выходной ток I_0 : 120 mA;

максимальная внешняя емкость C_0 : 0,12 μ F;

максимальная внешняя индуктивность L_0 : 1 мН.

3 Запрещается эксплуатация преобразователя с механическими повреждениями корпуса.

4 Корпуса преобразователей должны быть заземлены.

5 Настройку преобразователей производить вне взрывоопасной зоны.

Обеспечение взрывозащищенности преобразователя с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка» достигается заключением его электрических частей во взрывонепроницаемую оболочку по ГОСТ ИЕС 60079-1-2011, которая имеет высокую степень опасности механических повреждений по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011, выдерживает давление взрыва и исключает его передачу в окружающую взрывоопасную среду. Взрывонепроницаемость обеспечивается также исполнением деталей оболочки и их соединением с соблюдением параметров взрывозащиты по ГОСТ ИЕС 60079-1-2011, приведенных на чертеже средств взрывозащиты (приложение К). Взрывонепроницаемость ввода кабеля достигается уплотнением его эластичным резиновым кольцом, минимально допустимый размер которого указан на чертеже средств взрывозащиты (приложение К). Степень защиты ввода кабеля от внешних воздействий - IP65 по ГОСТ 14254-96. Максимальная допустимая температура наружной поверхности преобразователя (100 °С) соответствует температурному классу T5 по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011 и не превышает рабочую температуру примененных в преобразователе изоляционных материалов. В преобразователе предусмотрены внутренний и внешний заземляющие зажимы и знак заземления, выполненные по ГОСТ 21130-75. На съемных крышках имеется предупредительная надпись «Открывать, отключив от сети». На корпусе преобразователя имеется маркировка взрывозащиты «1Ex d IIB T5» по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011.

Электрическая изоляция преобразователя выдерживает без пробоя и поверхностных разрядов испытательное напряжение 500 V переменного тока.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Подготовка преобразователя к использованию

2.1.1 преобразователи рекомендуется монтировать в положении, указанном в приложении И.

В приложении И приведен рекомендуемый монтаж преобразователя для измерения разности давлений жидкости (подвод давления сверху). При измерении разности давлений газа рекомендуется подвод давления производить снизу.

При выборе места установки преобразователя необходимо учитывать следующее:

преобразователь можно устанавливать во взрывоопасных зонах помещений при соблюдении 2.2.1 настоящего РЭ;

место установки преобразователя должно обеспечивать удобные условия для обслуживания и демонтажа;

температура и относительная влажность окружающего воздуха должны соответствовать значениям, указанным в 1.1;

окружающая среда не должна содержать примесей, вызывающих коррозию деталей преобразователя;

напряженность магнитных полей, вызванных внешними источниками переменного тока частотой 50 Hz или вызванных внешними источниками постоянного тока не должна превышать 400 A/m;

параметры вибрации не должны превышать значений, приведенных в 1.2.12;

параметры нагрузки, включая линию связи с блоком питания БПС-90, не должны превышать следующих значений: C_0 : 0,12 μ F; L_0 : 1 мН; $R_{0\leq 20}$ Ω (приложение E);

корпус преобразователя должен быть заземлен.

При эксплуатации преобразователя в диапазоне минусовых температур необходимо исключить:

накопление и замерзание конденсата в рабочих камерах и внутри соединительных трубок (при измерении параметров газообразных сред);

замерзание, кристаллизацию среды или выкристаллизовывание из нее отдельных компонентов (при измерении параметров жидких сред).

2.1.2 Соединительные трубки от места отбора давления к преобразователю должны быть проложены по кратчайшему расстоянию.

Температура измеряемой среды существенного значения не имеет, поскольку в преобразователе в рабочих условиях нет протока среды и она приобретает температуру самого преобразователя, отличную от устройств, в которых протекает среда с температурой выше предельной температуры окружающего воздуха. В этих случаях преобразователь должен устанавливаться на соединительной линии, рекомендуемая длина которой должна быть не менее 2 м. Указанная длина является ориентировочной, зависит от температуры среды, диаметра и материала соединительной линии, характера изменений измеряемого параметра и может быть уменьшена.

Соединительные линии должны иметь односторонний уклон (не менее 1:10) от места отбора давления вверх к преобразователю, если измеряемая среда – газ, и вниз к преобразователю, если измеряемая среда – жидкость. Если это невозможно,

то при измерении давления или разности давлений газа в нижних точках соединительной линии следует устанавливать отстойные сосуды, а при измерении разности давлений жидкости в наивысших точках – газосборники.

Отстойные сосуды рекомендуется устанавливать перед преобразователем и в других случаях, особенно при длинных соединительных линиях и при расположении преобразователя ниже места отбора давления.

Для продувки соединительных линий должны предусматриваться самостоятельные устройства.

В соединительной линии от места отбора давления к преобразователю рекомендуется устанавливать два вентиля или трехходовой кран для отключения преобразователя от линии и соединения его с атмосферой. Это упрощает периодический контроль установки выходного сигнала, соответствующего нулевому значению измеряемого давления, и демонтаж преобразователя.

В соединительных линиях от сужающего устройства к преобразователю рекомендуется установить на каждой линии вентиль для соединения линии с атмосферой и вентиль для отключения преобразователя.

По заказу потребителя преобразователь разности давлений может снабжаться клапанным блоком.

При монтаже клапанный блок присоединяется к монтажной трубе с использованием кронштейна, скоб, гаек М8, а к преобразователю – четырьмя болтами М10х25. Монтажные фланцы присоединяются к клапанному блоку четырьмя болтами М10х40 (приложение И). Уплотнение соединений осуществляется установкой уплотнительных колец, входящих в комплект монтажных частей.

Присоединение преобразователя к соединительной линии осуществляется с помощью предварительно приваренного к трубке линии ниппеля или с помощью монтажного фланца, имеющего коническую резьбу К 1/4" или К 1/2" ГОСТ 6111-52 для навинчивания на концы трубок линии (варианты по выбору потребителя). Уплотнение конической резьбы осуществляется, в зависимости от измеряемой среды, фторопластовой лентой или фаолитовой замазкой (50 % по весу крошки сырого фаолитового листа, растворенного в 50 % бакелитового лака).

Перед присоединением к преобразователю линии должны быть тщательно продуты для уменьшения возможности загрязнения камер измерительного блока преобразователя.

2.1.3 Включение в работу преобразователя разности давлений с клапанным блоком, схема которого приведена на рисунке 4, производить следующим образом:

- 1) закрыть клапаны 1, 2 со стороны «плюсовой» и «минусовой» камер;
- 2) открыть запорную арматуру, установленную на технологическом оборудовании как в «плюсовой» так и в «минусовой» линиях;
- 3) открыть уравнительный клапан 3;
- 4) открыть сначала клапан 1 со стороны «плюсовой» камеры, а затем клапан 2 со стороны «минусовой» камеры;
- 5) проверить и, в случае необходимости, откорректировать выходной сигнал;
- 6) закрыть уравнительный клапан 3.

При заполнении измерительных камер преобразователя необходимо следить за тем, чтобы в камерах не осталось пробок газа (при измерении разности давлений жидких сред) или жидкости (при измерении разности давлений газа).

Заполнение камер преобразователя разности давлений жидкостью осуществляется после установки его в рабочее положение. Подача жидкости производится под небольшим давлением (желательно самотеком) одновременно в обе камеры при открытых игольчатых клапанах. После того, как заполнительная жидкость начинает вытекать через игольчатые клапаны, их следует закрыть.

Продувка соединительных линий через преобразователь не допускается.

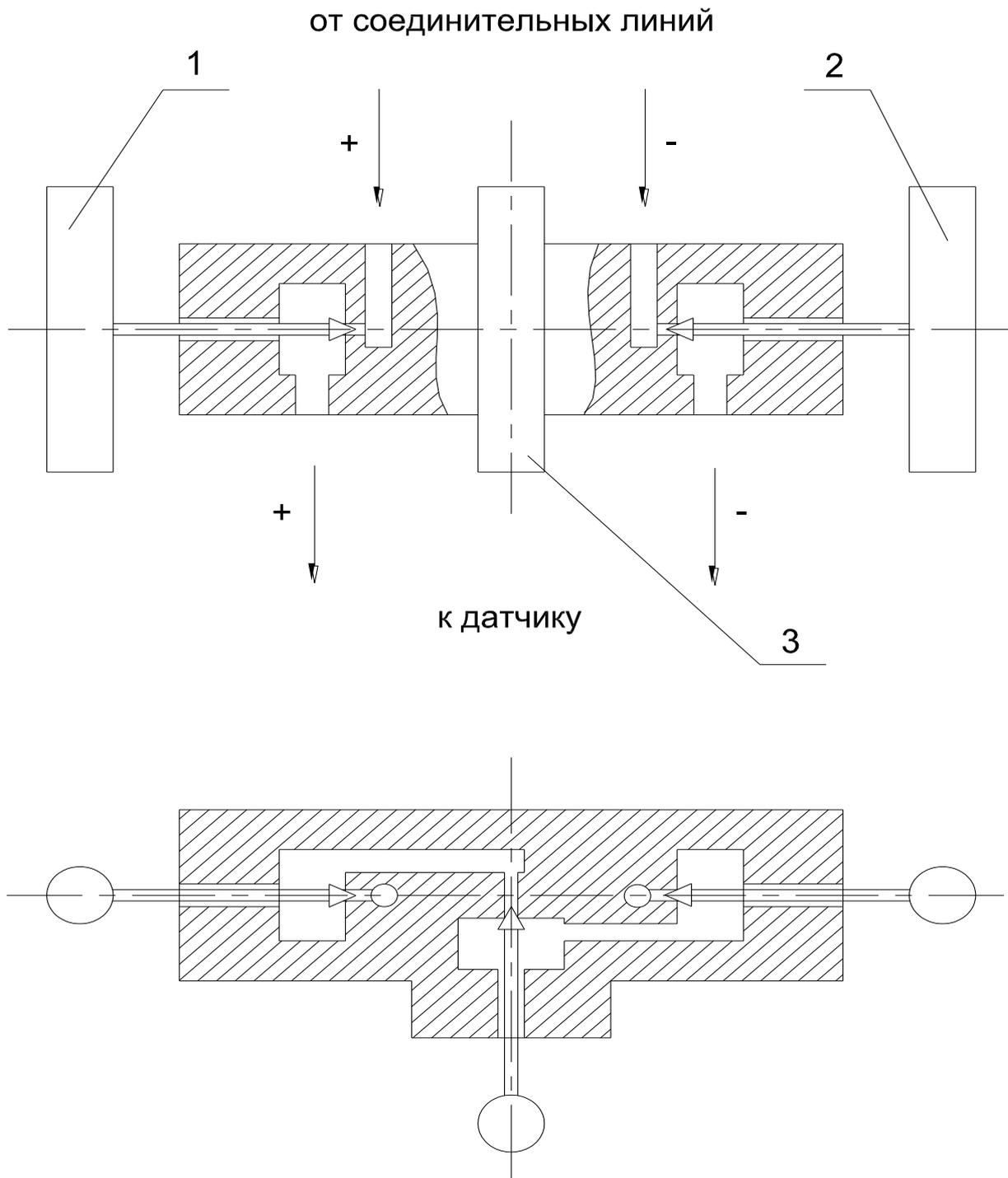


Рисунок 4 Схема клапанного блока

Продувку рабочих камер преобразователь и слив конденсата из них производить следующим образом:

- 1) закрыть все клапаны клапанного блока;
- 2) приоткрыть игольчатые клапаны, расположенные на фланцах измерительного блока;
- 3) произвести продувку или слив конденсата, для чего открыть уравнильный клапан 3 (рисунок 4), затем плавно повернуть рукоятку 1 «плюсовой» камеры на 0,5-1 оборот против часовой стрелки, находясь при этом вне зоны продувки или слива конденсата;
- 4) закрыть игольчатые клапаны.

2.1.4 Подключить преобразователь согласно соответствующей схеме электрической подключения (приложения Г, Д, Ж, Е). Перед включением питания необходимо проверить соответствие установки и монтажа преобразователь указанным 2.1.1-2.1.3.

Подсоединение кабеля к преобразователю производить следующим образом:

для преобразователей исполнения с взрывонепроницаемой оболочкой отвернуть четыре винта крепления боковой крышки, снять крышку, отвернуть два винта крепления прижима, снять прижим, ослабить контрогайку и штуцер, пропустить провода через кабельный ввод, подсоединить провода к клеммной колодке в соответствии со схемой электрической подключения, подтянуть штуцер и контрогайку, установить и закрепить прижим, установить крышку на корпус преобразователя с помощью четырех винтов;

для преобразователей с разъемом в кабельном вводе подсоединить провода к розетке из комплекта монтажных частей и воткнуть розетку в вилку корпуса преобразователя;

для преобразователей остальных исполнений снять боковую крышку, отвернув четыре винта, отвернуть гайку кабельного ввода, пропустить провода через кабельный ввод, подсоединить провода к клеммной колодке преобразователя в соответствии со схемой электрической подключения, завернуть гайку кабельного ввода и установить крышку на корпус преобразователя, закрепив ее четырьмя винтами.

Подключить питание к преобразователю.

Через 30 min после включения электропитания необходимо проверить и, при необходимости, установить значение выходного сигнала преобразователя (1.2.7, 1.2.8). Установку производить с помощью элементов настройки «нуля».

Установку значения выходного сигнала необходимо производить после подачи и сброса измеряемого давления, соответствующего 80-100 % верхнего предела измерений.

Контроль значения выходного сигнала должен производиться с помощью миллиамперметра или вольтметра постоянного тока, подключаемых к выходной цепи преобразователя.

Контроль значения выходного сигнала может производиться также с помощью миллиамперметра или вольтметра постоянного тока, подключаемого к клеммам 3 и 4 электронного преобразователя.

Выбор вида контрольного сигнала (по току или напряжению) осуществляется путём замыкания соответствующей SMD перемычки, расположенной на верхней стороне печатной платы клеммной колодки.

Для работы контрольной цепи должна быть замкнута только одна из перемычек печатной платы клеммной колодки.

При выпуске из производства устанавливается контрольный сигнал по току, если иное не предусмотрено заказом.

При использовании миллиамперметра необходимо учитывать, что падение напряжения на нём не должно превышать 0,1 V.

При использовании вольтметра значение выходного сигнала определяется по величине падения напряжения на встроенном высокочастотном резисторе

$$R_{\text{тест}} = 100 \text{ Ом}, U_{\text{тест}} = 100 \times I_{\text{вых}}, (\text{мВ}).$$

Средство контроля выходного сигнала, соответствующего нижнему значению измеряемого параметра, не должно иметь абсолютную погрешность более, чем

$$\frac{0,2 \gamma \cdot (I_{\text{max}} - I_0)}{100}, \quad (8)$$

где I_{max} – верхнее предельное значение выходного сигнала, mA;

I_0 – нижнее предельное значение выходного сигнала, mA.

Установка нуля должна производиться с максимально возможной точностью. Допускается по усмотрению потребителя вместо корректировки выходного сигнала учитывать действительное значение этого сигнала при нижнем предельном значении измеряемого параметра, а также осуществлять соответствующую корректировку выходного сигнала во вторичном устройстве.

Установка выходного сигнала у преобразователя давления-разрежения производится после подачи и сброса избыточного давления, составляющего 70-100 % верхнего предела измерений.

Корректировка «нуля» должна производиться после подачи и сброса избыточного давления, составляющего 80-100 % верхнего предела измерений.

Преобразователь разности давлений выдерживает воздействие односторонней перегрузки рабочим избыточным давлением в равной мере как со стороны плюсовой, так и минусовой камер. В отдельных случаях односторонняя перегрузка рабочим избыточным давлением может привести к некоторым изменениям нормированных характеристик преобразователя.

После перегрузки следует провести проверку выходного сигнала, соответствующего нижнему и верхнему предельным значениям измеряемого параметра, и, при необходимости, провести корректировку выходного сигнала в соответствии с 2.1.4. Перед корректировкой выходного сигнала следует подвергнуть преобразователь воздействию перегрузки 110-140 % верхнего предела измерений.

Для исключения случаев возникновения односторонних перегрузок в процессе эксплуатации преобразователя разности давлений необходимо строго соблюдать

определенную последовательность при включении преобразователя в работу, при продувке рабочих камер и сливе конденсата.

Для преобразователей давления–разрежения в случае возникновения перегрузки после ее воздействия подать и сбросить давление перегрузки противоположного знака, после чего произвести установку "нуля".

2.2 Обеспечение взрывозащищенности при монтаже, эксплуатации и ремонте

2.2.1 При монтаже и эксплуатации

При монтаже и эксплуатации преобразователя необходимо руководствоваться следующими документами:

правила ПЭЭП (гл. 3.4 «Электроустановки во взрывоопасных зонах»);

правила ПУЭ (гл. 7.3);

ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010;

ГОСТ ИЕС 60079-1-2011;

инструкция ВСН 332-74/ММСС («Инструкция по монтажу электрооборудования, силовых и осветительных сетей взрывоопасных зон»);

настоящее РЭ и другие нормативные документы, действующие на предприятии.

К монтажу и эксплуатации преобразователя должны допускаться лица, изучившие настоящее руководство по эксплуатации и прошедшие соответствующий инструктаж. Перед монтажом преобразователь должен быть осмотрен. При этом необходимо обратить внимание на маркировку взрывозащиты, предупредительные надписи, отсутствие повреждений, как корпуса взрывонепроницаемой оболочки, так и измерительного блока, наличие заземляющего зажима, состояние подключаемого кабеля, наличие средств уплотнения для кабеля и крышек.

Во избежание срабатывания предохранителей в блоке питания при случайном закорачивании соединительных проводов заделку кабеля и его подсоединения производить при отключенном питании.

По окончании монтажа должны быть проверены электрическое сопротивление изоляции между электрическими цепями и корпусом преобразователя, которое должно быть не менее 20 МΩ и электрическое сопротивление линии заземления, которое должно быть не более 4 Ω.

При эксплуатации преобразователь должен подвергаться систематическому внешнему осмотру.

При внешнем осмотре необходимо проверять:

отсутствие обрывов или повреждений изоляции соединительных линий;

надежность подключения кабелей (они не должны проворачиваться в узле закрепления);

прочность крепления преобразователя;

отсутствие вмятин и видимых механических повреждений оболочки преобразователя.

Периодичность профилактических осмотров устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже двух раз в год.

Настройка преобразователя должна производиться вне взрывоопасной зоны.

Во взрывоопасной зоне у преобразователя с взрывонепроницаемой оболочкой не допускается открывать крышку при включенном напряжении питания.

2.2.2 При ремонте

Ремонт преобразователя должен производиться в соответствии с правилами ПЭЭП (глава 3.4), инструкцией РД 16407 «Электрооборудование взрывозащищенное. Ремонт».

По окончании ремонта должен быть произведен осмотр и проверка преобразователя в соответствии с указаниями п. 2.3.1, а также необходимая настройка в соответствии с указаниями раздела 2.3 настоящего РЭ.

2.3 Измерение параметров, регулирование и настройка

2.3.1 Измерение параметров (выходного сигнала) преобразователя проводится по методикам, изложенным в МИ 1997-89.

При необходимости преобразователь может быть перенастроен на любой вид характеристики выходного сигнала:

- а) с предельными значениями выходного сигнала 0...5, и 4...20 мА, соответственно – прямая характеристика (возрастающая выходная характеристика);
- б) с предельными значениями выходного сигнала 5...0, и 20...4 мА, соответственно – обратная характеристика (убывающая выходная характеристика).

Подключите преобразователь к стенду с образцовым прибором для задачи давления. У преобразователя разности давления измерительная камера отмечена знаком «+», камера, отмеченная знаком «-», должна быть соединена с атмосферой.

Установите на входе преобразователя давление, соответствующее нижнему предельному значению и корректором «нуля» установите начальное значение выходного сигнала.

Подайте в измерительную камеру преобразователя давление, соответствующее максимальному значению предела измерения данной модели. При необходимости корректором «диапазон» установите верхнее предельное значение выходного сигнала.

Сбросьте давление в измерительной камере до атмосферного.

2.3.1.1 Перенастройка диапазона измерения преобразователя.

Внутри данной модели любой преобразователь может быть перенастроен на один из диапазонов в соответствии с моделью преобразователя. Перенастройка диапазонов осуществляется с помощью переключателя SW5.

Для перенастройки преобразователя (всех типов, кроме ДИВ) в соответствии с выбранным значением диапазона измерений выполните следующие операции:

Все ключи переключателя SW3 установить в положение OFF и с помощью подстроечного резистора R72 установить начальное значение выходного сигнала. Установить ключи переключателя SW3 в положение согласно таблице 5 и с помощью «точной» регулировки нуля при необходимости откорректировать выходной ток.

Таблица 5

Переключатели SW1, SW3 и SW4	Ключ	Выходной сигнал (положение выключателей)			
		возрастающая выходная характеристика		убывающая выходная характеристика	
		4...20 mA	0...5 mA	20...4 mA	5..0 mA
SW1	1	OFF	ON	OFF	ON
	2	OFF	ON	OFF	ON
	3	ON	OFF	ON	OFF
	4	ON	OFF	ON	OFF
SW3	1	OFF	OFF	OFF	OFF
	2	OFF	OFF	OFF	OFF
	3	OFF	OFF	OFF	ON
	4	ON	ON	OFF	OFF
SW4	1	ON	ON	OFF	OFF
	2	ON	ON	OFF	OFF
	3	OFF	OFF	ON	ON
	4	OFF	OFF	ON	ON

Для преобразователей давления-разрежения ключи на переключателе SW3 в зависимости от параметров выходного сигнала должны быть установлены в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6

Ключ	Выходной сигнал	
	4...20 mA	0...5 mA
1	ON	OFF
2	OFF	OFF
3	OFF	ON
4	OFF	OFF

Установить ключи переключателя SW5 в положение, соответствующее требуемому пределу измерений согласно таблицы 7.

Таблица 7

Номер ключа	Верхний предел измерений в % от максимального значения диапазона для данной модели и соответствующие положения ключей					
	100 %	60...63 %	40 %	25 %	16 %	10 %
1	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF
3	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
4	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
5	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON
6	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF
7	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON

Подать на преобразователь давление и с помощью корректора диапазона установить выходной ток в соответствии с выбранной характеристикой.

2.3.1.2 Регулирование и настройка выходного сигнала преобразователя для получения эффекта «электронной линзы»

Для преобразователей, настроенных на любой диапазон $P/P_{max} < 1$, можно путем смещения нижнего значения выходного сигнала получить так называемый эффект «электронной линзы».

Пример. Допустим, по технологическому процессу необходимо контролировать избыточное давление в диапазоне от 9 до 10 кПа, что соответствует применению преобразователя модели 2120. Установим преобразователь на предел измерения 1 кПа (см. 2.3.1.1).

В нашем случае нижнее предельное значение выходного сигнала (например, 4 мА) соответствует давлению 9 кПа. Зададим это давление на входе преобразователя и сместим выходной сигнал к нижнему предельному значению (4 мА). Для этого включим на переключателе SW2 ключи 1, 4, 6, 7 и 8, что соответствует смещению «нуля» на 90 %. При необходимости корректором нуля нужно установить точное значение выходного сигнала 4 мА.

Теперь полное изменение значения выходного сигнала (например, 4...20 мА) будет соответствовать 0,1 шкалы изменения измеряемого параметра, то есть 1 кПа.

2.3.2 Настройка преобразователя взрывозащищенного исполнения должна производиться за пределами взрывоопасной зоны.

2.3.3 Возможные неисправности и способы их устранения приведены в таблице 8.

Таблица 8

Неисправность	Причина	Способ устранения
1. Выходной сигнал отсутствует	Обрыв в линии нагрузки или в линии связи с источником питания	Найти и устранить обрыв
	Нарушение полярности подключения источника питания	Устранить направленное подключение источника питания
2. Выходной сигнал нестабилен, погрешность преобразователя превышает допускаемую	Нарушена герметичность в линии подвода давления	Найти и устранить негерметичность
	Нарушена герметичность сальникового уплотнения клапанного устройства	Подтянуть сальник клапанного устройства или заменить на новый
	Нарушена герметичность уплотнения монтажного фланца или ниппеля преобразователя	Заменить уплотнительное кольцо или прокладку на новую, взятую из комплекта монтажных частей.
	Нарушена герметичность уплотнения фланца измерительного блока преобразователя	Заменить уплотнительное кольцо на новое
3. Негерметичность	Нарушена герметичность пробки фланца измерительного блока преобразователя	Подтянуть пробку или уплотнить лентой ФУМ, или заменить пробку на новую
	Нарушена герметичность между клапанным устройством и преобразователем; между клапанным устройством и монтажным фланцем или ниппелем	1. Повторить сборку 2. Заменить уплотнительное кольцо или прокладку

2.3.4 Указания мер безопасности

По способу защиты человека от поражения электрическим током преобразователи относятся к классу III по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Эксплуатация преобразователей должна производиться согласно требованиям главы 7.3 ПУЭ, главы 3.4 ПЭЭП и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

Не допускается эксплуатация преобразователей разности давлений в системах, рабочее избыточное давление в которых может превышать соответствующие предельные значения, указанные в таблице 1.

Не допускается применение преобразователей для измерения параметров сред, агрессивных по отношению к материалам, контактирующим с измеряемой средой.

Не допускается применение преобразователей, имеющих измерительные блоки, заполненные кремнийорганической (полиметилсилоксановой) жидкостью ГОСТ 13032-77, в процессах, где по условиям техники безопасности производства запрещается попадание этой жидкости в измеряемую среду. Это ограничение не относится к преобразователям моделей 2030, 2040, 2151, 2161, 2171, 2351, не имеющим кремнийорганического заполнения.

Присоединение и отсоединение преобразователя от магистрали, подводящей измеряемую среду, должно производиться после закрытия вентиля на линии перед преобразователем. Отсоединение преобразователя должно производиться после сброса давления в преобразователе до атмосферного.

Эксплуатация преобразователя разрешается только при наличии инструкции по технике безопасности, утвержденной руководителем предприятия-потребителя и учитывающей специфику применения преобразователя в конкретном технологическом процессе.

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Проверка работоспособности преобразователя.

Проверка технического состояния преобразователя проводится после его получения (входной контроль), перед установкой на место эксплуатации, а также в процессе эксплуатации (непосредственно на месте установки преобразователя и в лабораторных условиях).

При проверке преобразователя на месте эксплуатации, как правило, проверяется и корректируется выходной сигнал, соответствующий нижнему предельному значению измеряемого параметра (1.2.7), проверка герметичности осуществляется путем визуального осмотра мест соединений, а проверка работоспособности контролируется по наличию изменения выходного сигнала при изменении измеряемого параметра.

При входном контроле, перед установкой в эксплуатацию, в процессе эксплуатации в лабораторных условиях по мере необходимости следует проводить корректировку выходного сигнала в соответствии с 2.3.1.

3.2 Порядок технического обслуживания преобразователя .

Техническое обслуживание преобразователя заключается, в основном, в периодической поверке и, при необходимости, корректировке «нуля» преобразователя, в сливе конденсата или удалении воздуха из рабочих камер преобразователя, проверке технического состояния преобразователя.

Метрологические характеристики преобразователя в течение межповерочного интервала соответствуют установленным нормам с учетом показателей безотказности преобразователя и при условии соблюдения потребителем правил хранения и эксплуатации, указанных в настоящем руководстве по эксплуатации.

Необходимо следить за тем, чтобы трубки соединительных линий и вентили не засорились и были герметичны. В трубках и вентиллях не должно быть пробок жидкости (при измерении давления газа) или газа (при измерении давления жидкости).

С этой целью трубки рекомендуется периодически продувать, не допуская при этом перегрузки преобразователя, периодичность устанавливается потребителем в зависимости от условий эксплуатации.

При нарушении герметичности сальникового уплотнения клапана, пробки фланца измерительного блока необходимо подтянуть или заменить соответственно сальник или пробку.

Если нарушена герметичность уплотнения монтажного фланца или фланца измерительного блока, следует заменить уплотнительное кольцо или прокладку.

3.3 Хранение

Преобразователь может храниться как в транспортной таре, так и в потребительской таре на стеллажах.

Условия хранения преобразователя в транспортной таре – 3, в потребительской таре – 1 по ГОСТ 15150-69.

4 ПОВЕРКА

Преобразователи должны подвергаться первичной и периодической поверкам.

Поверка осуществляется по рекомендации МИ 1997-89 «Рекомендация ГСИ. Преобразователи давления измерительные. Методика поверки», утверждённой ВНИИМС 20.06.1989г.

Межповерочный интервал – 2 года.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Схема составления условного обозначения преобразователя

Сапфир-22МТ-----	Ех	-2420	-01	-У2*(-30+50)	-0,25	-6,3kPa / 10	-42	-Н1	
1	Исполнение по взрывозащите (предоставляется только для взрывозащищенного исполнения): Ех –«искробезопасная электрическая цепь»; Вн –«взрывонепроницаемая оболочка _____»	2	Модель по табл. 1, 2 _____	3	Обозначение исполнения по материалам, приложение Б _____	4	Обозначение вида климатического исполнения и диапазон температур (1.1) _____	5	Предел допускаемой основной погрешности (1.2.3) _____
6	Верхний предел измерений с указанием единицы давления по табл. 1, 2 _____	7	Предельно допускаемое рабочее избыточное давление по табл. 1 _____	8	Код выходного сигнала: 05 – (0-5) мА; 50 – (5-0) мА; 42 – (4-20) мА; 24 – (20-4) мА _____	9	Код комплекта монтажных частей (приложение И). Предоставляется только при заказе комплекта _____		

Примечания.

1 При заказе преобразователя для измерения расхода с дифференцированными значениями предела допускаемой основной погрешности вместо значения предела допускаемой основной погрешности (5) проставляется буква «F».

2 Преобразователь со значением коэффициента $S = 1$ (1.2.14) поставляется по согласованию с предприятием-изготовителем, в остальных случаях $S = 2$.

3 При заказе преобразователя с приработкой 360 h после номера модели следует проставить букву «П».

4 При заказе преобразователя с разъемом следует проставить букву «Р» в конце условного обозначения.

5 При заказе преобразователя, предназначенного для эксплуатации на ОАЭ, после номера модели следует проставить букву «А».

6 Диафрагмы и уравнильные сосуды, используемые совместно с преобразователем в комплектах расходомеров и уровнемеров, поставляются по отдельному заказу.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

**Обозначение исполнения преобразователя по материалам, контактирующим с
измеряемой средой**

Обозначение исполнения при заказе	Материал мембраны	Фланцы, пробки для дренажа и продувки, ниппель, монтажный фланец, патрубки, корпус клапанного блока	
		Материал	Маркировка деталей
01	Сплав 36НХТЮ	Углеродистая сталь с покрытием	80
02	Сплав 36НХТЮ	Сталь 12Х18Н10Т, Сталь 14Х17Н2	15
03	Сплав 36НХТЮ	Углеродистая сталь с покрытием	80
		Алюминиевый сплав (только для фланцев преобразователя)	76
05	Сплав 15Х18Н12СЧТЮ	Сталь 12Х18Н10Т, Сталь 14Х17Н2	15
06	Сплав 06ХН28МДТ	Сплав 06ХН28МДТ	28
07	Тантал	Сплав ХН65МВ	30
08	Тантал	Сплав Н70МФВ	32
09	Титан ВТ1-0	Титановый сплав	62
11	Титановый сплав	Сталь 12Х18Н10Т, Сталь 14Х17Н2	15
12	Титановый сплав	Титановый сплав	62
15	Тантал	Титановый сплав	62
16	Сплав 68НХВКТЮ	Сплав 06ХН28МДТ	28
17	Титановый сплав	Углеродистая сталь с покрытием	80

Примечания

1 Материал уплотнительных колец – специальные марки резин или фтор-каучук.

2 Материал уплотнительных металлических прокладок – медь или нержавеющие сплавы.

3 Сплавы 06ХН28МДТ, ХН65МВ, Н70МФВ, стали 12Х18Н10Т, 14Х17Н2 – по ГОСТ 5632-2014, сплав 36НХТЮ – по ГОСТ 10994-74, титан и титановые сплавы – по ГОСТ 19807-91, алюминиевые сплавы – по ГОСТ 4784-97, сталь углеродистая – по ГОСТ 1050-2013, медь – по ГОСТ 859-2001, фторопласт – по ГОСТ 10007-80.

4 По требованию заказчика при заказе преобразователя исполнений по материалам 05, 06, 07, 08, 09 фланцы, пробки для дренажа и продувки, ниппель, монтажный фланец, патрубки, корпус клапанного блока могут изготавливаться из материалов в различных сочетаниях из числа указанных в настоящем приложении. При этом исполнение преобразователя по материалам определяется материалом мембраны.

5 Допускается замена стали 12Х18Н10Т на другие хромоникелевые стали. Замена остальных материалов допускается только по согласованию с заказчиком.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Масса преобразователей в зависимости от модели и исполнения по материалам

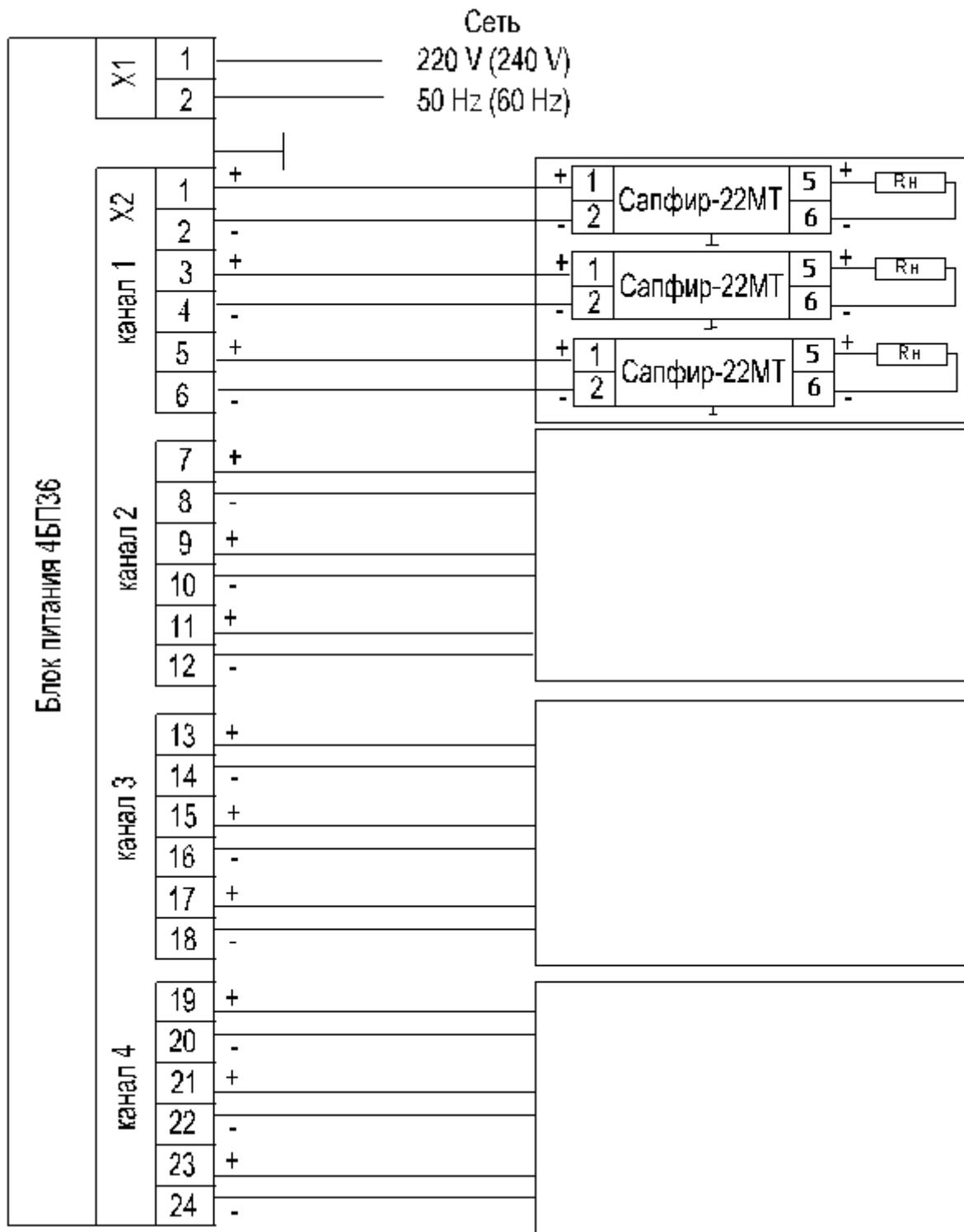
Модель	Обозначение исполнений по материалам	Масса *, кг, не более
2110, 2210, 2310 кроме исполнения Вн	01, 02, 05	11,8
	03, 09	10,0
	06, 07, 08	12,8
2110, 2210, 2310 исполнение Вн	01, 02, 05	11,8
	03	10,0
	06, 07, 08	12,8
2410 кроме исполнения Вн	01, 02, 05	10,9
	03, 09	9,1
	06, 07, 08	11,9
2410 исполнение Вн	01, 02, 05	10,9
	03	9,1
	06, 07, 08	11,9
2020, 2030, 2040, 2120, 2130, 2140, 2220, 2230, 2240, 2320, 2330, 2340 кроме исполнения Вн	01, 02, 05	5,7
	03, 09	4,3
	06, 07, 08	6,2
2020, 2030, 2040, 2120, 2130, 2140, 2220, 2230, 2240, 2320, 2330, 2340 исполнение Вн	01, 02, 05	5,7
	03	4,3
	06, 07, 08	6,2
2420, 2430, 2440 кроме исполнения Вн	01, 02, 05	5,6
	03, 09	4,2
	06, 07, 08	6,1
2420, 2430, 2440 исполнение Вн	01, 02, 05	5,6
	03	4,2
	06, 07, 08	6,1

Модель	Обозначение исполнений по материалам	Масса *, кг, не более
2434, 2444, 2450, 2460 кроме исполнения Вн	01, 02, 05	5,6
	06, 07, 08	6,1
	09	4,2
2434, 2444, 2450, 2460 исполнение Вн	01, 02, 05	5,6
	06, 07, 08	6,1
2051, 2061, 2151, 2161, 2171, 2351 кроме исполнения Вн	11, 12, 17	2,6
2051, 2061, 2151, 2161, 2171, 2351 исполнение Вн	11, 17	2,6
2050, 2060, 2150, 2160, 2170, 2350 кроме исполнения Вн	01, 02, 05...09	3,0
2050, 2060, 2150, 2160, 2170, 2350 исполнение Вн	01, 02, 05...08	

* - без учета монтажных частей

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

Схема электрическая подключения преобразователя Сапфир-22МТ и блока питания 4БПЗ6 по четырехпроводной схеме

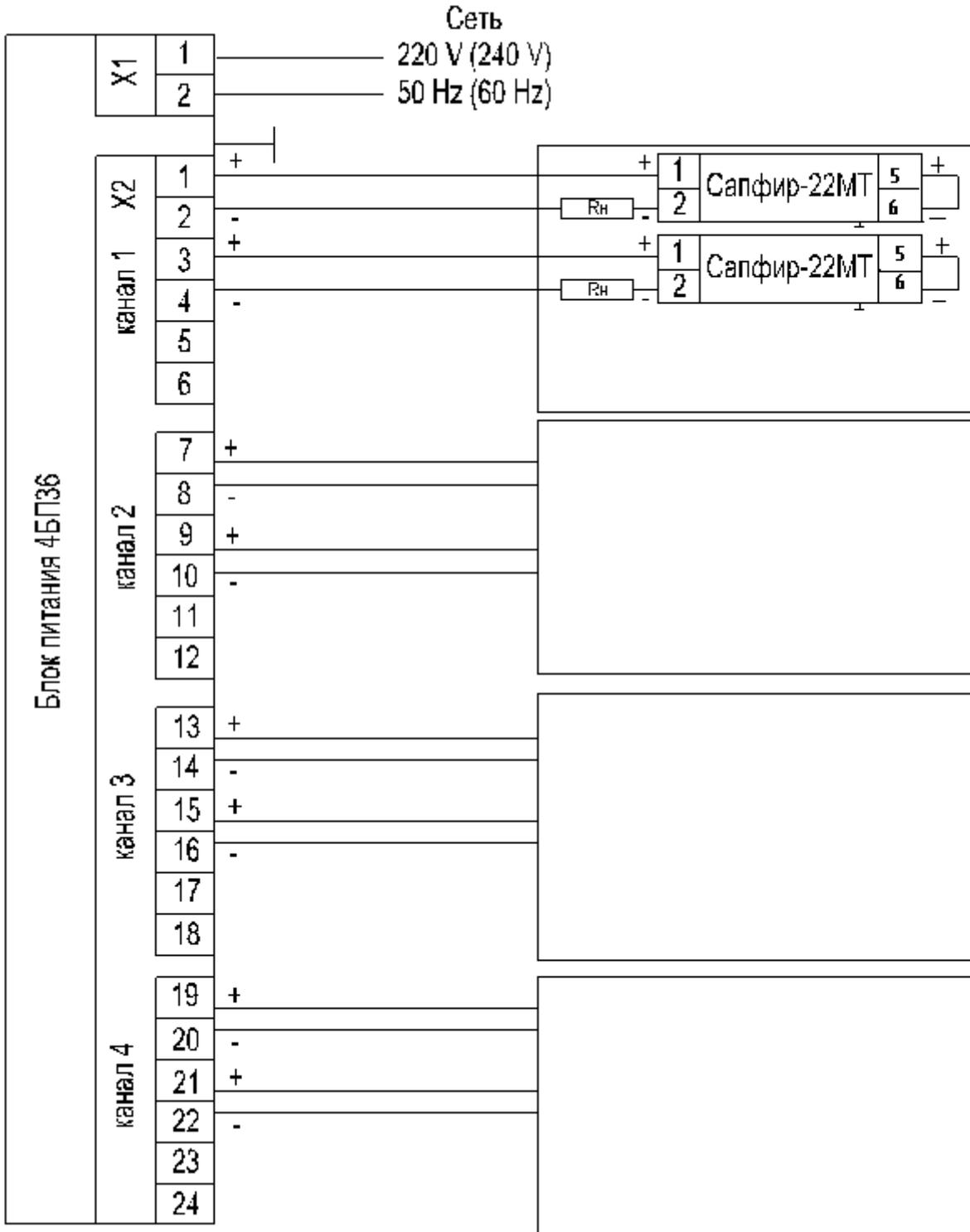


R_н - сопротивление нагрузки

На один канал допускается подключать два преобразователя с выходным сигналом 0-5 (5-0) мА или один преобразователь с выходным сигналом 4-20 (20-4) мА

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(рекомендуемое)

Схема электрическая подключения датчика Сапфир-22МТ и блока питания
4БП36 по двухпроводной схеме

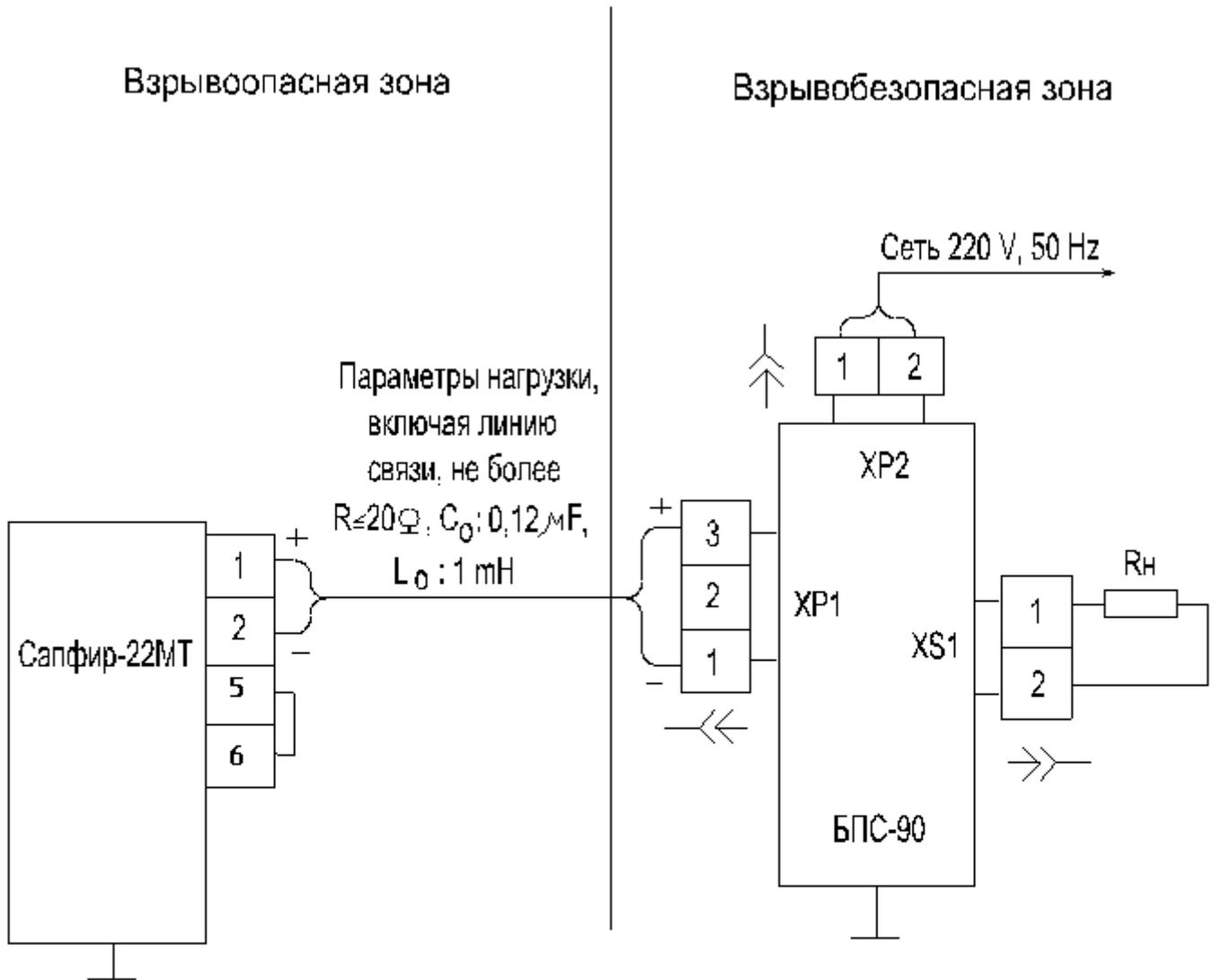


R_n - сопротивление нагрузки

На один канал допускается подключать не более двух датчиков (выходной сигнал 4-20 и 20-4 мА)

ПРИЛОЖЕНИЕ Е
(рекомендуемое)

**Схема электрическая подключения датчика Сапфир-22МТ
взрывозащищенного исполнения вида «искробезопасная электрическая цепь»
с блоком БПС-90**



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(рекомендуемое)

**Схема электрическая подключения датчика Сапфир-22МТ и блока извлечения
корня БИК36М**

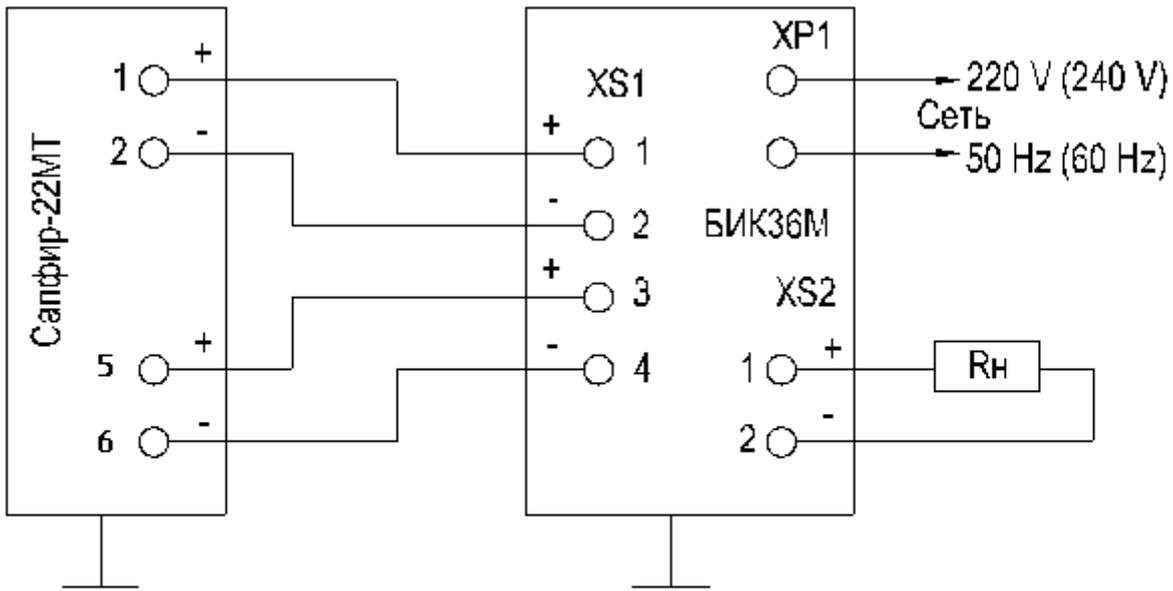


Рисунок 1. Для включения датчика по четырехпроводной схеме

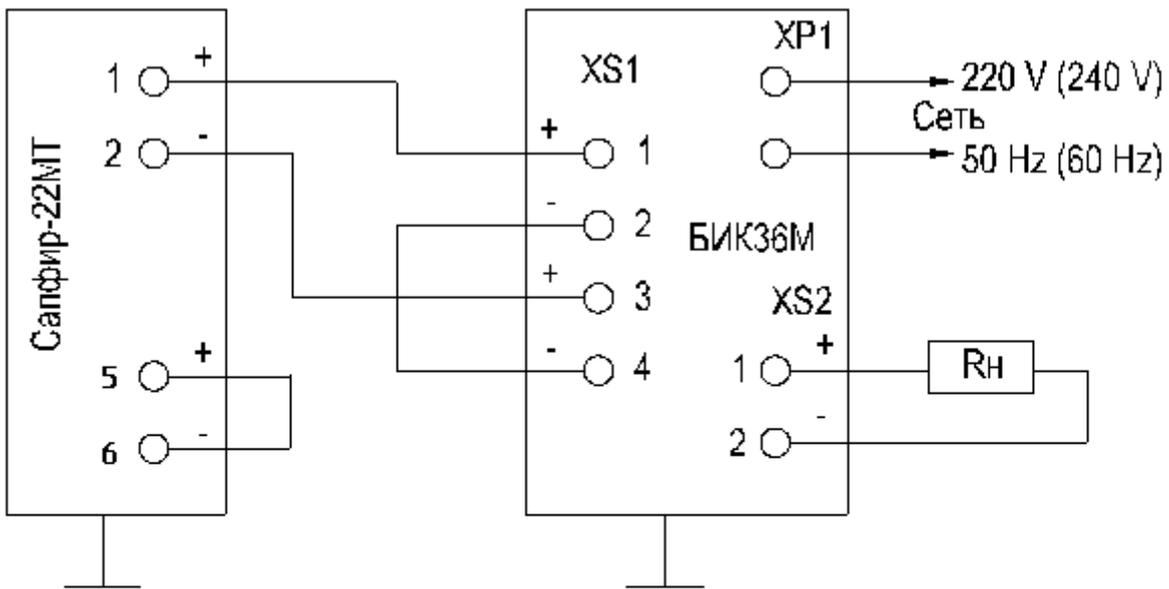


Рисунок 2. Для включения датчика по двухпроводной схеме

Rn - сопротивление нагрузки

ПРИЛОЖЕНИЕ И

Габаритные, установочные и присоединительные размеры преобразователей
давления Сапфир-22МТ

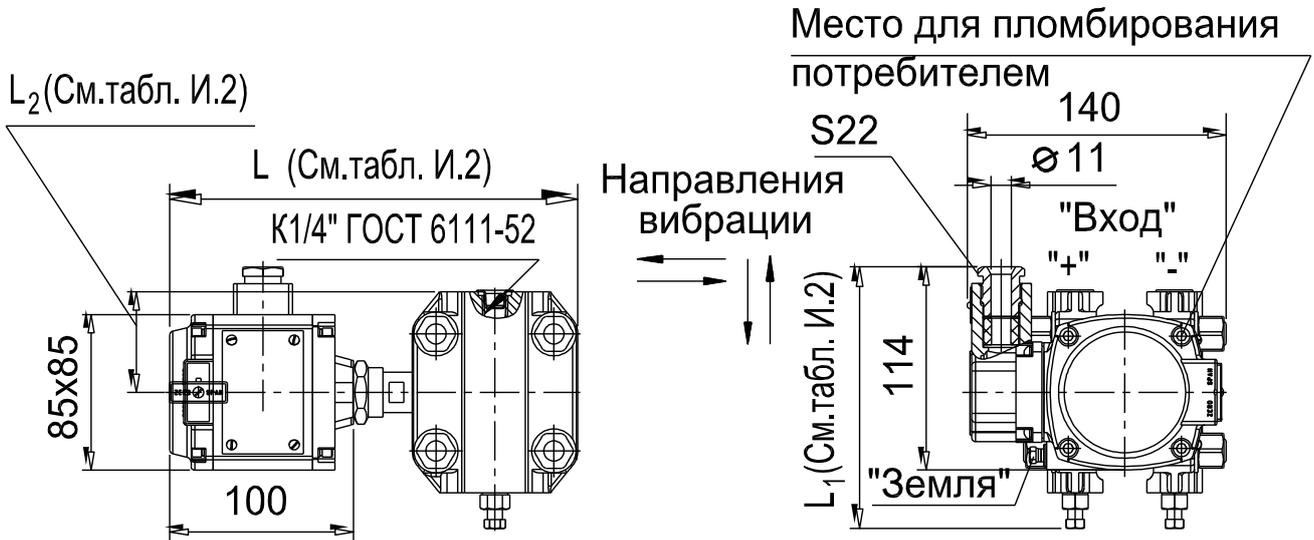


Рисунок 1. Для моделей по табл. И.2

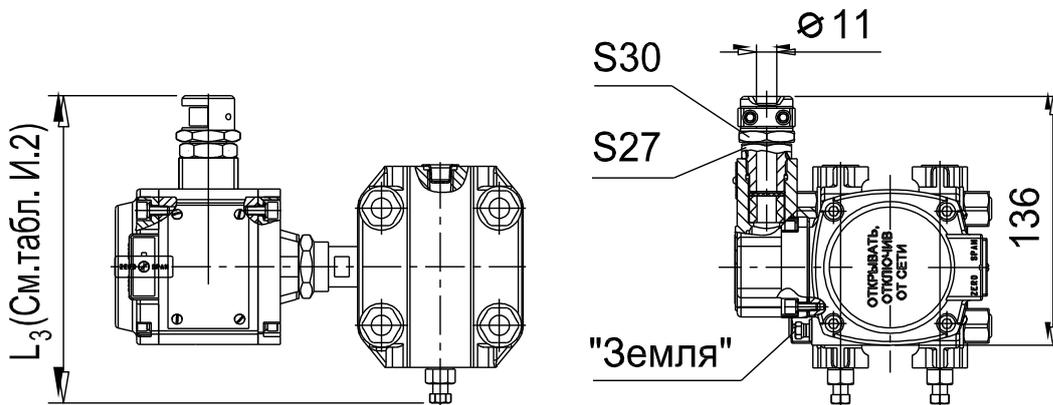


Рисунок 1.1. Остальное - см.рис. 1.

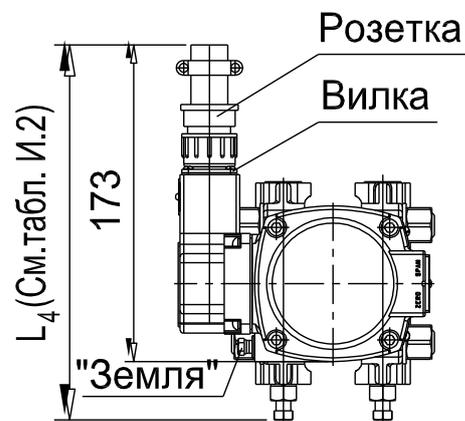


Рисунок 1.2. Остальное - см.рис. 1.

Таблица И.4а

Поз	Наименование монтажной части	Код комплекта монтажных частей (КМЧ)				Количество на комплект, шт.
		N1	N2	N3	N4	
		КМЧ				
1	Болт М10х25	4	4	4	8	
2	Шайба 10	4	4	4	4	
3	Клапанный блок	1	1	1	1	
4	Фланец	2	-	-	-	
5	Болт М10х40	4	4	4	4	
6	Ниппель	2	-	-	2	
7	Болт М6х12	2	2	2	2	
8	Шайба 6	2	2	2	2	
9	Гайка МВ	4	4	4	4	
10	Шайба 8	4	4	4	4	
11	Скоба	2	2	2	2	
12	Кольцо уплотнительное	8	8	8	8	
13	Кронштейн	1	1	1	1	
14	Фланец К 1/2"	-	2	-	-	
15	Фланец К 1/4"	-	-	2	-	
16	Гайка М20х1,5	-	-	-	2	
17	Прокладка	-	-	-	2	
18	Фланец	-	-	-	2	

Присоединительные размеры кронштейна поз. 13

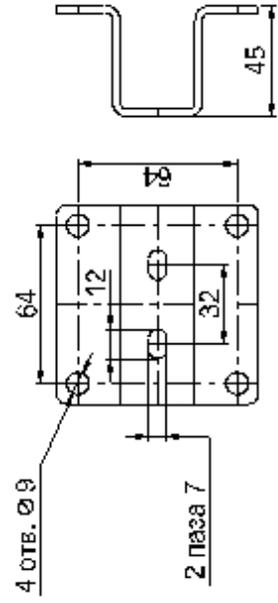


Рисунок 1.4.3а. Размеры для КМЧ N4. Остальное - см. рис. 1.4а.



Рисунок 1.4.2а. Размеры для КМЧ N3. Остальное - см. рис. 1.4а.



Рисунок 1.4.1а. Размеры для КМЧ N2. Остальное - см. рис. 1.4а.

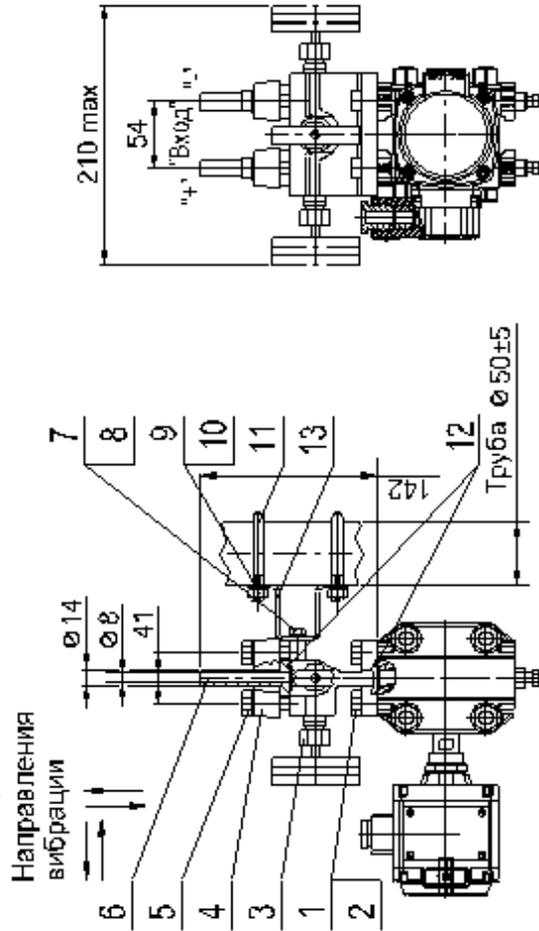


Рисунок 1.4а. Для моделей по табл. И.2 с КМЧ N1. Остальное - см. рис. 1 - 1.2. Вариант поставки клапанного блока.

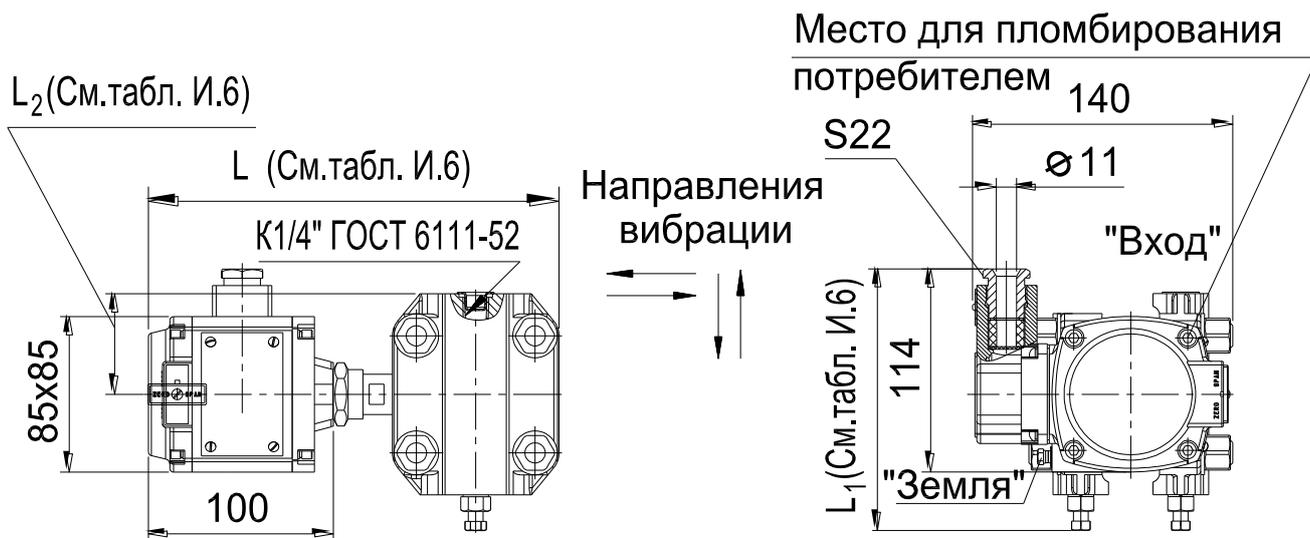


Рисунок 2. Для моделей по табл. И6.

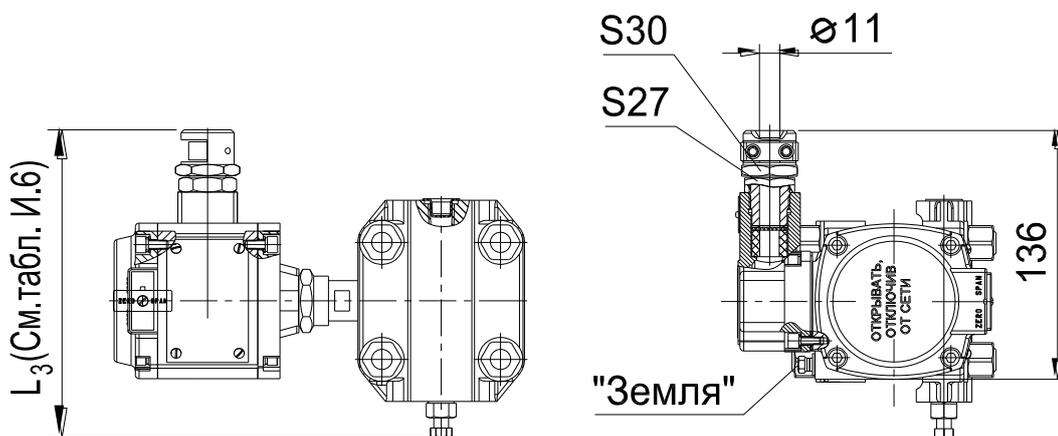


Рисунок 2.1. Остальное - см.рис. 2.

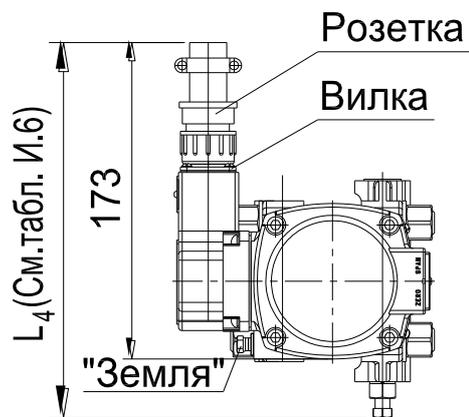


Рисунок 2.2. Остальное - см.рис. 2.

Таблица И.5

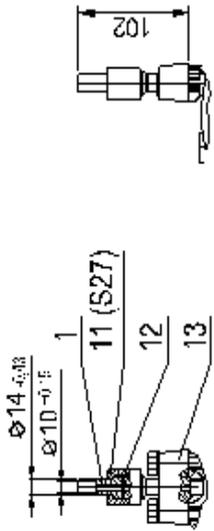
Рис.	Исполнение
2	Невзрывозащищенное и взрывозащищенное ОЕХIIIST5 X
2.1*	Взрывозащищенное IExIIIBT5
2.2	С разъемом и для ОАЭ

* Кроме моделей 2050, 2040

Таблица И.6

Модель	в миллиметрах						
	L	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L _т
2110, 2210, 2370	275	178	83	200	240	211	128
2030, 2040, 2120, 2130, 2140, 2220, 2230, 2240, 2320, 2330, 2340	225	148	55	170	210	156	100

Рисунок 2.3.3. Размеры для КМЧ Н20, Н21. Остальное - см.рис.2.3.



К114* ГОСТ 611*-52

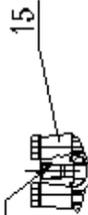
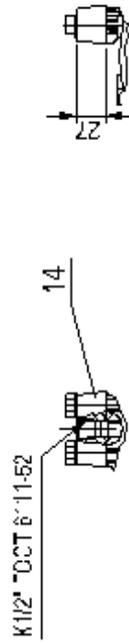
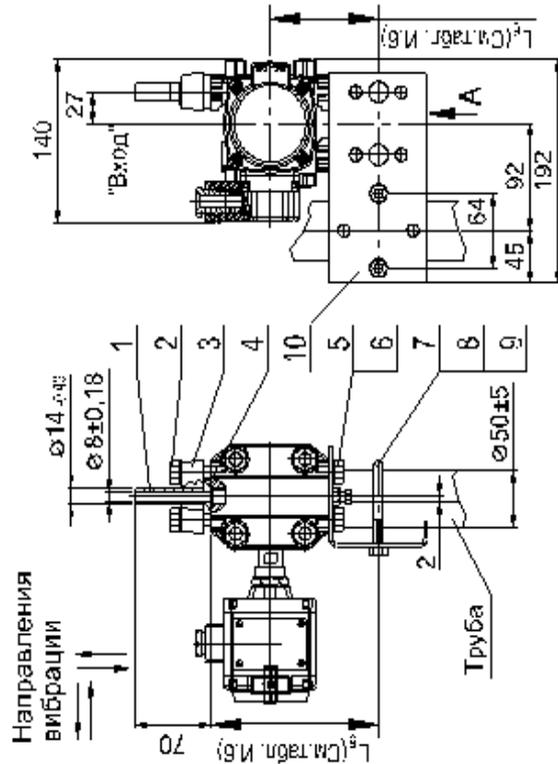


Рисунок 2.3.2. Размеры для КМЧ Н18, Н19. Остальное - см.рис.2.3.



К112* ГОСТ 611*-52

Рисунок 2.3.1. Размеры для КМЧ Н16, Н17. Остальное - см.рис.2.3.



Направления вибрации

Труба

Присоединительные размеры кронштейна поз.10

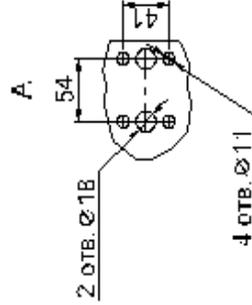


Таблица И.7

Поз.	Наименование монтажной части	Код комплекта монтажных частей (КМЧ)						
		Н14	Н15*	Н17	Н18	Н19	Н20	Н21
1	Ниппель	1	1	-	-	-	-	1
2	Болт М10х40	2	2	2	2	2	2	-
3	Фланец	1	1	-	-	-	-	-
4	Кольцо уплотнительное	2	2	2	2	2	2	2
5	Болт М10х14	2	2	2	2	2	2	2
6	Шайба 10	2	2	2	2	2	2	2
7	Скоба	1	-	1	-	1	-	1
8	Гайка М8	2	-	2	-	2	-	2
9	Шайба 8	2	-	2	-	2	-	2
10	Кронштейн	1	-	1	-	1	-	1
11	Гайка М20х1,5	-	-	-	-	-	-	1
12	Прокладка	-	-	-	-	-	-	1
13	Фланец	-	-	-	-	-	-	1
14	Фланец К 1/2*	-	-	1	-	-	-	-
15	Фланец К 1/4*	-	-	-	-	1	-	1
16	Болт М10х25	-	-	-	-	-	-	2

Рисунок 2.3. Для моделей по табл. И.6 с КМЧ Н14, Н15. Остальное - см.рис.2 - 2.2.

Направления
вибрации

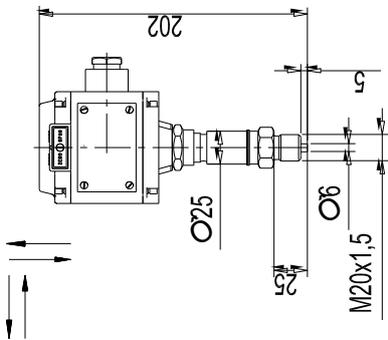


Таблица И.8

Модель	Рис.	Исполнение
2051;2061	3	Невзрывозащитное и взрывозащитное ОЕхIа СТ5 X
2151;2161		
2171;2351		
2361	3.2	С разъемом и для ОАЭ

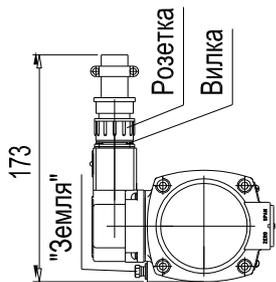


Таблица И.9

Рисунок 3.2. Остальное - см.рис.3

Поз. монтажной части	Наименование монтажной части	Код комплекта монтажных частей (КМЧ)	
		НЗЗ	НЗ9
1	Ниппель	1	1
2	Прокладка	1	1
3	Гайка M20x1,5	1	1
4	Кронштейн	-	1
5	Втулка	-	1
6	Болт М5	-	2
7	Шайба 5	-	2

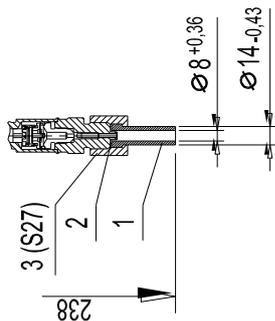


Рисунок 3. Для моделей по табл. И.8

Рисунок 3.3.(НЗЗ) Остальное - см.рис.3, 3.1, 3.2

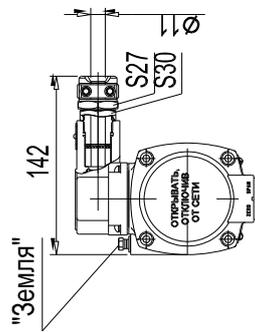
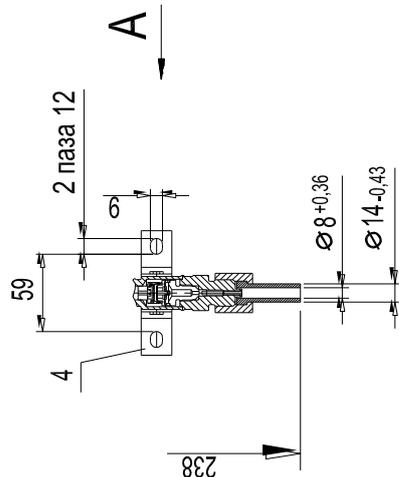


Рисунок 3.1. Остальное - см.рис.3

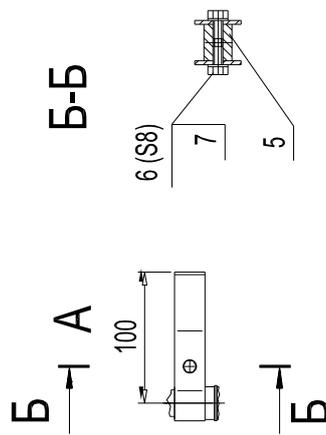


Рисунок 3.4.(НЗ9) Остальное - см.рис.3, 3.1, 3.2

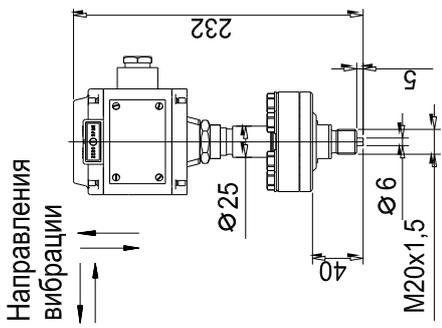


Рисунок 4. Для моделей по табл. И.10

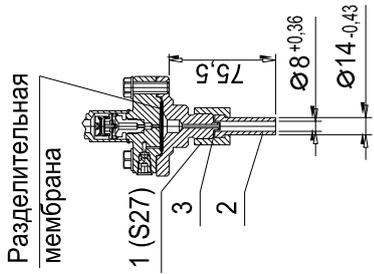


Рисунок 4.3.(Н33)
Остальное - см.рис.4, 4.1, 4.2

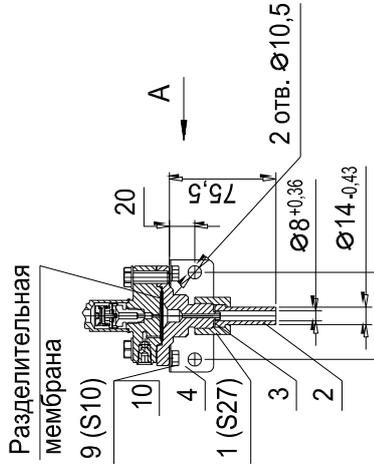


Рисунок 4.4.(Н38)
Остальное - см.рис.4, 4.1, 4.2

Присоединительные размеры
кронштейна поз.4
Остальное - см. рис.4.4

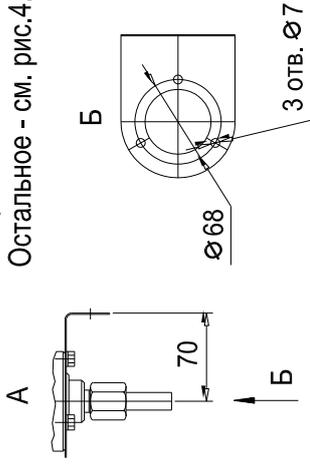


Таблица И.10

Модель	Рис.	Исполнение
2050;2150; 2160;2170; 2350	4	Невзрывозащищенное и взрывозащищенное ОЕхIIICT5 X
	4.1	Взрывозащищенное 1ЕхdIIBT5
	4.2	С разъемом и для ОАЭ

Рисунок 4.1. Остальное - см.рис.4

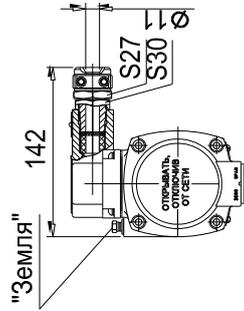


Рисунок 4.1. Остальное - см.рис.4

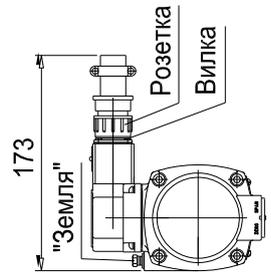


Рисунок 4.2. Остальное - см.рис.4

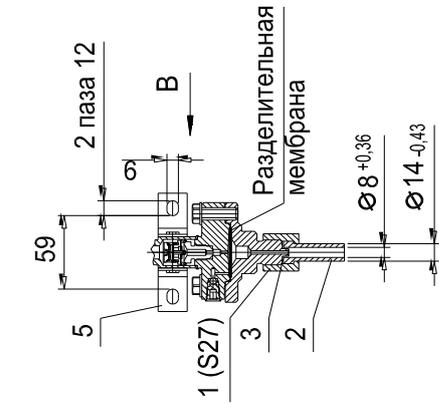


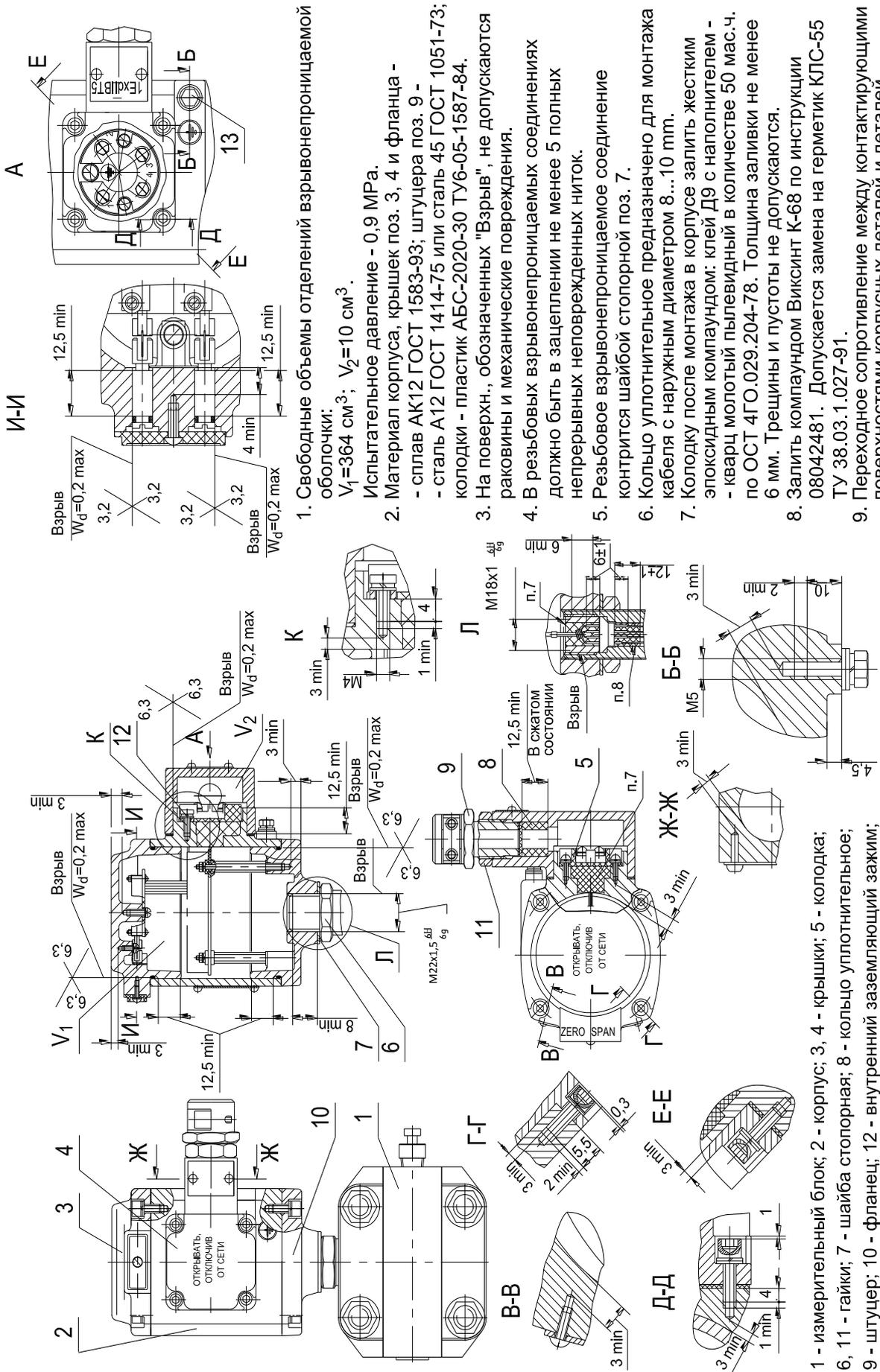
Рисунок 4.5.(Н39)
Остальное - см.рис.4, 4.1, 4.2

Таблица И.11

Поз.	Наименование монтажной части	Код комплекта монтажных частей (КМЧ)		Количество на комплект,шт.
		Н33	Н38	
1	Гайка М20х1,5	1	1	1
2	Ниппель	1	1	1
3	Прокладка	1	1	1
4	Кронштейн	-	1	-
5	Кронштейн	-	-	1
6	Втулка	-	-	1
7	Болт М5	-	-	2
8	Шайба 5	-	-	2
9	Болт М6	-	3	-
10	Шайба 6	-	3	-

ПРИЛОЖЕНИЕ К
(обязательное)

Чертеж средств взрывозащиты преобразователя Сапфир-22МТ



1. Свободные объемы отделений взрывонепроницаемой оболочки:
 $V_1=364 \text{ см}^3$; $V_2=10 \text{ см}^3$.
 Испытательное давление - 0,9 МПа.
2. Материал корпуса, крышек поз. 3, 4 и фланца -
 - сплав АК12 ГОСТ 1583-93; штуцера поз. 9 -
 - сталь А12 ГОСТ 1414-75 или сталь 45 ГОСТ 1051-73;
 колодки - пластик АВС-2020-30 ТУ6-05-1587-84.
3. На поверхн., обозначенных "Взрыв", не допускаются раковины и механические повреждения.
4. В резьбовых взрывонепроницаемых соединениях должно быть в зацеплении не менее 5 полных непрерывных неповрежденных ниток.
5. Резьбовое взрывонепроницаемое соединение контрится шайбой стопорной поз. 7.
6. Кольцо уплотнительное предназначено для монтажа кабеля с наружным диаметром 8...10 мм.
7. Колодку после монтажа в корпусе залить жестким эпоксидным компаундом: клей Д9 с наполнителем - кварц молотый пылевидный в количестве 50 мас.ч. по ОСТ 4ГО.029.204-78. Толщина заливки не менее 6 мм. Трещины и пустоты не допускаются.
8. Залить компаундом Висконт К-68 по инструкции 08042481. Допускается замена на герметик КПС-55 ТУ 38.03.1.027-91.
9. Переходное сопротивление между контактирующими поверхностями корпусных деталей и деталей заземления не более $0,1 \Omega$.

- 1 - измерительный блок; 2 - корпус; 3, 4 - крышки; 5 - колодка;
- 6, 11 - гайки; 7 - шайба стопорная; 8 - кольцо уплотнительное;
- 9 - штуцер; 10 - фланец; 12 - внутренний заземляющий зажим;
- 13 - наружный заземляющий зажим.

Рис. 1

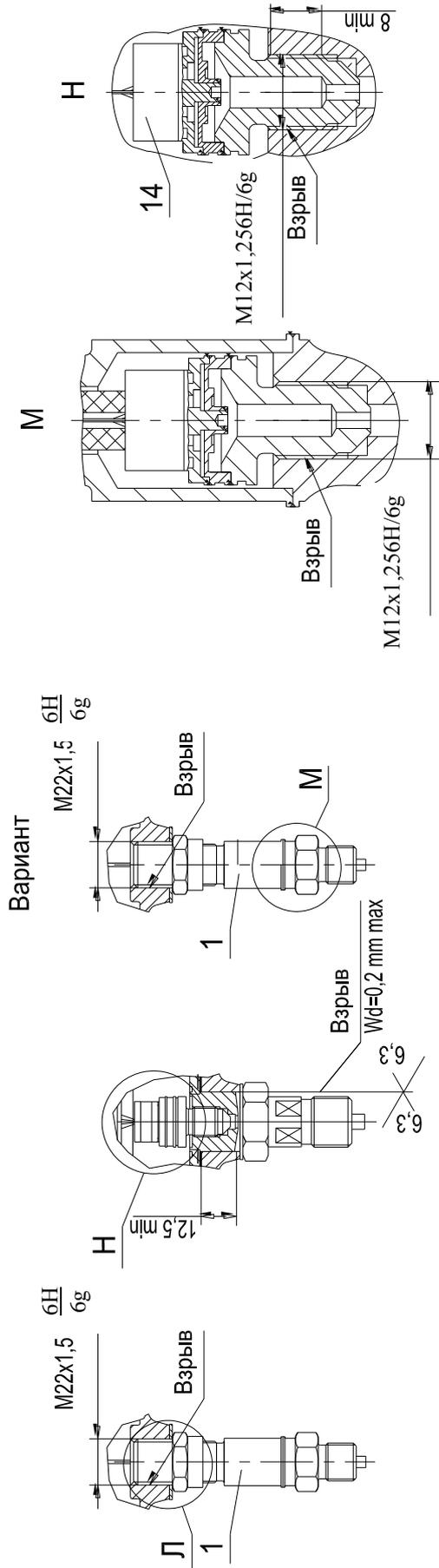


Рис. 2 *

Рис. 3 *

Модель	Рис.
2020, 2030, 2040, 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 2110, 2120, 2130, 2140, 2310, 2320, 2330, 2340 2210, 2220, 2230, 2240	1
2051, 2061	2
2151, 2161, 2171, 2351, 2361	3
2050, 2060	4
2150, 2160, 2170, 2350, 2360	5

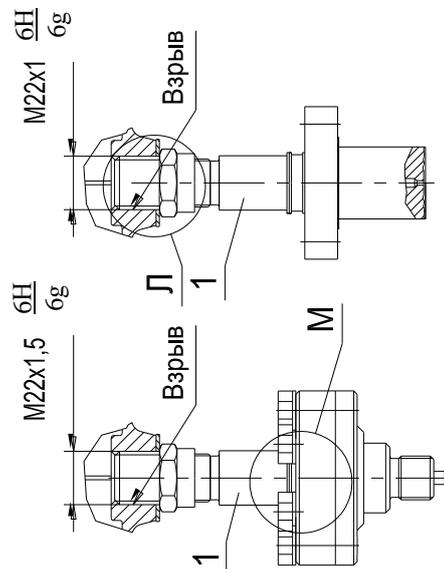


Рис. 4 *

Рис. 5 *

* Остальное - см. рис. 1

Алматы (7273)495-231
Ангарск (3955)60-70-56
Архангельск (8182)63-90-72
Астрахань (8512)99-46-04
Барнаул (3852)73-04-60
Белгород (4722)40-23-64
Благовещенск (4162)22-76-07
Брянск (4832)59-03-52
Владивосток (423)249-28-31
Владикавказ (8672)28-90-48
Владимир (4922)49-43-18
Волгоград (844)278-03-48
Вологда (8172)26-41-59
Воронеж (473)204-51-73
Екатеринбург (343)384-55-89

Ижевск (3412)26-03-58
Иваново (4932)77-34-06
Иркутск (395)279-98-46
Казань (843)206-01-48
Калининград (4012)72-03-81
Калуга (4842)92-23-67
Кемерово (3842)65-04-62
Киров (8332)68-02-04
Коломна (4966)23-41-49
Кострома (4942)77-07-48
Краснодар (861)203-40-90
Красноярск (391)204-63-61
Курск (4712)77-13-04
Курган (3522)50-90-47
Липецк (4742)52-20-81
Киргизия (996)312-96-26-47

Магнитогорск (3519)55-03-13
Москва (495)268-04-70
Мурманск (8152)59-64-93
Набережные Челны (8552)20-53-41
Нижний Новгород (831)429-08-12
Новокузнецк (3843)20-46-81
Ноябрьск (3496)41-32-12
Новосибирск (383)227-86-73
Ноябрьск (3496)41-32-12
Омск (3812)21-46-40
Орел (4862)44-53-42
Оренбург (3532)37-68-04
Пенза (8412)22-31-16
Петрозаводск (8142)55-98-37
Псков (8112)59-10-37
Россия (495)268-04-70

Пермь (342)205-81-47
Ростов-на-Дону (863)308-18-15
Рязань (4912)46-61-64
Самара (846)206-03-16
Саранск (8342)22-96-24
Санкт-Петербург (812)309-46-40
Саратов (845)249-38-78
Севастополь (8692)22-31-93
Симферополь (3652)67-13-56
Смоленск (4812)29-41-54
Сочи (862)225-72-31
Ставрополь (8652)20-65-13
Сыктывкар (8212)25-95-17
Сургут (3462)77-98-35
Тамбов (4752)50-40-97
Казахстан (772)734-952-31

Тверь (4822)63-31-35
Тольяти (8482)63-91-07
Томск (3822)98-41-53
Тула (4872)33-79-87
Тюмень (3452)66-21-18
Улан-Удэ (3012)59-97-51
Ульяновск (8422)24-23-59
Уфа (347)229-48-12
Хабаровск (4212)92-98-04
Чебоксары (8352)28-53-07
Челябинск (351)202-03-61
Череповец (8202)49-02-64
Чита (3022)38-34-83
Якутск (4112)23-90-97
Ярославль (4852)69-52-93

<https://signal.nt-rt.ru> || snl@nt-rt.ru