

ОКП 421281



ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ВЗРЫВОЗАЩИЩЕННЫЙ

САПФИР-22-Ех-М

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

3.5095.005 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
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

СОДЕРЖАНИЕ

	Лист
Введение	4
1 Описание и работа	4
1.1 Назначение	4
1.2 Технические характеристики	7
1.3 Состав изделия	19
1.4 Устройство и работа преобразователя	20
1.5 Устройство и работа составных частей	20
1.6 Обеспечение взрывозащищенности преобразователя	32
1.7 Маркировка и пломбирование	32
1.8 Упаковывание	33
2 Использование по назначению	34
2.1 Подготовка к использованию	34
2.2 Меры безопасности	35
2.3 Обеспечение взрывозащищенности при монтаже преобразователя	36
2.4 Порядок установки	38
2.5 Обеспечение взрывозащищенности при эксплуатации преобразователя	40
2.6 Подготовка к работе	42
2.7 Измерение параметров, регулирование и настройка	46
2.8 Проверка технического состояния	54
2.9 Возможные неисправности и способы их устранения	55
3 Техническое обслуживание	57
4 Хранение	57
5 Транспортирование	58
6 Утилизация	58
Приложения	
А Схема составления условного обозначения преобразователя	59
Б Зависимость между выходным сигналом и измеряемым параметром	63
В Значение выходного сигнала, соответствующее нижнему предельному значению измеряемого параметра	64
Г Границы рабочей зоны допустимого напряжения питания	65
Д Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2030, 2040, 2110, 2120, 2130, 2140, 2210, 2220, 2230, 2240, 2310, 2320, 2330, 2340 с установленным ниппелем	66

	Лист
Е Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2030, 2040, 2110, 2120, 2130, 2140, 2210, 2220, 2230, 2240, 2310, 2320, 2330, 2340 с установленным фланцем	67
Ж Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2050, 2060, 2150, 2160, 2350	68
И Установочные и присоединительные размеры преобразователей модели 2170	69
К Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2051, 2061, 2151, 2161, 2171, 2351	70
Л Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 с установленными ниппелями	71
М Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 с установленными фланцами	72
Н Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 с установленными клапаным блоком и ниппелями	73
П Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 с установленными клапаным блоком и фланцами	74
Р Схема внешних электрических соединений преобразователя Сапфир-22-Ех-М с блоком БПС-90	75
С Исполнение преобразователя в зависимости от материалов, контактирующих с измеряемой средой	76

Руководство по эксплуатации содержит технические данные, описание принципа действия и устройства, а также сведения, необходимые для правильной эксплуатации измерительных преобразователей Сапфир-22-Ех-М: абсолютного давления, избыточного давления, разрежения, давления-разрежения, разности давлений (в дальнейшем - преобразователи).

Руководство по эксплуатации распространяется на преобразователи Сапфир-22-Ех-М, изготавливаемые для общепромышленных нужд и поставляемые на экспорт.

1 ОПИСАНИЕ И РАБОТА

1.1 Назначение

Преобразователи измерительные Сапфир-22-Ех-М, предназначены для непрерывного преобразования значений 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, в том числе и взрывоопасных производств.

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

Преобразователи имеют исполнение взрывозащищенное с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь "ia"» и уровнем взрывозащиты «особовзрывобезопасный» (0); соответствуют ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010 и ТР ТС 012/2011; маркировка по взрывозащите "0ЕхiaIICT5 X" по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011 (знак "X" указывает на возможность применения преобразователей в комплекте с блоком БПС-90 или от искробезопасных входов блоков других типов, имеющих вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь "ia" с $U_0 \leq 24$ В, $I_0 \leq 120$ мА); взрывоопасная смесь категории IIС по ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010; класс Т5 по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011.

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

Преобразователи с блоком БПС-90 исполнений 3.5049.038 – 3.5049.038-08 используются для получения линейной зависимости между токовым выходным сигналом блока и измеряемым параметром.

Преобразователи разности давлений Сапфир-22-Ех-М с блоком БПС-90 исполнений 3.5049.038-09 – 3.5049.038-17 используются для получения линейной зависимости между токовым выходным сигналом блока и измеряемым расходом (по методу перепада давлений на сужающем устройстве).

Блоки БПС-90 обеспечивают питание преобразователей от искробезопасного выхода и формируют три унифицированных выходных сигнала постоянного тока 0-5, 0-20 и 4-20 мА (в зависимости от заказа).

Преобразователи относятся к изделиям ГСП.

По устойчивости к климатическим воздействиям преобразователи соответствуют виду климатического исполнения:

УХЛ 3.1* по ГОСТ 15150-69 (группа исполнений В4 по ГОСТ Р 52931-2008) для работы при температуре от плюс 5 до плюс 50°С (основной вариант исполнения) или, по обоснованному требованию потребителя, от плюс 1 до плюс 80°С;

У2* по ГОСТ 15150-69 (группе исполнения С4 по ГОСТ Р 52931-2008) для работы при температуре от минус 30 до плюс 50°С или от минус 40 до плюс 80°С (основной вариант исполнения) или, по обоснованному требованию потребителя, от минус 50 до плюс 80°С или от минус 50 до плюс 50°С;

ТЗ** по ГОСТ 15150-69 для работы при температуре от минус 10 до плюс 55°С, или от минус 25 до плюс 80°С, или от минус 25 до плюс 55°С в соответствии с заказом.

При заказе преобразователей должно быть указано:

условное обозначение преобразователя;

обозначение технических условий;

при необходимости предел (пределы) перенастройки, требуемые при эксплуатации.

Условное обозначение преобразователя составляется по структурной схеме, приведенной в приложении А.

При заказе преобразователя разности давлений, предназначенного для измерения уровня жидкости, а также для измерения расхода жидкости или газов, потребителем указывается номенклатура исходных данных (далее исходные данные) по ГОСТ 8.586.2-2005.

При заказе преобразователя разности давлений, предназначенного для измерения уровня жидкости, потребителем заполняются исходные данные по форме, высылаемой по запросам потребителей.

При этом в условном обозначении преобразователя указывается:

знак "xxxx" - вместо обозначения модели;

знак "хх" - вместо верхнего предела измерений;

знак "хх" - вместо предельно допустимого рабочего избыточного давления.

При заказе преобразователя разности давлений с указанием модели и верхнего предела измерений, без заказа диафрагмы и сосудов, "исходные данные" не указываются.

Примеры записи обозначения преобразователя при его заказе и в документации другой продукции, в которой он может быть применен:

1 Преобразователь измерительный взрывозащищенный разности давлений Сапфир-22-Ех-М, модель и верхний предел измерений, предельно допускаемое рабочее избыточное давление определяются предприятием-изготовителем по исходным данным с мембранами из сплава 36НХТЮ, с фланцами из углеродистой стали, имеющий вид климатического исполнения УХЛ3.1 для работы при температуре окружающего воздуха от плюс 5 до плюс 50°С, с пределом допускаемой основной погрешности $\gamma = \pm 0,5 \%$, с выходным сигналом 4-20 мА, имеющим возрастающую характеристику, с ниппелями, с вентильным блоком обозначается:

**Сапфир-22-Ех-М -xxxx-01-УХЛ3.1(+5+50)-0,5-хх/хх-42-В2,
ТУ 4212-049-00226218-2009.**

2 Преобразователь измерительный взрывозащищенный разности давлений Сапфир-22-Ех-М, модель 2420, с мембранами из сплава 36НХТЮ, с фланцами из нержавеющей стали 08Х18Г8Н2Т, имеющий вид климатического исполнения УХЛ3.1 для работы при температуре от плюс 1 до плюс 80°С, с пределом допускаемой основной погрешности $\gamma = \pm 0,5 \%$, с верхним пределом измерений 6,3

кПа, с предельно допускаемым рабочим избыточным давлением 10 МПа, с выходным сигналом 4-20 мА, имеющим возрастающую характеристику, с комплектом монтажных частей, включающим скобу и кронштейн, монтажные фланцы с резьбой К1/4", с клапанным блоком обозначается:

**Сапфир-22-Ех-М -2420-02-УХЛ3.1(+1+80)-0,5-6,3 кПа/10-42-К1/4-К3,
ТУ 4212-049-00226218-2009.**

3 Преобразователь измерительный взрывозащищенный избыточного давления Сапфир-22-Ех-М, модель 2161, с мембраной из титанового сплава, с корпусом из стали 12Х18Н10Т, имеющий вид климатического исполнения ТЗ для работы при температуре от минус 10 до плюс 55°С, с пределом допускаемой основной погрешности $\gamma = \pm 0,25 \%$, с верхним пределом измерений 10 МПа, с выходным сигналом 4-20 мА, имеющим возрастающую характеристику, с ниппелем, с необходимыми пределами перенастройки 4 и 6 МПа обозначается:

Сапфир-22-Ех-М -2161-11-ТЗ(-10+55)-0,25-10 МПа-42, пределы перенастройки 4 МПа, 6 МПа, ТУ 4212-049-00226218-2009.

Примечание: При отсутствии в заказе-наряде значения предельно допускаемого рабочего избыточного давления преобразователь Сапфир-22-Ех-М выпускается на минимальное значение предельно допускаемого рабочего избыточного давления.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Наименование преобразователя, модель, верхние пределы измерений, наибольшее отклонение действительной характеристики от номинальной статической характеристики указаны в таблицах 1, 2, 3. Предельно допускаемое рабочее избыточное давление для преобразователей разности давлений указано в таблице 3.

Каждый преобразователь имеет устройство, позволяющее устанавливать значение выходного сигнала, соответствующее нижнему предельному значению измеряемого параметра (корректор "нуля") и верхнему предельному значению измеряемого параметра (корректор диапазона) и может быть настроен на любой верхний предел измерений, указанный в паспорте.

Таблица 1

Измеряемый параметр	Модель	Верхний предел измерений		Предел допускаемой основной погрешности, $\pm\gamma$, %	
		кПа	МПа		
Абсолютное давление	2030	4,0		0,5	
		6,0 (6,3)			
			10,0		
			16,0		0,25; 0,5
			25,0		
			40,0		
	2040		40,0		0,5
			60,0 (63)		
			100		0,25; 0,5
			160		
		250			
2050			0,4	0,25; 0,5	
			0,6		
2051			(0,63)		
			1,0		
			1,6		
			2,5		
2060			2,5	0,5	
			4,0		
	2061			6,0	0,25; 0,5
				(6,3)	
				10	
		16			
Избыточное давление	2110	0,25		0,5	
		0,40			
			0,60		
			(0,63)		0,25; 0,5
			1,00		
			1,60		
	2120		2,5		0,25; 0,5
			4,0		
			6,0 (6,3)		
			10,0		

Продолжение таблицы 1

Измеряемый параметр	Модель	Верхний предел измерений		Предел допускаемой основной погрешности, $\pm\gamma$, %
		кПа	МПа	
Избыточное давление	2130	6,0 (6,3)		0,25; 0,5
		10		
		16		
		25		
	2140	40		0,25; 0,5
		60 (63)		
		100		
		160		
		250		
	2150 2151	0,4		0,25; 0,5
0,6 (0,63)				
1,0				
1,6				
2160 2161	2,5		0,5	
	4,0		0,25; 0,5	
	6,0 (6,3)			
	10			
	16			
	2170 2171	16		0,5
25			0,25; 0,5	
40				
60 (63)				
100				
Разрежение	2210	0,25		0,5
		0,40		
		0,60		0,25; 0,5
		(0,63)		
	2220	1,00		0,25; 0,5
		1,60		
		1,0		
		1,6		
2,5				
4,0	6,0 (6,3)		0,5	
	10			

Продолжение таблицы 1

Измеряемый параметр	Модель	Верхний предел измерений		Предел допускаемой основной погрешности, $\pm\gamma$, %
		кПа	МПа	
Разрежение	2230	6,0 (6,3)		0,5
		10		
		16		
	2240	25		0,25; 0,5
		40		
		25		0,5
		40		
		60 (63)		0,25; 0,5
		100		

Примечания

1 Допускается в дальнейшем применять сокращённое наименование преобразователя, состоящее из слов «преобразователь Сапфир» и знаков, указанных после слова «Сапфир» в графе «Наименование преобразователя» в таблице 1, 2, 3.

2 Нижний предел измерений, равен 0.

3 Преобразователь Сапфир-22-Ех-М модель 2140 может выпускаться в соответствии с заказом с диапазоном измерений от 20 до 100 кПа.

Таблица 2

Измеряемый параметр	Модель	Верхний предел измерений				Предел допускаемой основной погрешности, $\pm\gamma$, %
		разрежения		избыточного давления		
		кПа	МПа	кПа	МПа	
Давление - разрежение	2310	0,125		0,125		0,5
		0,3		0,3		0,25; 0,5
		0,5		0,5		
		0,8		0,8		
	2320	1,25		1,25		0,25; 0,5
		2,00		2,00		0,5
		3,00		3,00		
		5,00		5,00		
	2330	3,0		3,0		0,5
		5,0		5,0		0,25; 0,5
		8,0		8,0		
		12,5		12,5		
		20,0		20,0		
	2340	20		20		0,5
		30		30		0,25; 0,5
50			50			
100			60			
100			150			
2350 2351		0,1		0,3	0,25; 0,5	
		0,1		0,5		
		0,1		0,9		
		0,1		1,5		
		0,1		2,4		

Примечание – Значение измеряемого параметра, равное нулю, находится внутри диапазона измерения (нижние пределы измерения, избыточного давления равны нулю).

Таблица 3

Измеряемый параметр	Модель	Верхний предел измерений		Предельно допустимое избыточное давление, МПа	Предел допускаемой основной погрешности, $\pm\gamma$, %
		кПа	МПа		
Разность давлений	2410	0,25; 0,40		0,1 4,0	0,5
		0,6 (0,63) 1,0 1,6			0,25; 0,5
	2420	2,5 4,0 6,3 10		4,0 10,0	0,25; 0,5
					0,5
	2430	6,3 10 16 25 40		16 25	0,5
					0,25; 0,5
	2434	6,3 10 16 25 40		40	0,5
					0,25; 0,5
	2440	40 63 100 160 250		16 25	0,5
					0,25; 0,5
	2444	40 63 100 160 250		40	0,5
					0,25; 0,5

Продолжение таблицы 3

Измеряемый параметр	Модель	Верхний предел измерений		Предельно допустимое рабочее избыточное давление, МПа	Предел допускаемой основной погрешности, $\pm\gamma$, %
		кПа	МПа		
Разность давлений	2450		0,40 0,63 1,0 1,6	16; 25	0,25; 0,5
	2460		2,5 4,0 6,3 10 16	25	0,25; 0,5

Примечание – Нижний предел измерений равен 0.

При выпуске с предприятия-изготовителя преобразователь настраивается на верхний предел измерений, выбираемый в соответствии с заказом из значений, указанных в таблицах 1, 2, 3. При этом нижний предел измерений равен нулю.

При отсутствии указаний о пределах перенастройки, требуемых в процессе эксплуатации, преобразователь поставляется перенастраиваемым не менее чем на два верхних предела измерений.

При выпуске преобразователя разности давлений, предназначенного для измерений уровня жидкости, преобразователь может быть настроен в соответствии с заказом на любой верхний предел измерений, не выходящий за крайние значения, предусмотренные для данной модели.

1.2.2 Пределы допускаемой основной погрешности γ преобразователей с нижним предельным значением измеряемого параметра, равным нулю, выраженные в процентах от нормирующего значения, указаны в таблицах 1, 2, 3.

За нормирующее значение принимается:

для преобразователей давления разрежения Сапфир-22-Ех-М - сумма абсолютных значений верхних пределов измерений избыточного давления и разрежения;

для остальных преобразователей - верхний предел измерений выходного параметра.

Основная погрешность преобразователя с нижним предельным значением, равным нулю, выраженная в процентах от нормирующего значения, численно равна основной погрешности, выраженной в процентах от диапазона изменения выходного сигнала.

Для преобразователя, настроенного на смещенный диапазон измерений с нижним предельным значением измеряемого параметра, отличающихся от нуля (нулевое значение измеряемого параметра находится вне диапазона), основная погрешность, выраженная в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, не должна превышать

$$\frac{\gamma P_{\text{в}}}{D_{\text{р}}}$$

где: $P_{\text{в}}$ - верхний предел измерений преобразователя, кРа или МРа;

$D_{\text{р}}$ - диапазон измерений, кРа или МРа.

1.2.3 Вариация выходного сигнала не превышает:

0,4 $|\gamma|$ - для преобразователей с верхним пределом измерений до 100 МРа исполнений по материалам 01, 02, 03, 11, 12;

$|\gamma|$ - для преобразователей с верхним пределом измерений до 100 МРа исполнений по материалам 05 – 09.

1.2.4 Преобразователи разности давлений Сапфир-22-Ех-М имеют линейно убывающую или линейно возрастающую по перепаду давления характеристику выходного сигнала (в зависимости от заказа), а остальные преобразователи - линейно возрастающую характеристику выходного сигнала.

Предельные значения выходного сигнала 4 и 20 мА постоянного тока.

Зависимость между выходным сигналом и измеряемым параметром определяется выражениями, приведенными в приложении Б. Значения выходного сигнала, соответствующие нижнему предельному значению измеряемого параметра, указаны в приложении В.

1.2.5 Электрическое питание преобразователей осуществляется от искробезопасного входа блока преобразования сигналов БПС-90

ТУ 4217-004-00226218-2004, а также от искробезопасных входов блоков других типов, имеющих вид взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь "ia"» с $U_0 \leq 24\text{В}$, $I_0 \leq 120\text{ мА}$.

1.2.6 Потребляемая мощность преобразователя не более $0,8\text{ В}\cdot\text{А}$.

1.2.7 Преобразователи предназначены для работы при атмосферном давлении от 84,0 до 106,7 кПа и соответствуют группе исполнения Р1 по ГОСТ Р 52931-2008.

1.2.8 Преобразователи климатических исполнений УХЛ, У устойчивы к воздействию относительной влажности окружающего воздуха (95 ± 3) % при 35°C и более низких температурах без конденсации влаги.

Преобразователи климатического исполнения Т устойчивы к воздействию относительной влажности окружающего воздуха 100 % при 35°C и более низких температурах с конденсацией влаги.

1.2.9 Степень защиты преобразователей от воздействия пыли и воды – IP65 по ГОСТ 14254-2015.

1.2.10 По стойкости к механическим воздействиям преобразователи соответствуют виброустойчивому исполнению по ГОСТ Р 52931-2008:

N4 - для преобразователей с верхними пределами измерений от 0,4 до 100 МПа;

N3 - для преобразователей с верхними пределами измерений от 2,5 до 250 кПа;

L3 - для преобразователей с верхними пределами измерений менее 2,5 кПа и более 100 МПа.

Допустимые направления вибрации указаны в приложениях Д – П.

1.2.11 Преобразователи предназначены для измерения давления и перепада давлений сред, по отношению к которым материалы, контактирующие с измеряемой средой (таблица 1 приложения А), являются коррозионностойкими.

1.2.12 Дополнительная погрешность преобразователей, вызванная изменением температуры окружающего воздуха в рабочем диапазоне температур, выраженная в процентах от диапазона изменения выходного сигнала на каждые 10°C изменения температуры, не превышает значений γ_T определяемых формулой

$$\gamma_T = 0,8 \gamma_{T1} + 0,2 \gamma_{T1} \frac{P_{\max}}{P_i}, \quad (1)$$

где: γ_{T1} принимает значения:

$\pm 0,25 \text{ \%} / 10^\circ\text{C}$ - для преобразователей со значением $|\gamma|$, равным 0,25;

$\pm 0,45 \text{ \%} / 10^\circ\text{C}$ - для преобразователей со значением $|\gamma|$, равным 0,5;

$\pm 0,6 \text{ \%} / 10^\circ\text{C}$ - для преобразователей со значением $|\gamma|$, равным 1,0;

P_{\max} – максимальный верхний предел измерений для данной модели преобразователя (сумма максимальных верхних пределов измерений – для преобразователя давления разрежения Сапфир-22-Ех-М);

P_i – действительное значение верхнего предела измерений (сумма действительных значений верхнего предела измерений для преобразователя давления разрежения Сапфир-22-Ех-М).

После воздействия предельных температур изменение значения выходного сигнала преобразователей (δ_T), соответствующего нижнему предельному значению измеряемого параметра при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, не превышает значений, определяемых формулой

$$\delta_T = \left(|\gamma| + 0,15 \frac{P_{\max}}{P_i} \right) \%, \quad (2)$$

где: δ_T – выражается в процентах от диапазона выходного сигнала;

P_{\max}, P_i – то же, что и в формуле (1);

$|\gamma|$ – абсолютное значение предела допускаемой основной погрешности, %.

Для преобразователей с верхними пределами измерений менее 0,25 кПа и более 100 МПа, а также преобразователей абсолютного давления Сапфир-22-Ех-М с верхними пределами измерений менее 0,4 МПа

$$\delta_T = \left(|\gamma| + 0,35 \frac{P_{\max}}{P_i} \right) \%, \quad (3)$$

где: $|\gamma|, P_{\max}, P_i$ – то же, что и в формуле (2).

После корректировки начального значения выходного сигнала, соответствующего нижнему предельному значению измеряемого параметра, основная погрешность не превышает $|\gamma|$.

1.2.13 Изменение значения выходного сигнала преобразователей разности давления Сапфир-22-Ех-М, вызванное изменением рабочего избыточного давления в диапазоне от нуля до предельно допускаемого и от предельно допускаемого до нуля (таблица 3), выраженное в процентах от диапазона изменения выходного сигнала, не превышает значений γ_P , определяемых формулой

$$\gamma_P = K_P \cdot \Delta P_{РАБ} \frac{P_{max}}{P_i} \%, \quad (4)$$

где: P_{max} , P_i - то же, что и в формуле (1);

$\Delta P_{РАБ}$ - изменение рабочего избыточного давления, МПа;

$K_P = 0,025$ %/МПа - для преобразователей моделей 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460;

$K_P = 0,08$ %/МПа - для преобразователя модели 2420 с предельно допускаемым рабочим давлением 10 МПа;

$K_P = 0,2$ %/МПа - для преобразователей моделей 2410 и 2420 с предельно допускаемым рабочим давлением 4 МПа.

1.2.14 Средняя наработка на отказ с учетом технического обслуживания 250000 h.

1.2.15 Средний срок службы преобразователей, предназначенных для эксплуатации на ОАЭ, 15 лет. Средний срок службы преобразователей 12 лет, кроме преобразователей, эксплуатируемых при измерении параметров химически агрессивных сред.

Средний срок службы преобразователей, эксплуатируемых при измерении параметров химических агрессивных сред и удовлетворяющих требованию приложения С - 6 лет.

1.2.16 Масса преобразователей, в зависимости от исполнения, не превышает указанной в приложении С.

1.2.17 Установочные и присоединительные размеры преобразователей с установленными монтажными частями соответствуют указанным в приложениях Д – П.

1.2.18 Изменение значения выходного сигнала преобразователей, вызванное изменением нагрузочного сопротивления от 100 Ω до 1000 Ω , не превышает

$\pm 0,01$ % диапазона изменения выходного сигнала на 100Ω изменения нагрузочного сопротивления.

1.2.19 Преобразователи имеют устройства, позволяющие перенастраивать их на любой из пределов измерений, указанных в паспорте, а также перенастраивать их на смещенный диапазон измерений с установкой начального значения измеряемого параметра в пределах:

от 0 до $0,84 P'_{\max}$ - для преобразователей абсолютного давления, разрежения моделей 2110, 2120, 2130 и разности давлений моделей 2410, 2420, 2430, 2434;

от разрежения, равного $0,1 \text{ MPa}$, до избыточного давления, равного $0,84 P'_{\max}$, для моделей 2140, 2150, 2151, 2160, 2161, 2170, 2171, 2440, 2444, 2450, 2460;

от разрежения, равного $0,1 \text{ MPa}$, до избыточного давления, равного $0,84 (P_{\text{rmax}} + P_{\text{imax}}) - P_{\text{rmax}}$, для моделей 2340, 2350, 2351;

где: P'_{\max} - максимальное значение верхнего предела измерений, на которое предусмотрена перенастройка данного преобразователя;

P_{rmax} , P_{imax} - максимальное значение верхнего предела измерений соответственно разрежения и избыточного давления модели преобразователей давления разрежения.

По требованию заказчика, согласованному с предприятием-изготовителем, осуществляется выпуск преобразователей моделей 2110, 2120, 2130 2410, 2420, 2430, 2434, обеспечивающих возможность настройки на смещенный диапазон измерений с установкой начального предельного значения выходного сигнала при значении измеряемого параметра от разрежения, равного P' ,

где: $P' < |P_{\text{max}}|$ - значение разрежения, оговоренного в заказе;

P_{max} - максимальное значение верхнего предела измерений модели.

При указанных выше настройках верхний предел измерений превышает максимальное значение для данной модели.

Вид характеристики выходного сигнала, т.е. возрастающая или убывающая, обеспечивается предприятием-изготовителем в соответствии с заказом с учетом 1.2.4.

1.2.20 Преобразователи относятся к восстанавливаемым, ремонтируемым,

однофункциональным изделиям.

Ремонт преобразователей Сапфир-22-Ех-М должен производиться в соответствии с РД 16.407-2000 «Электрооборудование взрывозащищенное. Ремонт».

1.3 Состав изделия

1.3.1 В комплект поставки преобразователя входят:

- преобразователь – 1 шт.;
- руководство по эксплуатации (РЭ) - 1 экз., если иное не указано в заказе. Допускается при отсутствии требований заказчика РЭ не прилагать, а высылать отдельно в количестве не менее 1 экз. на каждые 10 преобразователей, поставляемых в один адрес:

- методика поверки МИ 1997-89 - 1 экз. Допускается при отсутствии других требований заказчика МИ не прилагать, а высылать отдельно в количестве 1 экз. на каждые 10 преобразователей, поставляемых в один адрес;

- паспорт - 1 экз., если иное не указано в заказе;

- инструкция по диагностике и калибровке 08906128 И1 – 1 экз. прилагается для преобразователей с жидкокристаллическим индикатором. Допускается при отсутствии других требований заказчика прилагать в количестве не менее 1 экз. на каждые 10 преобразователей поставляемых в один адрес;

- комплект монтажных частей (перечень деталей, входящих в комплект, приводится в паспорте) - 1 комплект;

- отвертка - 1 шт., допускается поставлять не менее 1 шт. на каждые 10 преобразователей, поставляемых в один адрес.

Примечание. Допускается по согласованию с заказчиком руководство по эксплуатации и МИ 1997-89 не поставлять.

По требованию заказчика в комплект поставки могут входить следующие изделия, поставляемые за отдельную плату:

- сосуды уравнильные СК, 2 шт. - в соответствии с заказом при поставке преобразователя разности давлений;

- сосуды уравнильные СУ - в соответствии с заказом, но не более 2 шт. при поставке преобразователя разности давлений;

сосуды разделительные СР по 2 шт. - в соответствии с заказом при поставке преобразователя разности давлений;

диафрагма вида ДКС, 1 шт. - в соответствии с заказом при поставке преобразователя разности давлений;

диафрагма вида ДБС, 1 шт. - в соответствии с заказом при поставке преобразователя разности давлений.

Примечание – В случае изготовления преобразователей и комплектующих изделий разными предприятиями по согласованию с заказчиком допускается раздельная поставка этих изделий.

1.3.2 По требованию заказчика за отдельную плату поставляются перечень запасных частей, запасные части для проведения после гарантийного ремонта в течение срока службы и ремонтная документация.

1.4 Устройство и работа преобразователя

Преобразователь состоит из измерительного блока и электронного устройства. Преобразователи различных параметров имеют унифицированное электронное устройство.

Измеряемый параметр подается в камеру измерительного блока и линейно преобразуется в деформацию чувствительного элемента и изменение электрического сопротивления тензорезисторов тензопреобразователя, размещенного в измерительном блоке.

Электронное устройство преобразователя преобразует это изменение сопротивления в токовый выходной сигнал.

Чувствительным элементом тензопреобразователя является пластина из монокристаллического сапфира с кремниевыми пленочными тензорезисторами (структура КНС), прочно соединенная с металлической мембраной тензопреобразователя.

1.5 Устройство и работа составных частей

1.5.1 Схема и описание работы измерительных преобразователей изложены в настоящем разделе в соответствии с таблицей 4, описание электронного преобразователя – в 1.5.10.

Таблица 4

Измеряемый параметр	Модель	Номер пункта
Абсолютное давление	2030, 2040	1.5.6
	2050, 2060	1.5.3
	2051, 2061	1.5.5
Избыточное давление	2110, 2120, 2130, 2140	1.5.8
	2150, 2160, 2170	1.5.2
	2151, 2161, 2171	1.5.4
Разрежение	2210, 2220, 2230, 2240	1.5.8
Давление-разрежение	2310, 2320, 2330, 2340	1.5.8
	2350	1.5.2
	2351	1.5.4
Разность давлений	2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444	1.5.7
	2450, 2460	1.5.9

1.5.2 Схема принципиальная преобразователей моделей 2150, 2160, 2170, 2350 представлена на рисунке 1.

Мембранный тензопреобразователь 3 размещен внутри основания 9. Внутренняя полость 4 тензопреобразователя заполнена кремнийорганической жидкостью и отделена от измеряемой среды металлической гофрированной мембраной 6, приваренной по наружному контуру к основанию 9. Полость 10 сообщена с окружающей атмосферой. Измеряемое давление подается в камеру 7 фланца 5, который уплотнен прокладкой 8.

Измеряемое давление воздействует на мембрану 6 и через жидкость воздействует на мембрану тензопреобразователя, вызывая ее прогиб и изменение сопротивления тензорезисторов. Электрический сигнал от тензопреобразователя передается из измерительного блока в электронное устройство 1.

1.5.3 Преобразователи моделей 2050 и 2060 отличаются от описанных в 1.5.2. тем, что полость 10 (рисунок 1) герметизирована и сигнал передается в электронное устройство по проводам через гермоввод 2.

1.5.4 Схема преобразователей моделей 2151, 2161, 2171, 2351 представлена на рисунке 2.

Мембранный тензопреобразователь 4 размещен внутри корпуса 6. Измеряемое давление подается в камеру 5 и воздействует на мембрану тензопреобразователя, вызывая ее прогиб и изменение сопротивления тензорезисторов. Полость 3 сообщена с окружающей атмосферой. Электрический сигнал от тензопреобразователя передается из измерительного блока в электронное устройство 1.

1.5.5 Преобразователи моделей 2051 и 2061 отличаются от описанных в 1.5.4. тем, что полость 3 (рисунок 2) герметизирована и сигнал передается в электронное устройство 1 по проводам через гермоввод 2.

1.5.6 Схема принципиальная преобразователей моделей 2030, 2040 представлена на рисунке 3.

Тензопреобразователь 4 мембранно-рычажного типа размещен внутри основания 9 и отделен от измеряемой среды металлической гофрированной мембраной 8.

Мембраны 8, 14 и крышка 11 по наружному контуру приварены к основанию 9 и соединены между собой центральным штоком 6, который связан с концом рычага тензопреобразователя 5 с помощью тяги 13. Измеряемое давление подается в камеру 7; полость 12 вакуумирована и герметизирована. Полость 15 герметизирована.

Фланец 10 уплотнен с помощью прокладки 3.

Воздействие измеряемого давления вызывает прогиб мембраны 8, изгиб мембран тензопреобразователя 4 и изменение сопротивления тензорезисторов. Электрический сигнал от тензопреобразователя передается из измерительного блока в электронное устройство 1 по проводам через гермоввод 2.

1.5.7 Схема принципиальная преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444 представлена на рисунке 4.

Тензопреобразователь 4 мембранно-рычажного типа размещен внутри основания 9 в замкнутой полости 11, заполненной кремнийорганической жидкостью, и отделен от измеряемой среды металлическими гофрированными мембранами 8. Мембраны 8 приварены по наружному контуру к основанию 9 и соединены между собой центральным штоком 6, который связан с концом рычага тензопреобразователя 4 с помощью тяги 5. Фланцы 10 уплотнены прокладками 3.

СХЕМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ САПФИР-22-Ех-М МОДЕЛЕЙ
2050, 2060, 2150, 2160, 2170, 2350

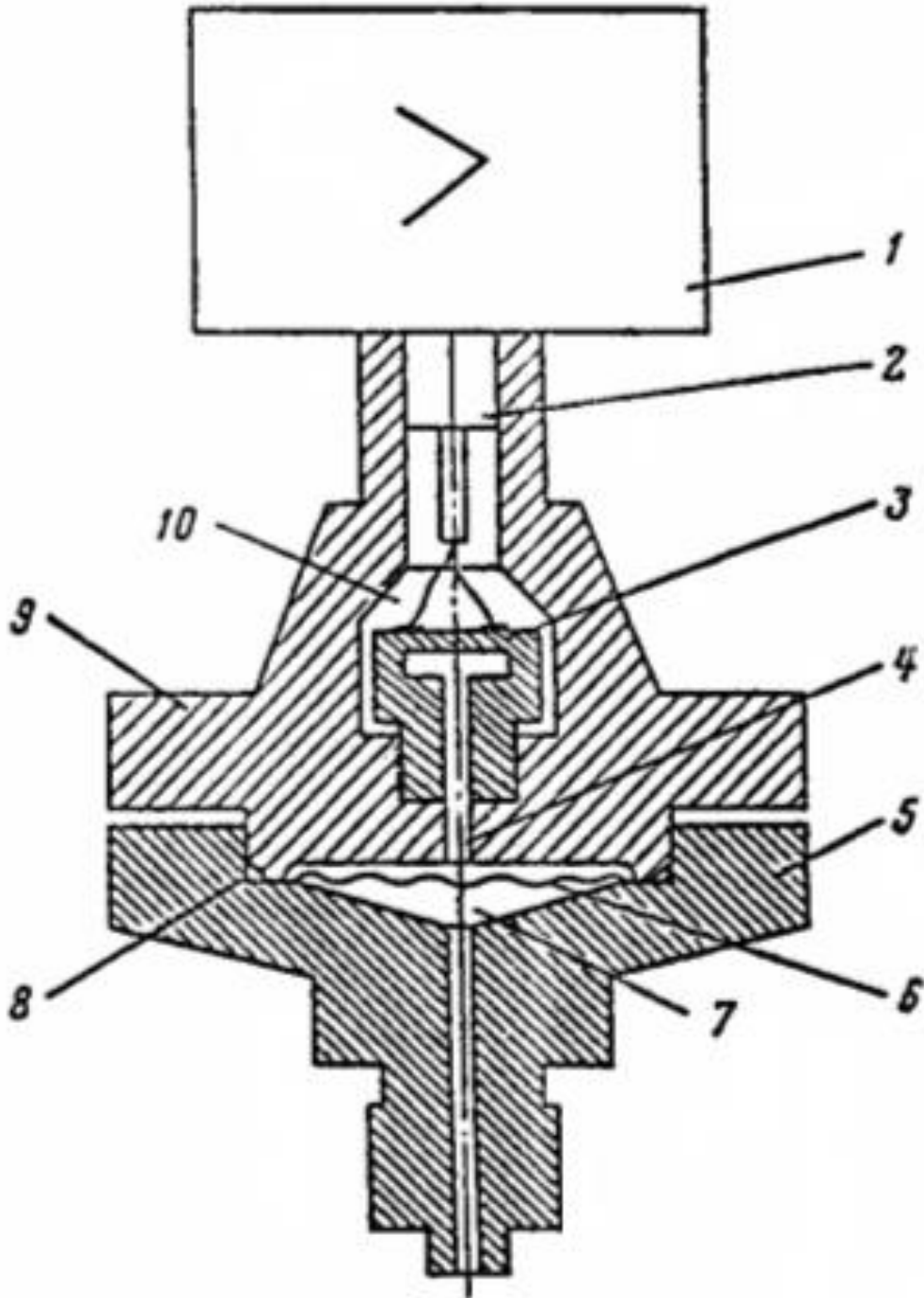


Рисунок 1

СХЕМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ САПФИР-22-Ех-М МОДЕЛЕЙ
2051, 2061, 2151, 2161, 2171, 2351

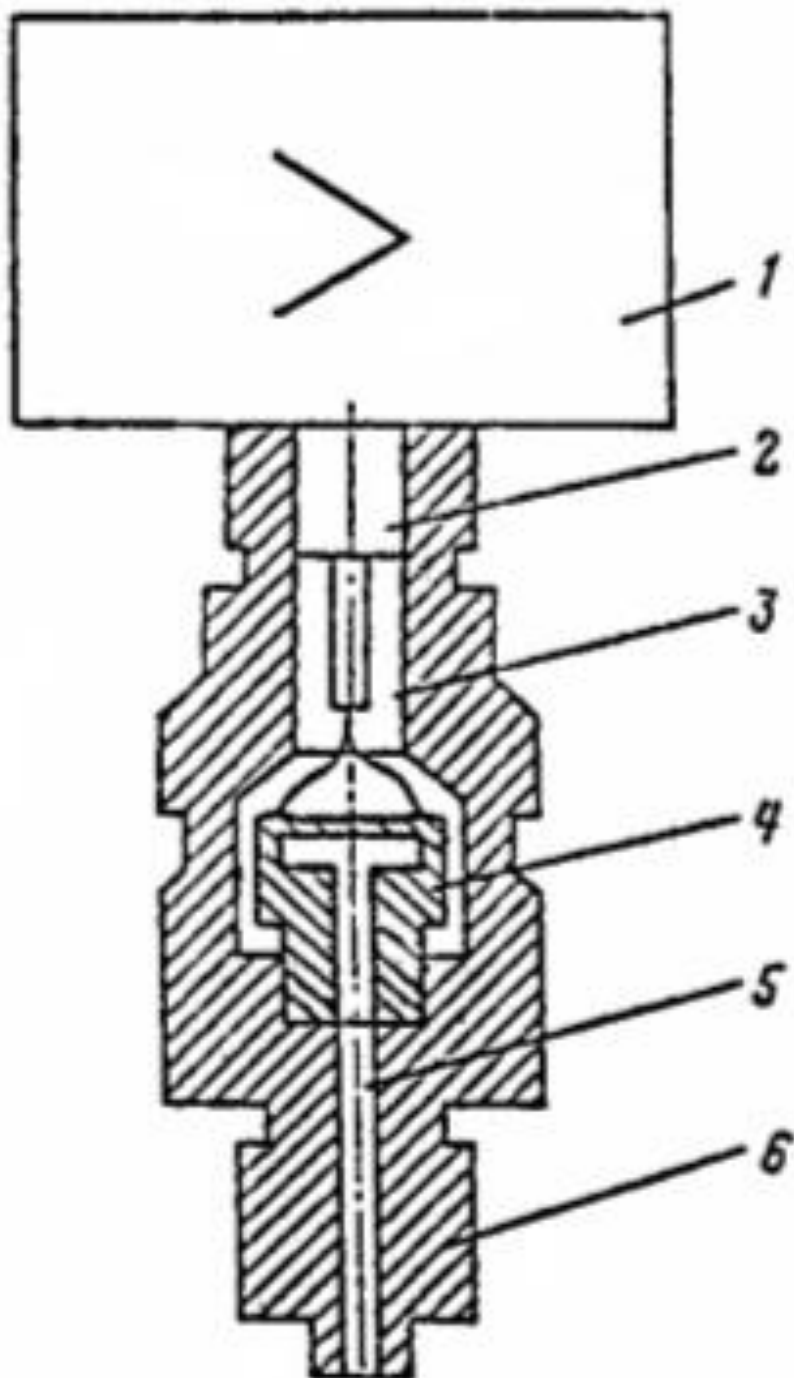


Рисунок 2

СХЕМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ САПФИР-22-Ех-М МОДЕЛЕЙ 2030, 2040

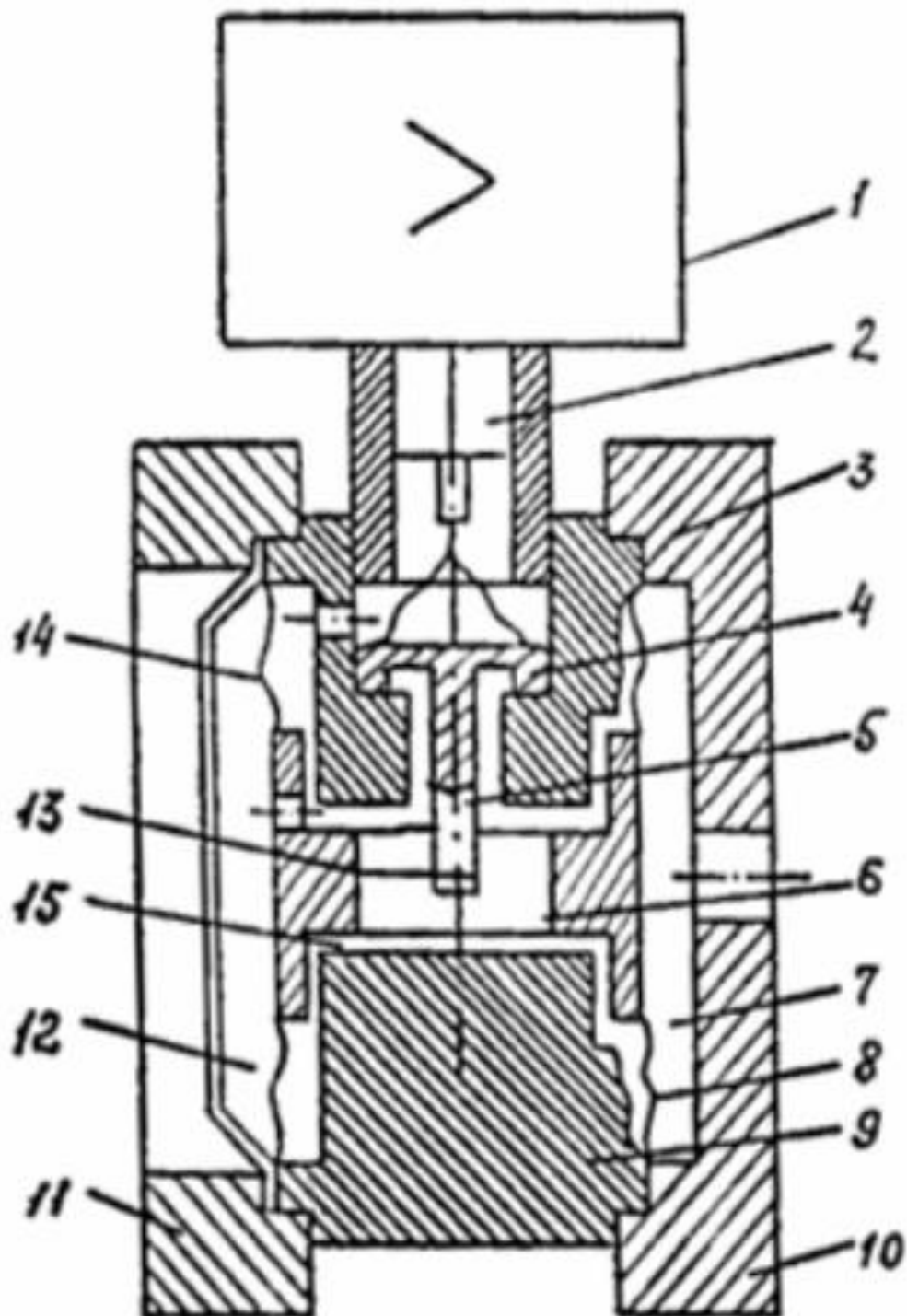


Рисунок 3

Воздействие измеряемой разности давлений (большее давление подается в камеру 7, меньшее - в камеру 12) вызывает прогиб мембран 8, изгиб мембраны тензопреобразователя 4 и изменение сопротивления тензорезисторов.

Электрический сигнал от тензопреобразователя передается из измерительного блока в электронное устройство 1 по проводам через гермоввод 2.

Измерительный блок выдерживает без разрушения воздействие односторонней перегрузки рабочим избыточным давлением. Это обеспечивается тем, что при такой перегрузке одна из мембран 8 ложится на профилированную поверхность основания 9.

1.5.8 Преобразователь Сапфир-22-Ех-М моделей 2110, 2120, 2130, 2140, 2310, 2320, 2330, 2340 отличаются от преобразователей, описанных в 1.5.7 тем, что камера 12 (рисунок 4) сообщена с атмосферой.

Преобразователь Сапфир-22-Ех-М моделей 2210, 2220, 2230, 2240 отличаются тем, что измеряемое давление подается в камеру 12 (рисунок 4), а камера 7 сообщена с атмосферой.

1.5.9 Схема принципиальная преобразователя Сапфир-22-Ех-М моделей 2450, 2460 представлена на рисунке 5.

Мембранный тензопреобразователь 4 размещен внутри корпуса 8 и отделен от измеряемой среды металлическими гофрированными мембранами 7. Внутренние полости 6 и 10 заполнены кремнийорганической жидкостью. Фланцы 9 уплотнены прокладками 3. Воздействие измеряемой разности давлений (большее подается в камеру 5, меньшее - в камеру 11) вызывает прогиб мембраны 7 и через жидкость воздействует на мембрану тензопреобразователя, вызывая изменение сопротивления тензорезисторов.

Измерительные блоки выдерживают одностороннюю перегрузку рабочим избыточным давлением. Электрический сигнал от тензопреобразователя передается из измерительного блока в электронное устройство 1 по проводам через гермоввод 2.

СХЕМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ САПФИР-22-Ех-М МОДЕЛЕЙ

2110, 2120, 2130, 2140, 2210, 2220, 2230, 2240, 2310, 2320, 2330, 2340, 2410, 2420,
2430, 2434, 2440, 2444

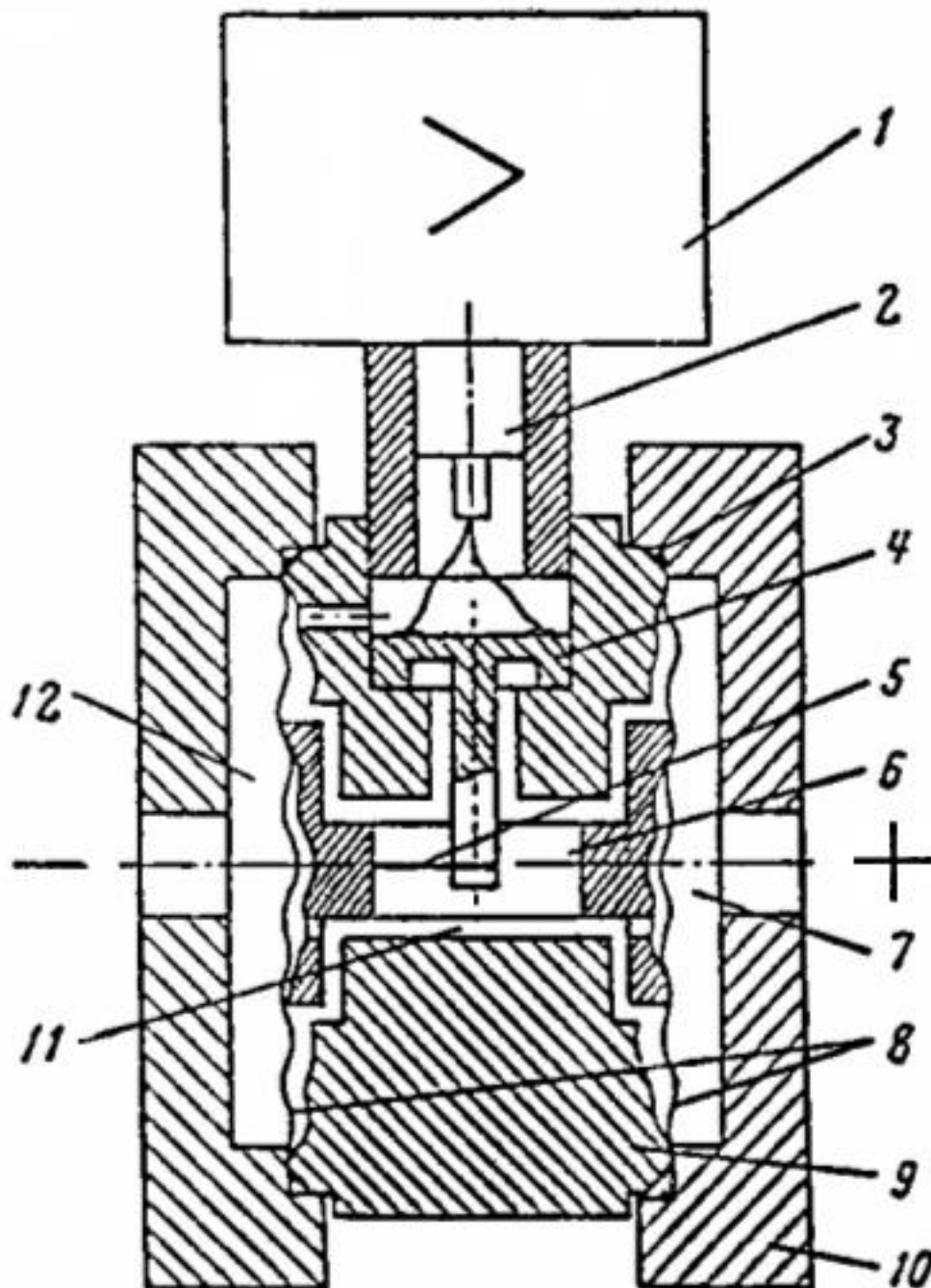


Рисунок 4

СХЕМА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ САФИР-22-Ех-М МОДЕЛЕЙ 2450, 2460

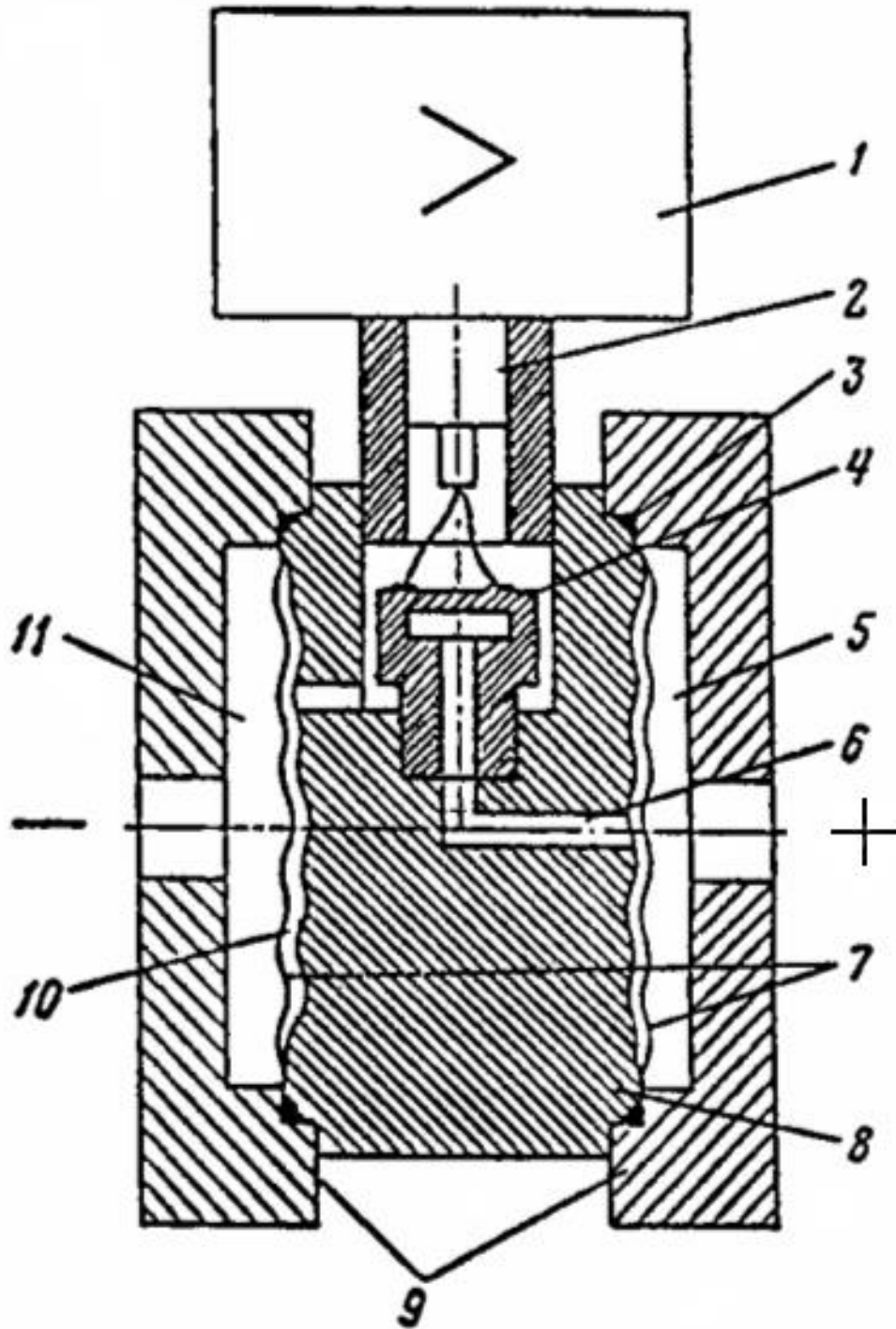


Рисунок 5

1.5.10 Электронный преобразователь смонтирован на трех платах 5, 7, 9 (рисунок 6) или на двух платах 5 и 9 (внешний вид смотри рисунок 6а). Платы размещены внутри специального корпуса 6. Плата 9 закрыта кожухом 10, который крепится двумя винтами 16. Корпус 6 закрыт крышками 4, 8 уплотненными резиновыми кольцами. Преобразователь имеет сальниковый кабельный ввод 13, клеммную колодку 1 для присоединения жил кабеля, винт 2 для подсоединения экрана, в случае исполнения экранизованного кабеля, и болт 14 для заземления корпуса. Клеммная колодка закрыта крышкой 15 и опломбирована.

Корректоры 11 и 12 (рисунок 6) служат соответственно для плавной настройки диапазона и “нуля” выходного сигнала.

Переключки ХВ5 и ХВ6 служат для ступенчатого смещения “нуля”, переключки ХВ7 – для ступенчатой настройки диапазона выходного сигнала.

На плате (рисунок 6а) переключатели SW1, SW3, SW4 служат для установки параметров выходного сигнала датчика: сигнал 4-20 или 0-5 мА, 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 положении ON включает дискретно смещение в пределах 1,5 %;

г) ключ 5 переключателя SW2 в положении ON включает дискретно смещение - 3 %;

д) ключ 4 переключателя SW2 в положении ON включает дискретно смещение - 6 %;

е) ключ 3 переключателя SW2 в положении ON включает дискретно смещение -12 %;

ж)ключ 2 переключателя SW2 в положении ON включает дискретно смещение - 25 %;

з) ключ 1 переключателя SW2 в положении ON включает дискретно смещение - 50 %;

Переключатель SW5 служит для установки поддиапазона измерения внутри одной модели (смотри 2.7.4).

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

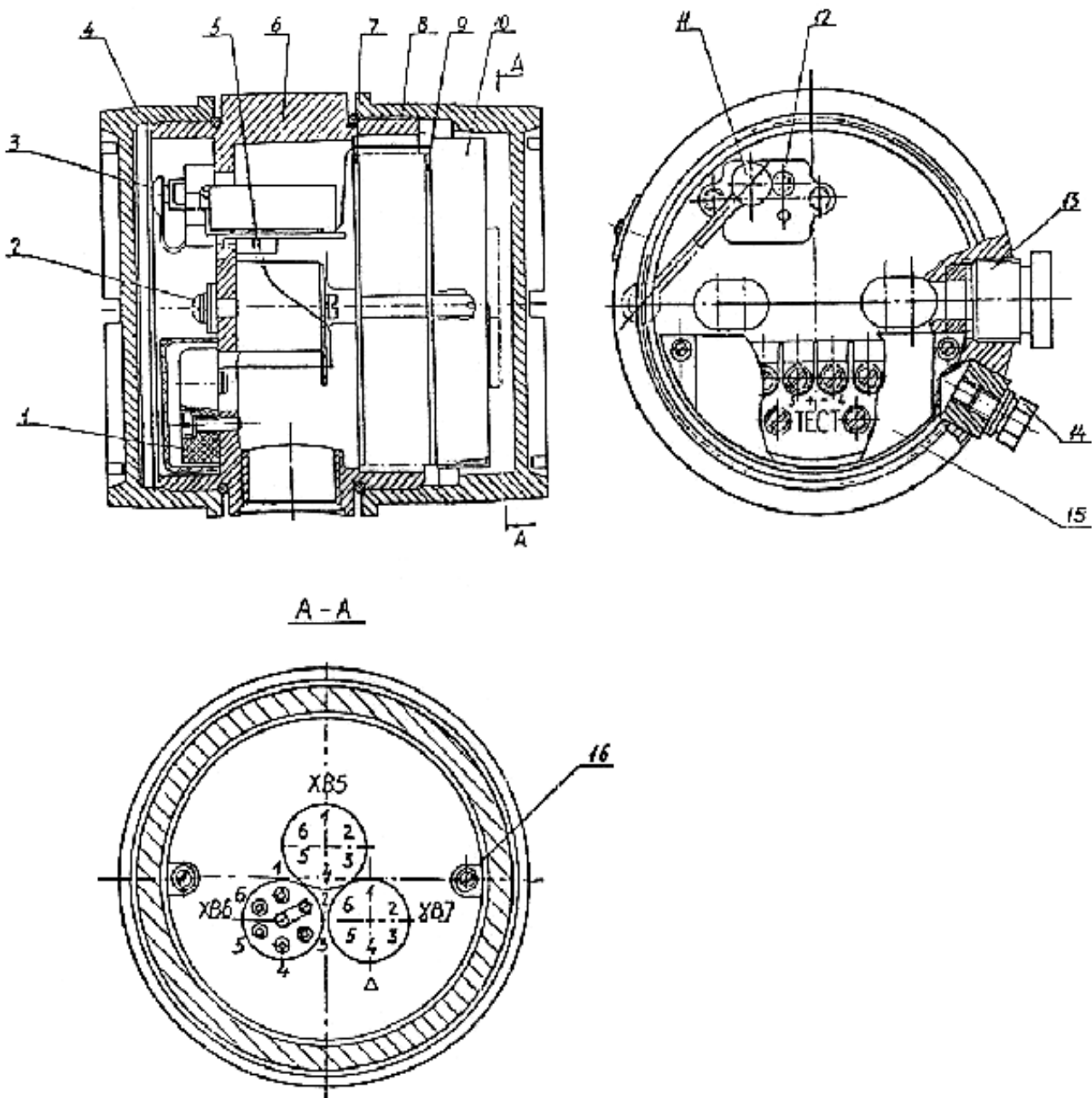


Рисунок 6 Электронный преобразователь

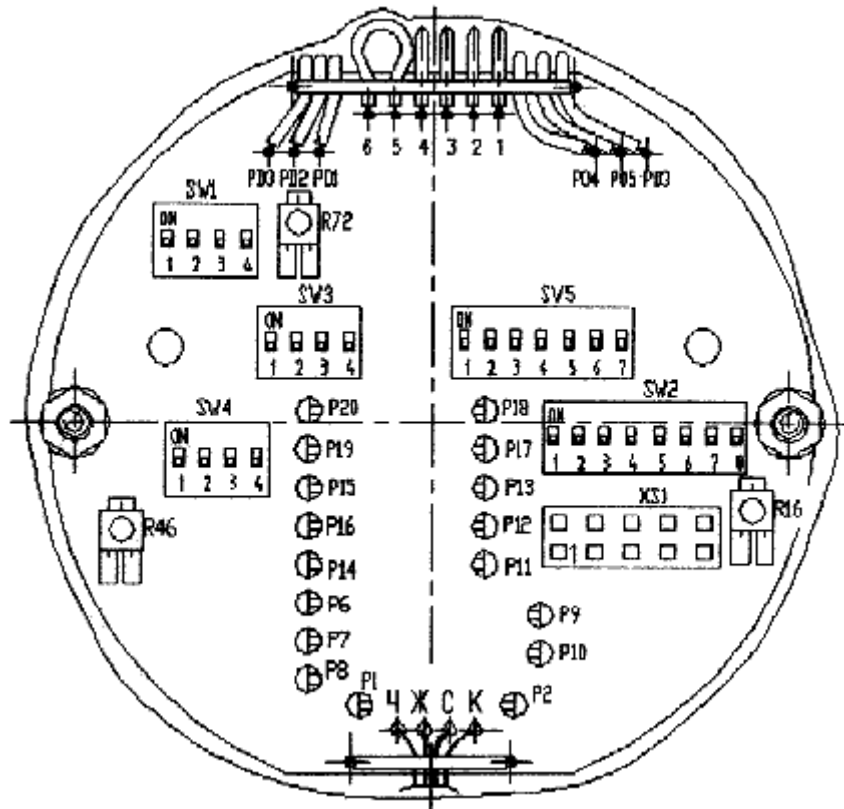


Рисунок ба

Внешний вид платы (9) с элементами регулировки

Многооборотный подстроечный резистор $5\text{ k}\Omega$ служит для «точной» установки начального значения выходного сигнала при монтаже и обслуживании преобразователя. В зависимости от исполнения этот резистор может быть установлен на основной плате или вынесен на дополнительную плату так, чтобы доступ к его регулировочному винту был возможен без снятия крышки преобразователя через специальный канал в корпусе электронного блока.

Многооборотный подстроечный резистор $10\text{ k}\Omega$ служит для «точной» установки верхнего значения выходного сигнала при перенастройке преобразователя. В зависимости от исполнения этот резистор может быть установлен на основной плате или вынесен на дополнительную плату так, чтобы доступ к его регулировочному винту был возможен без снятия крышки преобразователя через специальный канал в корпусе электронного блока.

1.6 Обеспечение взрывозащищенности преобразователя

1.6.1 Искробезопасность электрических цепей преобразователя достигается за счет ограничения тока и напряжения в его электрических цепях до искробезопасных значений, а также за счет выполнения конструкции всего преобразователя в соответствии с требованиями ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010.

Ограничения тока и напряжения в электрических цепях преобразователя до искробезопасных значений достигается наличием в блоке БПС-90 барьера защиты и гальванического разделения в сигнальной цепи питания.

1.6.2 На преобразователе прикреплена табличка с маркировкой по взрывозащите "ExiaIICT5 X".

1.7 Маркировка и пломбирование

1.7.1 На преобразователе нанесены надписи в соответствии с техническими условиями:

знак утверждения типа по ПР 50.2.107-2009;

товарный знак предприятия-изготовителя;

сокращенное наименование и модель в соответствии с таблицами 1, 2, 3;

знак "П" – только при заказе преобразователя с приработкой 360 h;

обозначение исполнения по материалам (приложение А, таблица 1);

степень защиты IP65 по ГОСТ 14254-2015;

обозначение климатического исполнения (приложение А, таблица 2);

пределы измерений с указанием единицы давления в международном обозначении по ГОСТ 8.417-2002;

предельно допускаемое рабочее избыточное давление (для преобразователей разности давлений);

порядковый номер (заводской номер) преобразователя по системе нумерации предприятия-изготовителя;

дата изготовления;

надпись "Сделано в России" (для поставки на экспорт);

1.7.2 На отдельной табличке, прикрепленной к преобразователю, выполнена маркировка по ГОСТ Р МЭК 60079-0-2011:

вид взрывозащиты “0ExiaIICT5 X” – по ГОСТ Р МЭК 60079-11-2010;

наименование испытательной организации и номер сертификата соответствия.

1.7.3 На корпусе электронного преобразователя рядом с зажимом для заземления имеется знак заземления.

На фланцах, пробках измерительного блока преобразователя, монтажных фланцах, ниппеле, а также корпусе клапанного блока, контактирующих с измеряемой средой, нанесена маркировка шифра материалов, из которых они выполнены.

При наличии на корпусе знаков "+" и "-" у преобразователей избыточного давления, давления разрежения знак "+", разрежения знак "-" соответствуют месту подвода измеряемого давления.

1.7.4 Электронное устройство преобразователя, размещенное внутри корпуса, опломбировано на предприятии-изготовителе и закрыто крышкой.

1.7.5 Изделия поставляемые на рынки государств-членов Таможенного союза дополнительно маркируются:

- специальным знаком взрывобезопасности;
- единым знаком обращения на рынке.

Знаки наносятся на изделия, сопроводительную документацию и упаковку.

1.8 Упаковка

1.8.1 Упаковывание преобразователя обеспечивает сохранность преобразователя при хранении и транспортировании.

1.8.2 Упаковывание производят в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от 15 до 40°C и относительной влажности до 80 % при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

1.8.3 Перед упаковыванием отверстие под кабель, отверстия штуцеров, фланцев, резьбы штуцеров закрывают колпачками или заглушками, предохраняющими внутреннюю полость от загрязнения, а резьбу от механических повреждений.

1.8.4 Консервация обеспечивается помещением картонной коробки с преобразователем в пленочный чехол с влагопоглотителем - силикагелем.

Вариант защиты ВЗ-10 ГОСТ 9.014-78. Предельный срок защиты без переконсервации 3 года.

Максимальное допустимое обводнение силикагеля до переконсервации не должно превышать 26 % от его массы.

В паспорте на преобразователь указана масса сухого силикагеля при зачехлении.

1.8.5 Преобразователь и монтажные части, поставляемые с каждым преобразователем, завернуты в упаковочную бумагу и уложены в потребительскую тару - коробку из картона, в которой отделены друг от друга и уплотнены с помощью прокладок из картона.

Вместе с преобразователем и монтажными частями в коробку уложены: техническая документация, указанная в разделе 4 (сверху преобразователя); мешочек с силикагелем.

Техническая документация вложена в чехол из полиэтиленовой пленки.

Картонная коробка с преобразователем и монтажными частями помещена в чехол из полиэтиленовой пленки и уложена в транспортную тару - деревянный ящик, выстланный внутри битумированной бумагой. Свободное пространство между коробками и ящиком заполнено амортизационным материалом или прокладками.

На верхний слой амортизационного материала уложен чехол с товаросопроводительной документацией с надписью "Товаросопроводительная документация".

Второй экземпляр упаковочного листа вложен в чехол из полиэтиленовой плёнки, дополнительно обернутый в упаковочную бумагу и размещенный в специальном кармане, прикрепленном к одной из торцевых стенок ящика.

1.8.6 Масса брутто не более 50 kg.

2 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

2.1 Подготовка к использованию

2.1.1 При получении транспортной тары с преобразователем установить сохранность тары. В случае ее повреждения следует составить акт.

2.1.2 В зимнее время транспортную тару распаковывают в отапливаемом помещении не менее чем через 12 h после внесения ее в помещение.

2.1.3 Проверьте комплектность в соответствии с паспортом на преобразователь.

2.1.4 После распаковки преобразователя необходимо установить значение выходного сигнала, соответствующее нижнему (нулевому) и верхнему значениям измеряемого параметра, в соответствии с указаниями раздела 2.4.

2.1.5 При получении преобразователя рекомендуется завести на него свой паспорт, в котором должны быть указаны: наименование и номер преобразователя, наименование организации, поставившей преобразователь. В паспорт включают данные, касающиеся эксплуатации преобразователя, например: дата установки; наименование организации, устанавливающей преобразователь; место установки с приложением эскиза и основными монтажными размерами; записи по обслуживанию с указанием имевших место неисправностей и их причин; произведенного ремонта и т.п.

Все пожелания по усовершенствованию конструкции преобразователя следует направлять в адрес предприятия-изготовителя.

2.1.6 После воздействия максимальных или минимальных рабочих температур рекомендуется произвести корректировку "нуля".

2.1.7 Преобразователи можно применять для преобразования значений измеряемого параметра газа или жидкости.

Преобразователи разности давлений с нормирующими значениями менее 2,5 кПа, избыточного давления с нормирующими значениями менее 25 кПа, абсолютного давления с нормирующими значениями менее 0,4 МПа рекомендуется применять только для преобразования параметра газа. При больших нормирующих значениях указанные преобразователи можно применять для преобразования значений параметра газа и жидкости. При измерении давления жидкости должно быть обеспечено тщательное заполнение системы жидкостью.

Преобразователь разрежения рекомендуется применять только для преобразования значений параметров газа.

2.2 Меры безопасности

2.2.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током преоб-

разователи относятся к классу 01 по ГОСТ 12.2.007.0-75.

Корпус преобразователя должен быть заземлен согласно разделу 2.3 пункту 2.3.4.

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

2.2.3 Не допускается эксплуатация преобразователя разности давлений в системах, рабочее избыточное давление в которых может превышать соответствующие предельные значения, указанные в таблице 3.

Не допускается эксплуатация остальных преобразователей Сапфир-22-Ех-М в системах, давление в которых может превышать соответствующие наибольшие предельные значения, указанные в таблицах 1, 2 для каждой модели.

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

2.2.5 Не допускается применение преобразователей, имеющих измерительные блоки, заполненные кремнийорганической (полиметилсилоксановой) жидкостью, в процессах, где по условиям техники безопасности производства запрещается попадание этой жидкости в измеряемую среду.

2.2.6 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.

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

2.3 Обеспечение взрывозащищенности при монтаже преобразователя

2.3.1 Преобразователь может устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установках согласно главе 7.3 ПУЭ, главе 3.4 ПЭЭП и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования

во взрывоопасных условиях.

2.3.2 Прежде чем приступить к монтажу преобразователя необходимо осмотреть его. При этом необходимо проверить маркировку по взрывозащите заземляющие устройства и крепящие элементы, а также убедиться в целостности корпуса преобразователя.

Монтаж преобразователя производить в соответствии со схемой внешних соединений, приведенной в приложении Р.

2.3.3. Параметры линии связи между преобразователем Сапфир-22-Ех-М и блоком БПС-90 должны быть:

омическое сопротивление не более 20 Ω ;

емкость не более 0,06 μF ;

индуктивность не более 1 мН.

Линия связи длиной до 500 м по трассе может быть выполнена кабелем любого типа с медными проводами сечением 0,35 mm^2 согласно главе 7.3 ПУЭ.

2.3.4 Заделку кабеля в сальниковый ввод преобразователя (рисунок 6) производить следующим образом: отвернуть крышку 4 и гайку уплотнения кабельного ввода 13. После подсоединения жил кабеля к клеммной колодке 1 и подсоединения экрана (если кабель экранированный) завернуть гайку уплотнения кабельного ввода 13, установить крышку 15, опломбировать и поставить крышку 4 на место.

Во избежание срабатывания предохранителей в барьере защиты блока БПС-90 при случайном закорачивании соединительных проводов, заделку кабеля и его подсоединения производить при отключенном питании.

Преобразователь должен быть заземлен с помощью наружного заземляющего зажима 14.

По окончании монтажа должно быть проверено сопротивление заземления.

Включить питание на блок БПС-90.

2.3.5 При наличии в момент установки преобразователя взрывоопасной смеси не допускается подвергать преобразователь трению или ударам, способным вызвать искрообразование.

2.3.6 Схема внешних электрических соединений преобразователя Сапфир-22-Ех-М и блока БПС-90 приведена в приложении Р.

2.4 Порядок установки

2.4.1 Преобразователи рекомендуется монтировать в положении, указанном в приложениях Д – П.

Преобразователи с верхними пределами измерений свыше 0,25 МПа могут быть смонтированы в любом положении, удобном для обслуживания, при этом предпочтительным является расположение подвода давления снизу для всех моделей, кроме 2450, 2460 с тем, чтобы уменьшить возможность засорения преобразователя.

Преобразователи с верхним пределом измерений менее 0,25 МПа должны устанавливаться таким образом, чтобы подвод давления осуществлялся сверху или снизу.

В случае существенных вибраций стен в горизонтальном направлении, расположение преобразователя по отношению к стене должно быть таким, чтобы указанное в приложениях Д – П горизонтальное направление вибрации было перпендикулярно стене. То же относится и к несущим конструкциям, на которых устанавливается преобразователь. При выборе места установки необходимо учитывать следующее:

преобразователь можно устанавливать во взрывоопасных помещениях, соответствующих 2.3.1;

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

температура и относительная влажность окружающего воздуха должны соответствовать значениям, указанным в разделе 1 и пункту 1.2.12;

среда, окружающая преобразователь, не должна содержать примесей, вызывающих коррозию его деталей;

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 1.2.10.

При эксплуатации преобразователя в диапазоне минусовых температур необходимо исключить:

- 1) накопление и замерзание конденсата в рабочих камерах и внутри соединительных трубок (при измерении параметров газообразных сред);
- 2) замерзание, кристаллизацию среды или выкристаллизовывание из нее отдельных компонентов (при измерении жидких сред).

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

Температура измеряемой среды существенного значения не имеет, поскольку в преобразователях в рабочих условиях нет протока среды и она приобретает температуру самого преобразователя и окружающей его среды. Однако не следует допускать перегрева самого преобразователя от устройств, в которых протекает среда с температурой выше предельной температуры окружающего воздуха. В этих случаях преобразователь устанавливают на соединительной линии, длина которой для преобразователя разности давлений рекомендуется не менее 3 м, а для остальных преобразователей - не менее 0,5 м. Указанные длины являются ориентировочными, зависят от температуры среды, диаметра и материала соединительной линии, характера изменений измеряемого параметра и могут быть уменьшены.

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, при измерении давления или разности давлений газа в нижних точках соединительной линии следует устанавливать отстойные сосуды, а при измерении давления или 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 установить два вентиля или трехходовой кран для отключения преобразователя от линии и соединения его с атмосферой. Это упростит периодический контроль установки выходного сигнала, соответствующего нулевому значению из-

меряемого давления, и демонтаж преобразователя.

В соединительных линиях от сужающего устройства к преобразователю разности давлений рекомендуется установить на каждой из линий 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 и к преобразователю четырьмя болтами М10х25, а монтажные фланцы присоединяются к клапанному блоку четырьмя болтами М10х40 (приложения Н и П). Уплотнение соединений осуществляется установкой прокладочных 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, растворённого в 50 % бакелитового лака).

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

2.5 Обеспечение взрывозащищенности при эксплуатации преобразователя

2.5.1 К эксплуатации преобразователя должны допускаться лица, изучившие настоящее руководство и прошедшие необходимый инструктаж.

2.5.2 При эксплуатации преобразователя необходимо выполнять все мероприятия в полном соответствии с разделами "Обеспечение взрывозащищенности преобразователя" и "Обеспечение взрывозащищенности при монтаже преобразователя".

При этом необходимо руководствоваться настоящим руководством, главы 3.4 ПЭЭП. Необходимо выполнять местные инструкции, действующие в данной отрасли промышленности, а также другие нормативные документы, опре-

деляющие эксплуатацию взрывозащищенного электрооборудования.

2.5.3 При эксплуатации преобразователь должен подвергаться систематическому внешнему и периодическому осмотрам.

2.5.4 При внешнем осмотре преобразователя необходимо проверить:

сохранность пломб;

наличие и прочность крепления крышек электронного устройства;

отсутствие обрыва или повреждения изоляции соединительного кабеля;

отсутствие обрыва заземляющего провода;

надежность присоединения кабеля;

прочность крепления преобразователя и заземляющего болтового соединения;

отсутствие вмятин и видимых механических повреждений, а также пыли и грязи на корпусе преобразователя.

2.5.5 Эксплуатация преобразователя с повреждениями и неисправностями категорически запрещается.

2.5.6 Одновременно с внешним осмотром может производиться уход за преобразователем, не требующий его отключения от сети, например, подтягивание крепежных болтов и гаек, регулировка "нуля".

2.5.7 При профилактическом осмотре должны быть выполнены все вышеуказанные работы внешнего осмотра. Периодичность профилактических осмотров преобразователя устанавливается в зависимости от производственных условий, но не реже двух раз в год. При этом дополнительно должны быть выполнены следующие работы:

чистка клеммника и полостей электронного устройства преобразователя от пыли и грязи;

проверка сопротивления изоляции электрических цепей преобразователя относительно корпуса. Проверка сопротивления изоляции производится между каждой клеммной колодкой преобразователя и его корпусом с помощью мегаомметра с номинальным напряжением 500 V. Величина сопротивления изоляции должна быть не менее 20 МΩ при температуре окружающего воздуха $(25\pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности не более 80 %.

2.5.8 После профилактического осмотра в соответствии с разделом 2.3 настоящего руководства производится подключение отсоединенных цепей и элементов, а сам преобразователь пломбируется.

Примечание – Регулировка "нуля" выходного сигнала преобразователя на месте эксплуатации, требующая подключения контрольно-измерительных приборов, возможна только при отсутствии взрывоопасной смеси в момент проведения названной операции.

2.6 Подготовка к работе

2.6.1 Перед включением преобразователя необходимо убедиться в соответствии его установки и монтажа указаниям, изложенным в разделе 2.2 настоящего руководства.

2.6.2 Подключите питание к преобразователю.

2.6.3 Через 30 min после включения электропитания необходимо проверить и при необходимости установить в соответствии с приложением 3 значение выходного сигнала преобразователя, соответствующее нулевому или начальному значению измеряемого параметра. Установку производите с помощью элементов настройки "нуля" (1.5.10).

Установку значения выходного сигнала преобразователя давления – разрежения необходимо производить после подачи и сброса избыточного давления, составляющего 50 – 100 % верхнего предела измерений избыточного давления.

Установку значения выходного сигнала у остальных преобразователей необходимо производить после подачи и сброса измеряемого параметра, соответствующего 80 – 100 % верхнего предела измерений.

Для преобразователя абсолютного давления значение выходного сигнала, соответствующее нулевому значению измеряемого давления, следует устанавливать при значении абсолютного давления не более 0,001 Pa, которое контролируется, например, по теплоэлектрическому вакуумметру.

В преобразователе абсолютного давления с верхним пределом измерений 0,4 MPa и выше допускается вместо выходного сигнала, соответствующего нулевому значению измеряемого абсолютного давления, проверять выходной сигнал,

соответствующий абсолютному давлению, равному атмосферному давлению.

При этой проверке измерительную камеру необходимо сообщать с атмосферой, а значение выходного сигнала определять по формуле

$$I_p = \frac{(I_{\max} - I_{\min})P_0}{P_a} + I_{\min}, \quad (5)$$

где: P_0 – атмосферное давление, МПа;

P_a – верхний предел измерений абсолютного давления, МПа;

I_{\min} – нижнее предельное значение выходного сигнала, мА;

I_{\max} – верхнее предельное значение выходного сигнала, мА.

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.

Поэтому 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 указаниями раздела 2.4. Перед корректировкой выходного сигнала следует подвергнуть преобразователь перегрузке со стороны плюсовой камеры давлением не менее 0,01 МПа – для преобразователя модели 2410; 0,1 МПа – для моделей 2420, 2430, 2434 и не менее 1 МПа для остальных моделей преобразователя разности давлений.

Для исключения случаев возникновения односторонних перегрузок в процессе эксплуатации преобразователя необходимо строго соблюдать определенную последовательность операций при включении преобразователя в работу, при продувке рабочих камер и сливе конденсата.

Включение в работу преобразователя разности давлений с клапанным блоком, схема которого приведена на рисунке 7, производится следующим образом:

- 1) закрыть клапаны 1, 2 со стороны “плюсовой” и “минусовой” камер;
- 2) открыть уравнивательный клапан 3;
- 3) открыть запорную арматуру, установленную на технологическом оборудовании.

довании как в “плюсовой”, так и в “минусовой” линиях;

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 уравнивающий клапан 3.

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

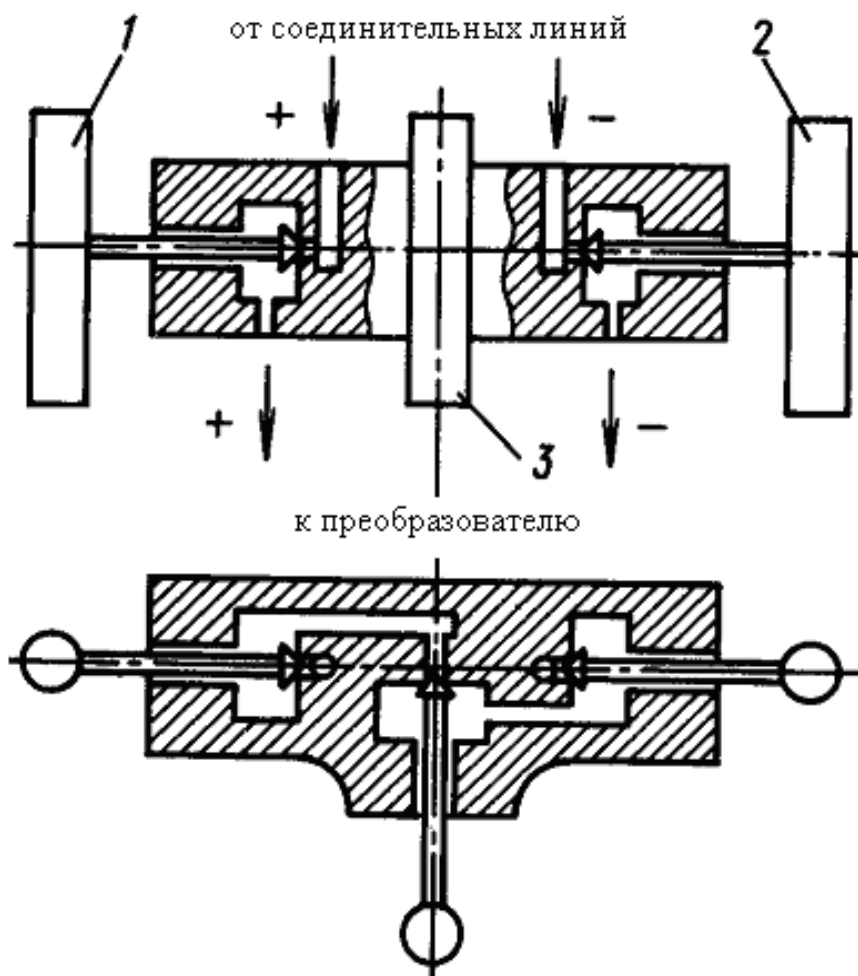


Рисунок 7 Схема клапанного блока

Заполнение камер преобразователя жидкостью осуществляется после установки его в рабочее положение. Подача жидкости производится под небольшим давлением (желательно самотеком) одновременно в обе камеры при открытых игольчатых клапанах, ввернутых в пробки, расположенных на фланцах измери-

тельных блоков. После того, как заполнительная жидкость начинает вытекать через игольчатый клапан, его следует закрыть.

Продувку соединительных линий производить через преобразователь не допускается.

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

- 1) закрыть все клапаны клапанного блока;
- 2) приоткрыть игольчатые клапаны;
- 3) произвести продувку или слив конденсата, для чего открыть уравнильный клапан 3, затем плавно повернуть рукоятку клапана 1 “плюсовой” камеры на 0,5-1 оборот против часовой стрелки, находясь вне зоны продувки или слива конденсата;
- 4) закрыть игольчатые клапаны;
- 5) включить преобразователь в работу.

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 постоянного тока, подключаемого к клеммам 3 и 4 электронного преобразователя (рисунок 6).

Внимание! Подключение миллиамперметра к клеммам 3 и 4 (рисунок 6) допускается только после проверки правильности полярности подключения электропитания.

При выборе миллиамперметра необходимо учитывать, что падение напряжения на нем не должно превышать 0,1 В.

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

$$\frac{0,2\gamma(I_{\max} - I_0)}{100}, \quad (6)$$

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.

2.7 Измерение параметров, регулирование и настройка

2.7.1 Перенастройка на другой диапазон измерений, смещение "нуля" в соответствии с пунктами 1.2.2 и 1.2.19 производится с помощью элементов ступенчатой и плавной настройки - переключателей XB5, XB6, XB7 и корректоров 11 и 12 (1.5.10, рисунок 6).

Ориентировочные положения перемычек указаны в таблицах 5, 6, 7.

Перестановку перемычек следует производить в процессе настройки преобразователя при отключенном питании преобразователя, кроме переключателя XB6.

2.7.2 Преобразователь настраивают в случае перенастройки на другой диапазон измерений, установки "нуля" со смещением на 2 % и более от диапазона измерений, в случае ремонта.

Таблица 5

Ориентировочные максимальные значения “нуля” выходного сигнала в % от наибольшего диапазона измерений модели									
минус 105	минус 84	минус 63	минус 42	минус 21	0	плюс 21	плюс 42	плюс 63	плюс 84
Номер положения переключателя ХВ5 (рис. 8)									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 6

Ориентировочные значения требуемого диапазона измерений в % от наибольшего диапазона измерений модели																															
от 14 до 15		от 16 до 19		от 18 до 21		от 20 до 23		от 22 до 26		от 25 до 29		от 28 до 33		от 32 до 38		от 35 до 42		от 40 до 48		от 44 до 52		от 50 до 60		от 59 до 70		от 66 до 79		от 77 до 93		от 86 до 104	
Номер положения переключателя ХВ7 (рис. 10)																															
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17															

Таблица 7

Ориентировочные значения величины смещения “нуля” в % от настроенного диапазона измерений при переключении переключателя ХВ6 на одно положение (рис. 9)																
26,7	23,5	21	19	17,4	15,4	13,8	12	10,5	9,5	8,3	7,7	6,7	5,7	5	4,3	4

Настройку преобразователя производить следующим образом:

- 1) установить преобразователь в рабочее положение (раздел 2.2);
- 2) освободить доступ к корректору "нуля" 12 и корректору диапазона 11, отвернув крышку 4 и сняв колпачок 3 с корректора диапазона (рисунок 6);
- 3) собрать схему включения преобразователя, приведенную в МИ 1997-89;
- 4) снять крышку 8, кожух 10 и, при необходимости перенастройки преобразователя в соответствии с выбранными значениями диапазона измерений и смещения "нуля", установить переключатели ХВ5, ХВ6 и ХВ7 согласно таблиц 5, 6, 7;

5) включить питание, выдержать преобразователь во включенном состоянии 30 min (время прогрева электроники);

6) установить значение выходного сигнала, соответствующее нижнему предельному значению измеряемого давления или разности давлений. Для этого подать в преобразователь давление, равное нижнему предельному значению, и установить с помощью корректора "нуля" 12 соответствующее ему значение выходного сигнала. Если корректор "нуля" не обеспечивает достижение заданного значения выходного сигнала, необходимо поменять положение переключателя ХВ6 (смотри таблицу 7) на соответствующее соседнее, отключив на это время питание.

Если при помощи переключателя ХВ6 не удаётся добиться требуемого значения выходного сигнала, то необходимо поменять положение переключателя ХВ5 (смотри таблицу 5), при этом питание должно быть отключено.

Корректировку "нуля" и диапазона производить отверткой, имеющей длину стержня не менее 35 mm и ширину лезвия 1,5 - 2 mm.

Установку "нуля" преобразователей производить с учетом указаний 2.6.3;

7) настроить диапазон изменения выходного сигнала, для чего увеличить измеряемое давление до верхнего предельного значения и установить с помощью корректора диапазона 11 соответствующее ему предельное значение выходного сигнала. Если корректор диапазона не обеспечивает достижение заданного диапазона изменения выходного сигнала, необходимо поменять положение переключателя ХВ7 на соответствующее соседнее, отключив на это время питание;

8) уменьшить измеряемое давление до нижнего предельного значения и с помощью корректора "нуля" вновь установить значение выходного сигнала, соответствующее этому давлению;

9) выполнить операции по пунктам 6, 7, 8 несколько раз, пока предельное значение выходного сигнала не будет установлено с требуемой точностью.

При нижнем и верхнем предельных значениях измеряемого параметра значения выходного сигнала должны быть равными соответствующим предельным значениям.

Так, например, при смещении диапазона измерений на минус 10 % от нормирующего значения у преобразователей с возрастающей характеристикой выходного сигнала точкам минус 10, плюс 90 % от нормирующего значения должны соответствовать значениям выходного сигнала 4; 20 мА.

При смещении диапазона измерений на плюс 10 % от нормирующего значения у преобразователей с возрастающей характеристикой выходного сигнала точкам 10, 110 % от нормирующего значения должны соответствовать значения выходного сигнала 4; 20 мА, при этом верхний предел измерений не должен превышать максимального значения предусмотренного для данной модели.

Для сокращения этой процедуры может быть использован рассмотренный в 2.7.3 расчетно-экспериментальный метод;

10) поставить на место крышку 8 и кожух 10 (рисунок 6);

11) проверить основную погрешность преобразователя в соответствии с указаниями раздела 2.8.

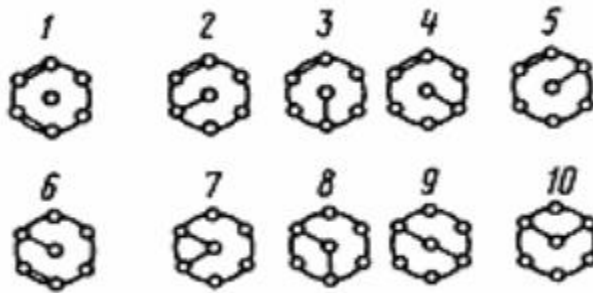
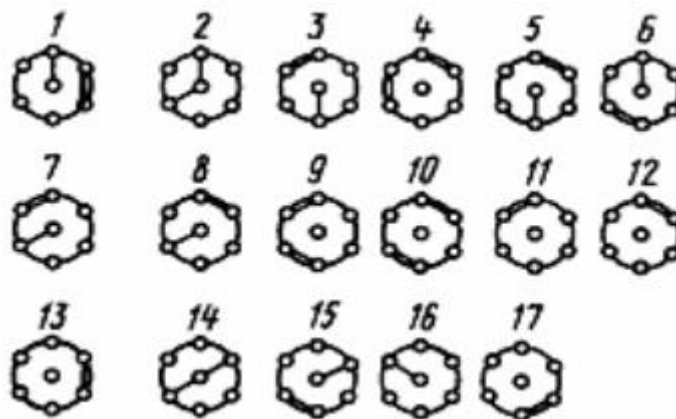


Рисунок 8 Положение перемычек XB5



Рисунок 9 Положение перемычек XB6



Если на схеме обозначена одна перемычка, то вторая перемычка подключается к первой параллельно.

Рисунок 10 Положение перемычек XB7

После перенастройки преобразователя на другой диапазон измерений с пределами, предусмотренными для данной модели по 1.2.2, основная погрешность и вариация выходного сигнала должны соответствовать хотя бы одному значению, предусмотренному для соответствующих пределов измерений.

Для преобразователя с $\gamma = \pm 1,0 \%$ основная погрешность после перенастройки преобразователя на другой диапазон измерений не должна превышать $\pm 1,0 \%$.

2.7.3 Расчетно-экспериментальный метод плавной настройки "нуля" и диапазона состоит в следующем:

1) подать в преобразователь давление, равное нижнему предельному значению, и установить корректором "нуля" 12 значение выходного сигнала I_0 , равное (1 - 2) % диапазона изменения выходного тока, значения I_{01} зафиксировать;

2) увеличить измеряемое давление до верхнего предельного значения и зафиксировать значение выходного тока I_{M1} ;

3) корректором "диапазона" 11 изменить выходной ток на (4 – 6) диапазонов выходного сигнала в сторону приближения диапазона к номинальному значению, зафиксировать это значение выходного тока I_{M2} ;

4) снизить давление до нижнего предельного значения и зафиксировать соответствующий ему выходной ток I_{02} ;

5) определить расчетное значение выходного сигнала, соответствующее верхнему предельному значению измеряемого давления, по формуле:

$$I_{MP} = \frac{I_{M2}(I_{01} + D) - I_{M1}(I_{02} + D)}{(I_{M2} - I_{M1}) - (I_{02} - I_{01})}, \quad (7)$$

где: $D = I_{max} - I_{min}$;

6) подать в преобразователь давление, соответствующее верхнему предельному значению, и корректором "диапазона" 11 (рисунок 6) установить расчетное значение выходного сигнала I_{MP} ;

7) снизить давление до нижнего предельного значения и корректором "нуля" установить начальное значение выходного тока;

8) увеличить измеряемое давление до верхнего предельного значения и проверить соответствие выходного сигнала верхнему предельному значению;

9) при их совпадении далее выполнить операции по пунктам 2.7.2.10 и 2.7.2.11.

2.7.4 Регулировка и настройка верхнего предельного значения выходного сигнала преобразователя с платой 9 (рисунок 6а).

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

а) с предельными значениями выходного сигнала 0-5 и 4-20 mA, соответственно – прямая характеристика (возрастающая выходная характеристика);

б) с предельными значениями выходного сигнала 5-0 и 20-4 mA, соответственно – обратная характеристика (убывающая выходная характеристика).

На рисунке 6а представлен внешний вид платы с установленными элементами регулировки.

Подключите преобразователь к стенду с образцовым прибором для задачи давления. У преобразователей разности давлений 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.

2.7.4.1 Перенастройка диапазона измерения преобразователя.

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

Для перенастройки преобразователя (всех типов, кроме давления разрежения) 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 таблицы 7а и с помощью «точной» регулировки нуля при необходимости откорректировать выходной ток.

Таблица 7а

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	ON
	3	OFF	OFF	OFF	OFF
	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 типа давления разрежения ключи на переключателе SW3 в зависимости от параметров выходного сигнала должны быть установлены в соответствии с таблицей 7б.

Таблица 7б

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 7в.

Таблица 7в

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.

2.7.4.2 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. Смотри пункт 2.7.4.1.

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, 2, 3, 5 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.

2.8 Проверка технического состояния

2.8.1 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 (2.6.3); 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 2.6.3 и разделом 2.7.

Дальнейшая проверка осуществляется в соответствии с методикой поверки, изложенной в МИ 1997-89.

Периодическая поверка производится в сроки, установленные предприятием-потребителем в зависимости от условий эксплуатации и требуемой точности выполнения измерений, но не реже одного раза в два года для преобразователей с пределом допускаемой основной погрешности $\pm 0,5$; $\pm 1,0$ % и не реже одного раза в год для преобразователей с пределом допускаемой основной погрешности $\pm 0,25$ %.

После перенастройки и последующей поверки в период гарантийного срока электронное устройство преобразователя должно быть опломбировано метрологической службой, проводившей поверку.

2.9 Возможные неисправности и способы их устранения

2.9.1 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 неправильное 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 клапана преобразователя разности давлений	Подтянуть сальник клапана или заменить на новый
	Нарушена герметичность уплотнения монтажного фланца или ниппеля преобразователя	Заменить уплотнительное кольцо или прокладку на новую, взятую из комплекта монтажных частей

Продолжение таблицы 8

Неисправность	Причина	Способ устранения
	Нарушена герметичность уплотнения фланца измерительного блока преобразователя	Заменить уплотнительное кольцо на новое
	Нарушена герметичность пробки фланца измерительного блока преобразователя	Подтянуть пробку, или уплотнить лентой ФУМ, или заменить пробку на новую
	Окислены контактные поверхности перемычек переключателя “нуля” или диапазона	Отключить питание. Снять крышку 8 и кожух 10 (рисунок 6). Записать положение перемычек, снять перемычки, зачистить контактные площадки на перемычках и местах их крепления. Поставить перемычки, кожух и крышку на место. Включить питание. Установить “нуль” с помощью корректора “нуля” 12 (рисунок 6)
3. Негерметичность	Нарушена герметичность: между клапаном и преобразователем; между клапаном и монтажным фланцем или ниппелем	1. Повторить сборку. 2. Заменить уплотнительное кольцо или прокладку
4. Выходной сигнал преобразователя постоянен и не меняется при вращении корректора "нуля" (знак выходного сигнала отрицательный)	Преобразователь находится в зоне отсечки	Подать давление на уровне 30–50 % от верхнего предела, на который настроен преобразователь; после выхода преобразователя из отсечки установить корректором "нуля" выходной сигнал, соответствующий поданному входному давлению

3 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.1 Техническое обслуживание преобразователя заключается, в основном, в периодической проверке 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, транспортирования и эксплуатации, указанным в руководстве по эксплуатации.

Необходимо следить за тем, чтобы трубки соединительных линий и вентили не засорились и были герметичны. В трубках и вентилях 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, нужно заменить уплотнительное кольцо или прокладку.

4 ХРАНЕНИЕ

4.1 Преобразователи могут храниться как в транспортной таре с укладкой в штабеля до 5 ящиков по высоте, так и во внутренней упаковке и без упаковки.

Условия хранения преобразователей в транспортной таре и во внутренней упаковке - 2 по ГОСТ 15150-69.

Условия хранения преобразователей без упаковки - 1 по ГОСТ 15150-69.

До проведения входного контроля не рекомендуется вскрывать чехол из полиэтиленовой пленки, в который упакован преобразователь.

5 ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

5.1 Преобразователи в транспортной таре транспортируются любым видом закрытого транспорта, в том числе и воздушным транспортом в отапливаемых герметизированных отсеках в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

Способ укладки ящиков на транспортирующее средство должен исключать возможность их перемещения.

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

5.2 Срок пребывания преобразователей в соответствующих условиях транспортирования не более 3 месяцев.

5.3 Условия транспортирования должны соответствовать следующим условиям хранения по ГОСТ 15150-69:

5 - для преобразователей климатического исполнения УХЛ, У;

6 - для преобразователей климатического исполнения Т;

3 - для морских перевозок в трюмах.

6 УТИЛИЗАЦИЯ

Изделие не представляет опасности для жизни, здоровья людей и окружающей среды после окончания срока службы. Специальных методов утилизации не требуется.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

Схема составления условного обозначения преобразователя

	<u>Сапфир-22-Ех-М-2420-01 -УХЛ 3.1(+1+80) -0,25 - 6,3 kPa/ 10 -05 -СК-К1/2 -К3</u>
1 Сокращенное наименование преобразователя _____	
2 Модель по табл. 1, 2, 3 _____	
3 Обозначение исполнения по материалам, прилож. А с учетом прилож. С _____	
4 Обозначение вида климатического Исполнения с диапазоном температур, прилож. А _____	
5 Предел допускаемой основной погрешности $ \gamma $, % по табл. 1, 2, 3 _____	
6 Верхний предел измерений с указанием единицы давления по табл. 1, 2, 3 с учетом примечаний 1, 2 прилож. А _____	
7 Предельно допускаемое рабочее избыточное давление по табл.3, указывается согласно примечанию 3 прилож. А _____	
8 Код выходного сигнала по табл. 3 прилож. А _____	
9 Код скобы и кронштейна по табл. 4 прилож. А с учетом примечания 4 прилож. А _____	
10 Код комплекта монтажных частей по табл. 4 прилож. А _____	
11 Код клапанного блока «К3» указывается согласно примечанию 5 прилож. А _____	

Примечания

1 В условном обозначении преобразователей давления разрежения в качестве верхнего предела измерений (поз. 6) указывается только значение верхнего предела измерений избыточного давления.

2 Для преобразователей модели 2140 с диапазоном измерений от 20 до 100 кПа вместо верхнего предела измерений (поз. 6) указывается 20 - 100 кПа.

3 Предельно допускаемое рабочее избыточное давление (поз. 7) указывается только для преобразователей разности давлений.

4 Код скобы и кронштейна (поз. 9) указывается только при заказе преобразователей с комплектом монтажных частей, включающим скобу и кронштейн.

5 Код клапанного (КЗ) блока (поз. 11) указывается только при заказе преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 и клапанного блока к ним.

Таблица 1

Обозначение исполнения преобразователя по материалам, контактирующим с измеряемой средой

Обозначение исполнения преобразователя по материалам	Материал мембраны	Фланцы преобразователя, пробки для дренажа и продувки, ниппель, монтажный фланец, 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	Алюминиевый сплав (только для фланцев преобразователя)	76
		Углеродистая сталь с покрытием	80
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

Примечания

1 Материал уплотнительных колец для исполнений 01, 02, 03 - резина марок НО-68-1 или 7-В-14 или другие марки, аналогичные по химическому составу; для остальных исполнений - фторкаучук СКФ-26.

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 ГОСТ19807 - 91; алюминиевые сплавы - по ГОСТ 4784-97; сталь углеродистая – по ГОСТ 1050-2013; медь – по ГОСТ 859-2001.

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

Таблица 2

Обозначение климатического исполнения преобразователя

Обозначение	Климатическое исполнение преобразователя
УХЛ3.1	Исполнение УХЛ* категория 3.1, но для работы при температуре от 5 до 50°C (основной вариант исполнения) или, по требованию потребителя, от 1 до 80°C.
У2	Исполнение У* категория 2, но для работы при температуре от минус 30 до плюс 50°C (основной вариант исполнения) или, по требованию потребителя, от минус 50 до плюс 80°C, от минус 50 до плюс 50°C.
Т3	Исполнение Т категория 3, но для работы при температуре от минус 10 до плюс 55°C или от минус 25 до плюс 55°C, или от минус 25 до плюс 80°C в соответствии с заказом-нарядом внешнеторговой организации.

Таблица 3

Код выходного сигнала

Код	Выходной сигнал, mA
42	4-20
24	20-4

Примечание – С убывающей характеристикой может выпускаться только преобразователь разности давлений.

Таблица 4

Код монтажных частей

Код	Монтажные части
К 1/2	Монтажный фланец с резьбовым отверстием К 1/2"
К 1/4	Монтажный фланец с резьбовым отверстием К 1/4"
СК	Скоба и кронштейн

Примечания

1 Код монтажных частей не указывается в условном обозначении преобразователей моделей 2050, 2051, 2060, 2061, 2150, 2151, 2160, 2161, 2170, 2171, 2350, 2351.

2 Код СК (скоба и кронштейн) не указывается в условном обозначении преобразователя, если заказывается комплект монтажных частей без скобы и кронштейна для преобразователей моделей 2030, 2040, 2110, 2120, 2130, 2140, 2210, 2220, 2230, 2240, 2310, 2320, 2330, 2340 и разности давлений.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Зависимость между выходным сигналом и измеряемым параметром

Для преобразователя давления-разрежения при измерении избыточного давления:

$$I_p = \frac{P_{\text{раз.мах}} + P}{P_{\text{раз.мах}} + P_{\text{изб.мах}}} (I_{\text{мах}} - I_o), \quad (8)$$

при измерении разрежения

$$I_p = \frac{P_{\text{раз.мах}} - P}{P_{\text{раз.мах}} + P_{\text{изб.мах}}} (I_{\text{мах}} - I_o), \quad (9)$$

для остальных преобразователей с возрастающей характеристикой выходного сигнала

$$I_p = \frac{P}{P_{\text{мах}}} (I_{\text{мах}} - I_o) + I_o, \quad (10)$$

для преобразователя разности давлений с убывающей характеристикой выходного сигнала

$$I_p = I_o + \left(1 - \frac{P}{P_{\text{мах}}}\right) (I_{\text{мах}} - I_o), \quad (11)$$

где: I_p – расчетное значение выходного сигнала, соответствующее измеряемому давлению или перепаду давлений P ;

$I_{\text{мах}}$ – наибольшее значение выходного сигнала, мА;

I_o – наименьшее значение выходного сигнала, мА;

P – значение измеряемого давления или перепада давления в тех же единицах, что и $P_{\text{изб. мах}}$, $P_{\text{раз. мах}}$, $P_{\text{мах}}$;

$P_{\text{мах}}$ – верхний предел измерений измеряемого давления: абсолютного или избыточного, разрежения, перепада давления, кПа, МПа;

$P_{\text{раз.мах}}$ – верхний предел измерений разрежения, кПа, МПа;

$P_{\text{изб.мах}}$ – верхний предел измерений избыточного давления, кПа, МПа.

ПРИЛОЖЕНИЕ В

(обязательное)

Значение выходного сигнала, соответствующее нижнему предельному значению
измеряемого параметра

Наименование преобразователя		Выходной сигнал, соответствующий нижнему предельному значению измеряемого параметра, mA
Преобразователи абсолютного давления, избыточного давления и разрежения		4
Преобразователь давления разрежения с равными по абсолютному значению верхними пределами измерений избыточного давления и разрежения		12
Преобразователь давления разрежения с верхними пределами измерений избыточного давления		14,00 10,40 8,00 6,66 5,60 5,00 4,64
кPa	MPa	
60		
150		
	0,3	
	0,5	
	0,9	
	1,5	
	2,4	
Преобразователь разности давлений с возрастающей характеристикой выходного сигнала		4
Преобразователь разности давлений с убывающей характеристикой выходного сигнала		20

Примечания

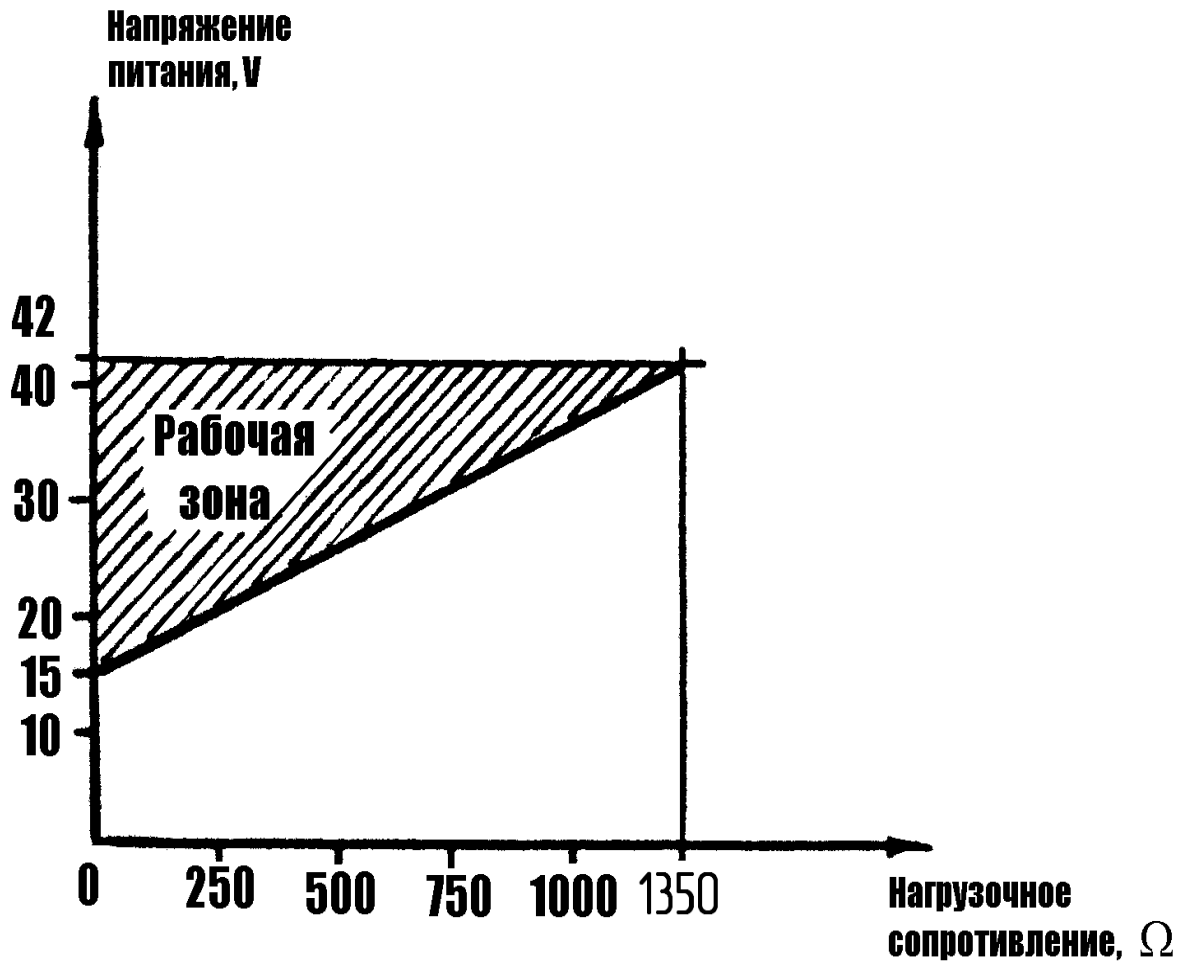
1 У преобразователя давления - разрежения значение выходного сигнала, соответствующее верхнему пределу измерений разрежения, равно 4 mA.

2 При работе преобразователя в комплекте с БПС-90 предельные значения выходного сигнала от БПС-90 могут быть равными 0-5 или 0-20 или 4-20 mA в зависимости от исполнения БПС-90.

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(обязательное)

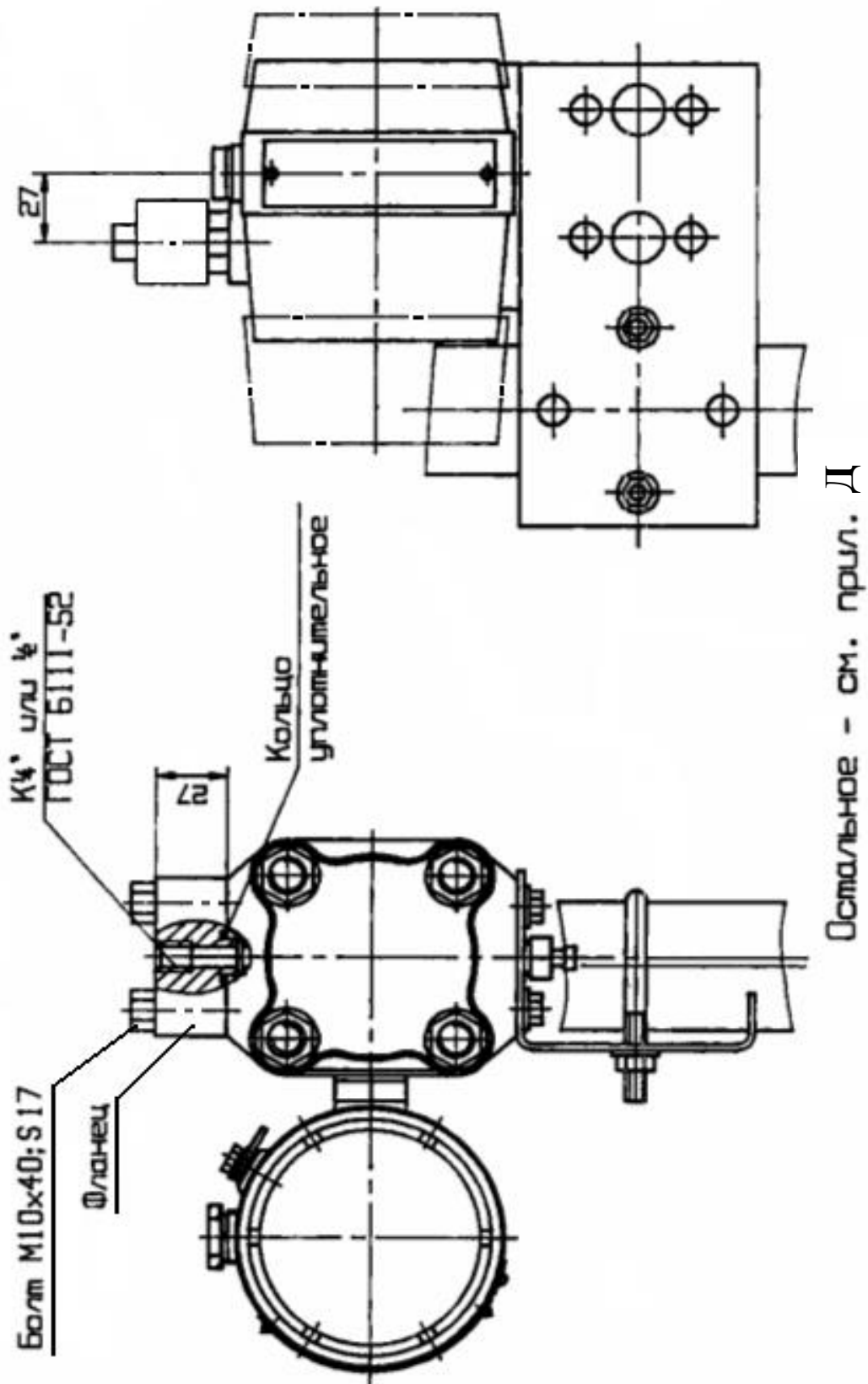
Границы рабочей зоны допустимого напряжения питания



ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

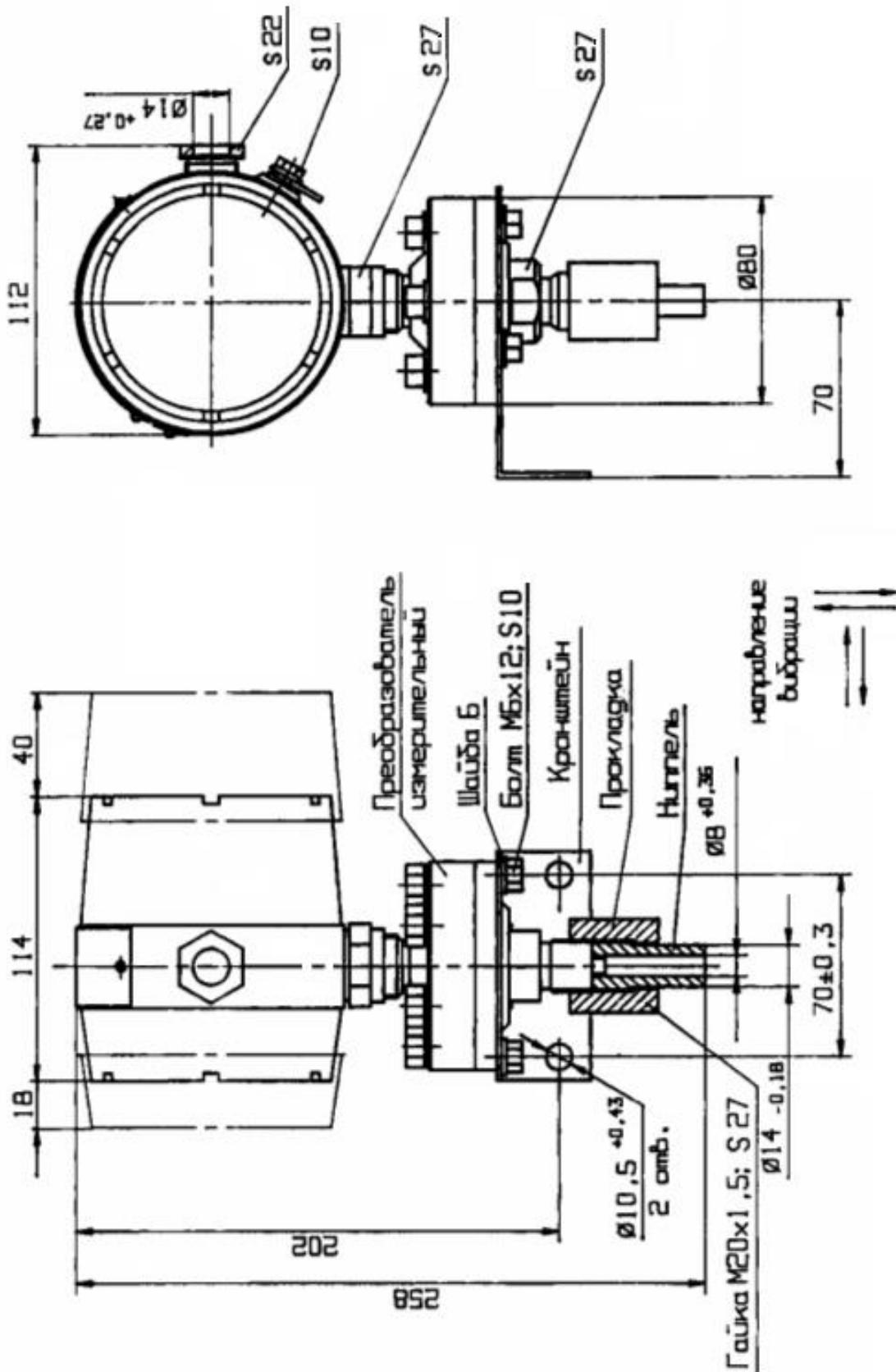
Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2030, 2040, 2110, 2120, 2130, 2140, 2210, 2220, 2230, 2240, 2310, 2320, 2330, 2340 с установленным фланцем



ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(обязательное)

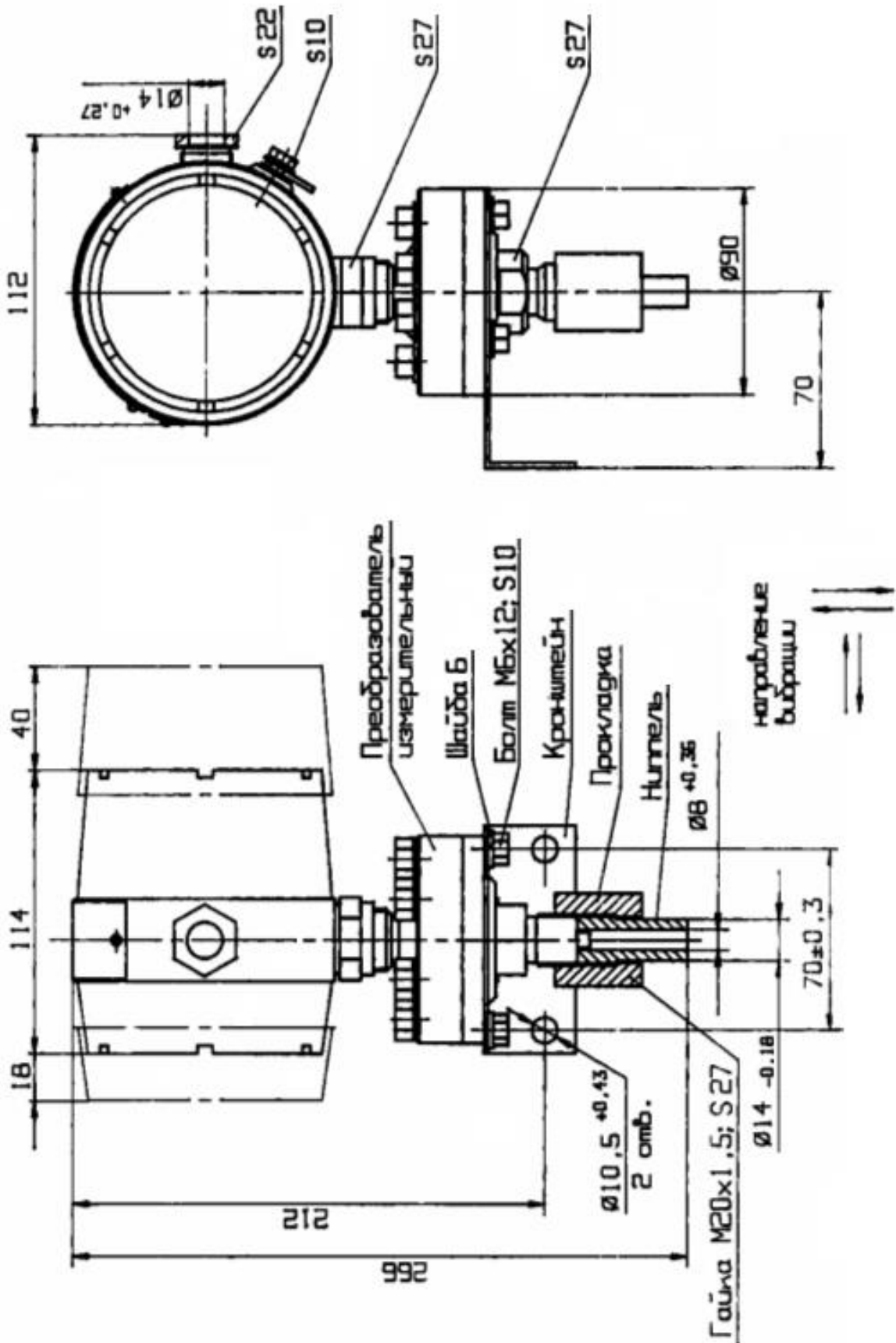
Установочные и присоединительные размеры преобразователей
моделей 2050, 2060, 2150, 2160, 2350



ПРИЛОЖЕНИЕ И

(обязательное)

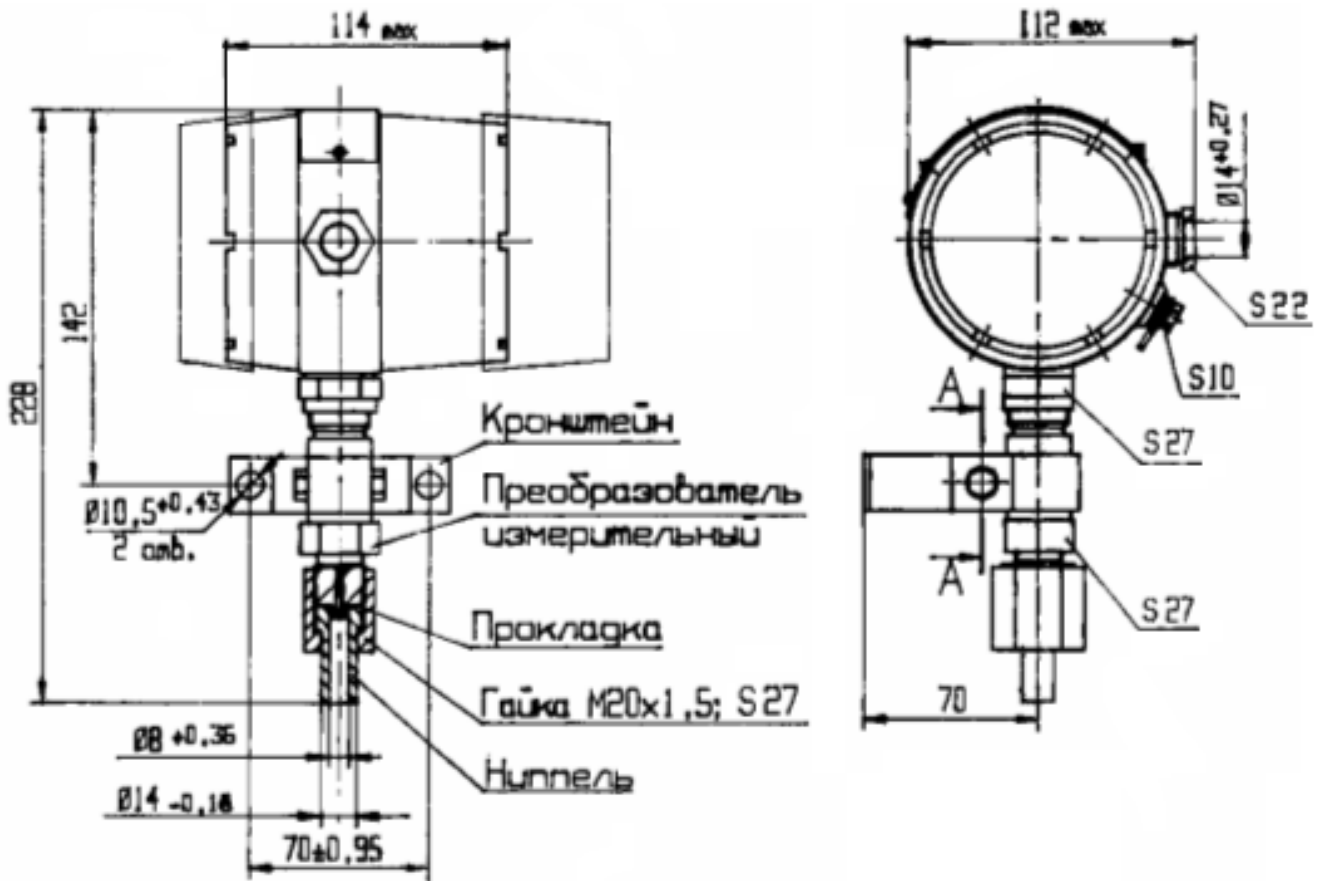
Установочные и присоединительные размеры преобразователей модели 2170



ПРИЛОЖЕНИЕ К

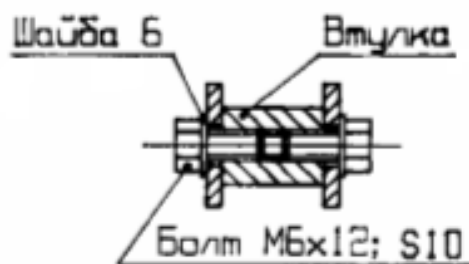
(обязательное)

Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей
2051, 2061, 2151, 2161, 2171, 2351



⇒ ⇄ направление
↑ ↓ вибрации

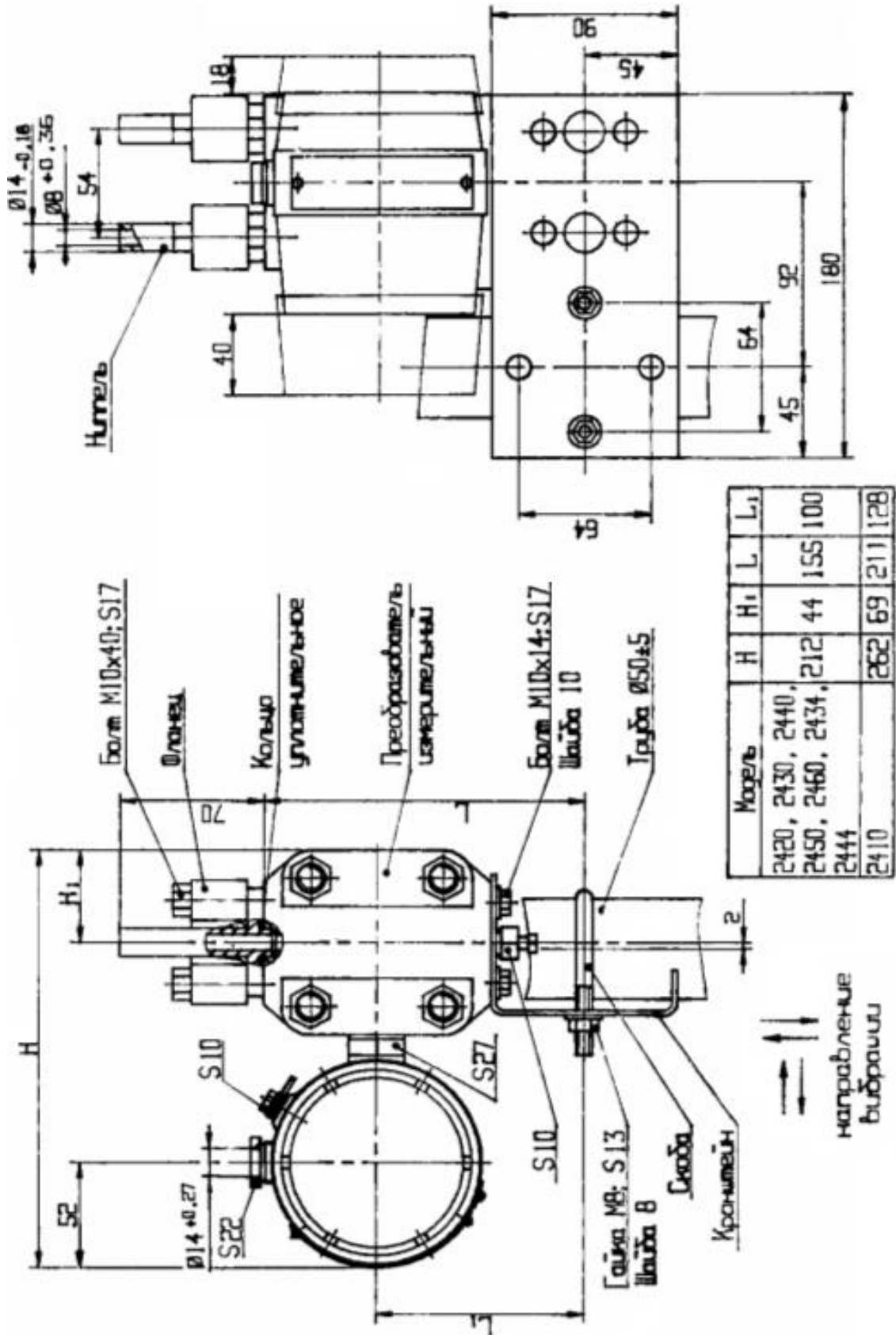
A-A (1:1)



ПРИЛОЖЕНИЕ Л

(обязательное)

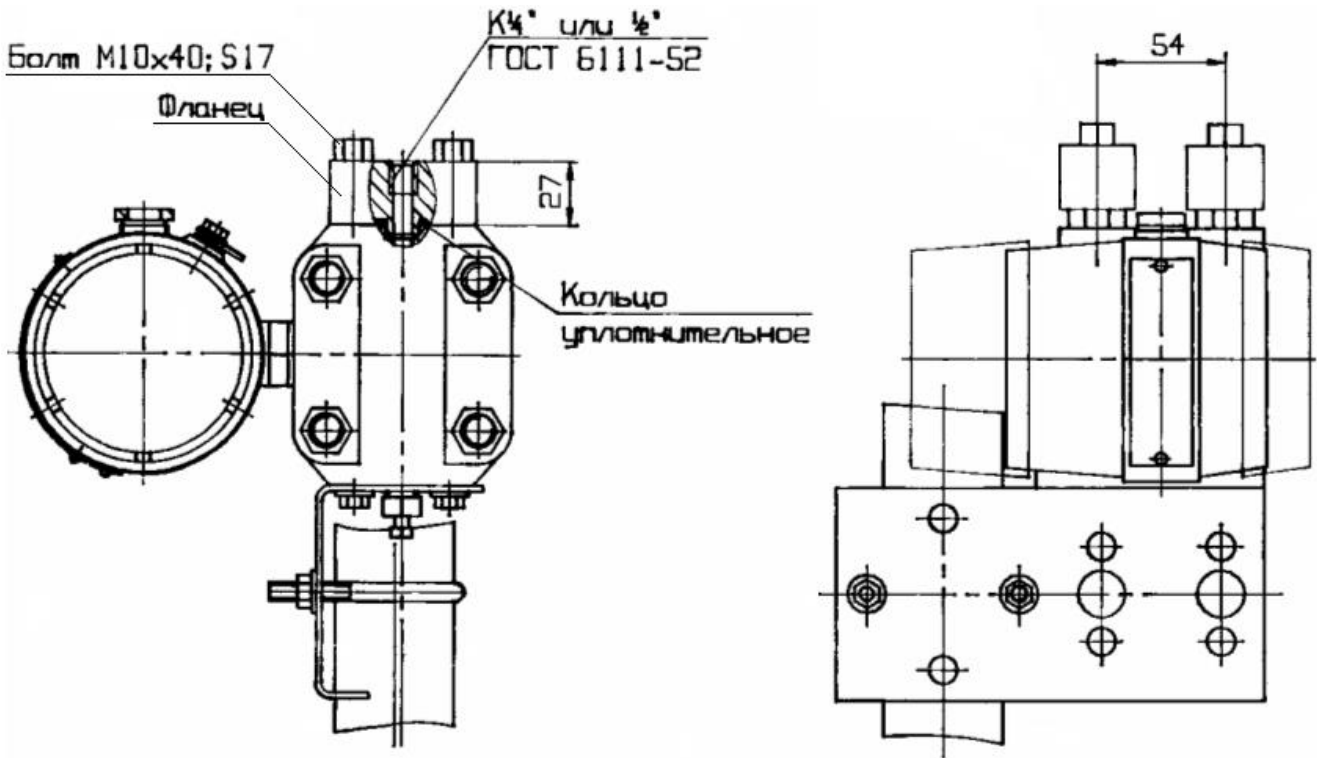
Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 с установленными ниппелями



ПРИЛОЖЕНИЕ М

(обязательное)

Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 с установленными фланцами

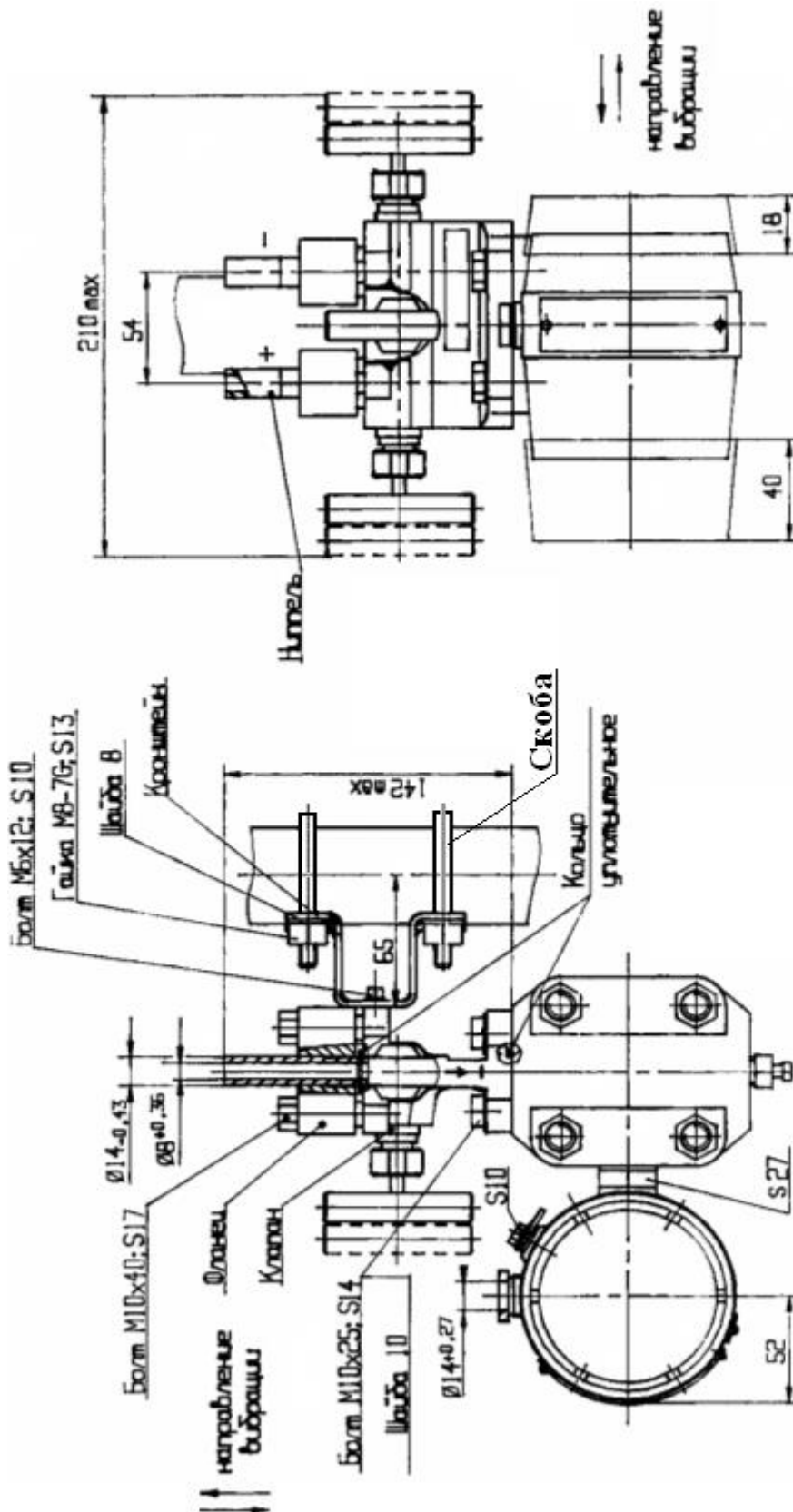


Остальное смотри приложение Л

ПРИЛОЖЕНИЕ Н

(обязательное)

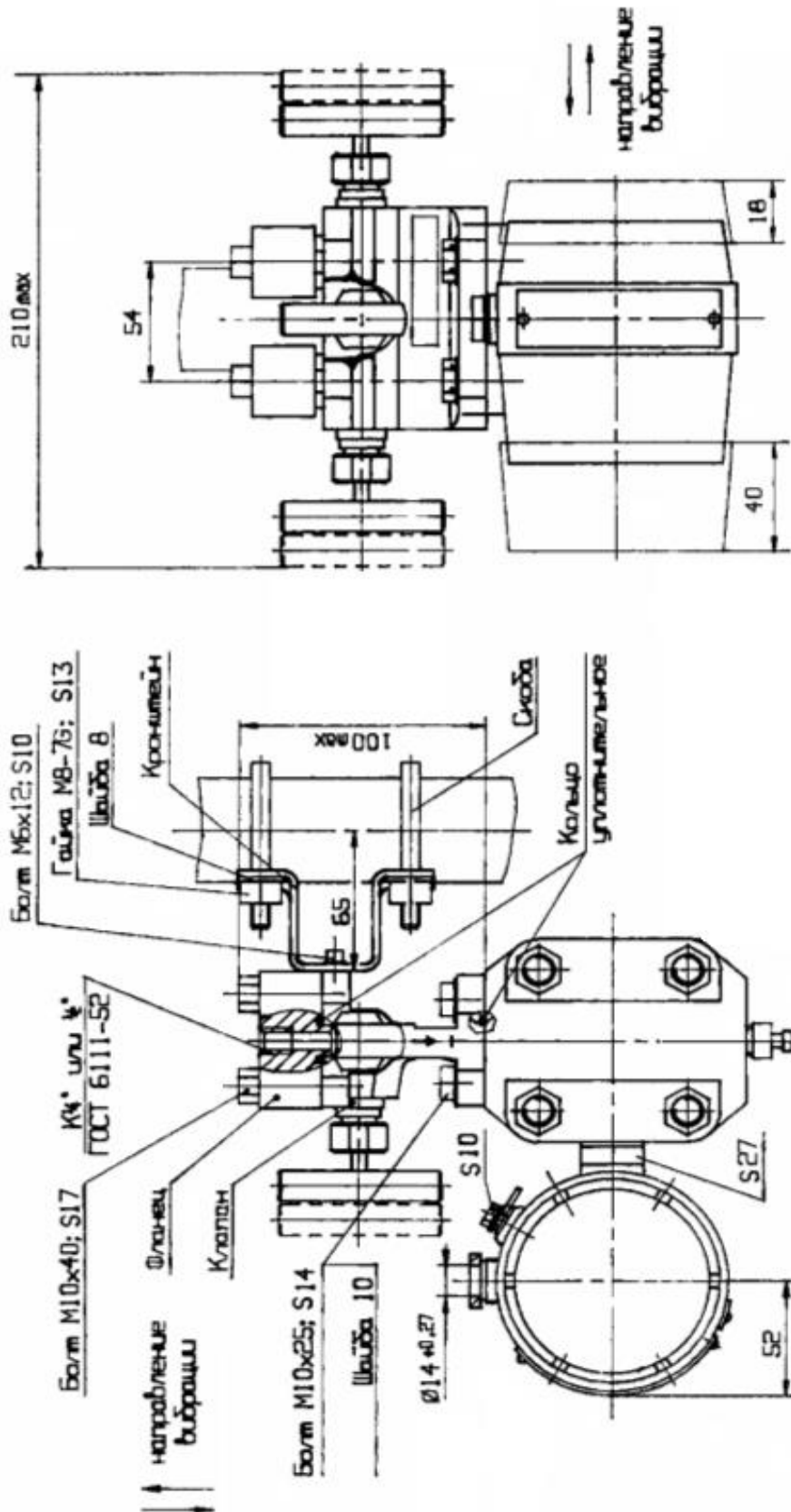
Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 с установленными клапанным блоком и ниппелями



ПРИЛОЖЕНИЕ П

(обязательное)

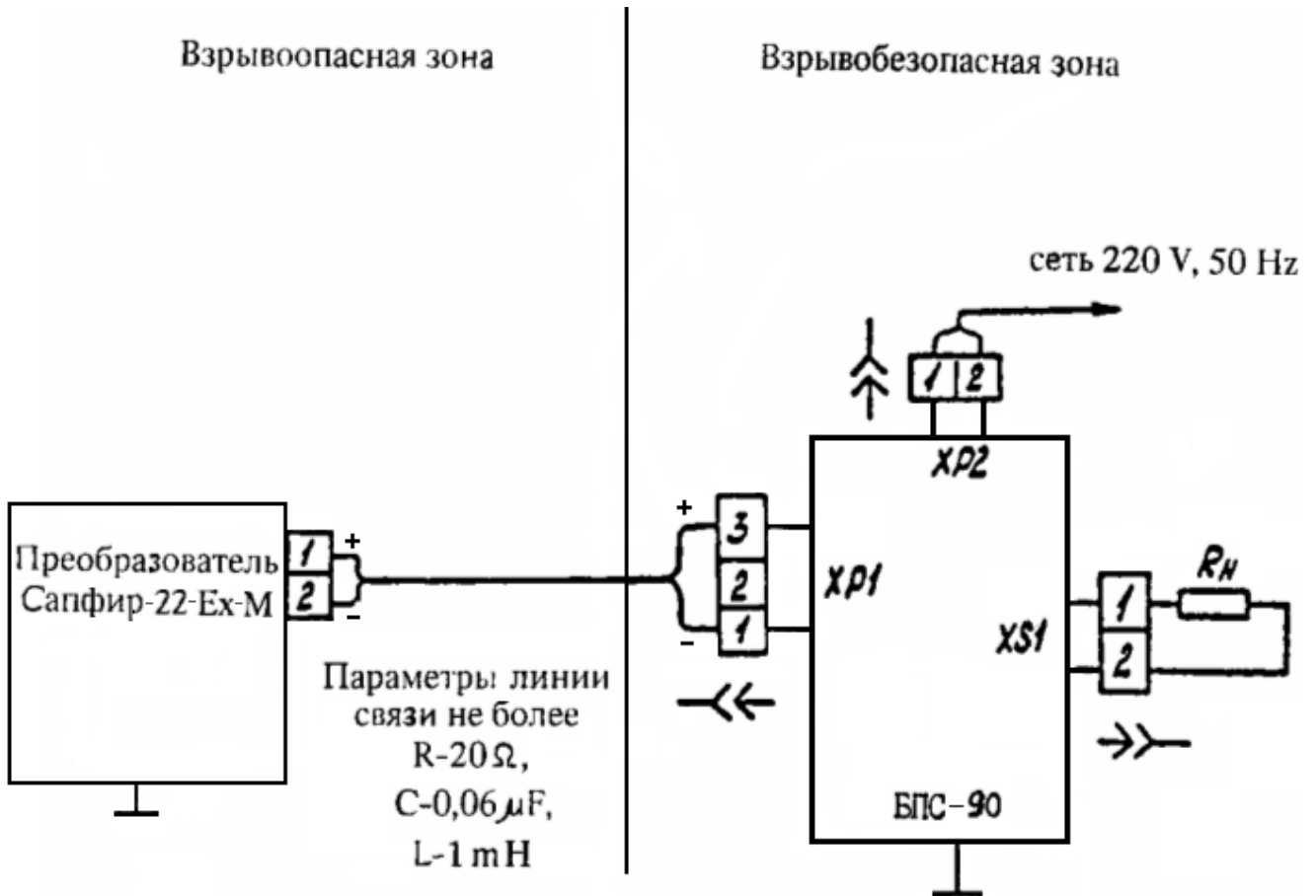
Установочные и присоединительные размеры преобразователей моделей 2410, 2420, 2430, 2434, 2440, 2444, 2450, 2460 с установленными клапанным блоком и фланцами



ПРИЛОЖЕНИЕ Р

(обязательное)

Схема внешних электрических соединений преобразователя Сапфир-22-Ех-М с блоком БПС-90



ПРИЛОЖЕНИЕ С

(обязательное)

Исполнение преобразователя в зависимости от материалов, контактирующих с
измеряемой средой

Таблица 1

Наименование преобразователя	Модель	Обозначение исполнения по материалам (смотри табл.1 приложения А)	Масса*, kg, не более
Преобразователь абсолютного давления	2030 2040	01; 02; 03; 05 – 09	4***; 4,3****; 5; 5,2**
	2050 2060	01; 02; 05–09	2,5***; 3,0
	2051 2061	11; 12	1,6
Преобразователь избыточного давления	2110	01; 02; 03; 05–09	8***; 9,9; 8,1****; 10,4**
	2120 2130 2140	01; 02; 03; 05–09	4***; 4,3****; 5; 5,2**
	2150 2160	01; 02; 05–09	2,5***; 3
	2170		2,7***; 4,0
	2151 2161 2171	11; 12	1,6
Преобразователь разрежения	2210	01; 02; 03; 05–09	8***; 9,9; 10,4**; 8,1****
	2220 2230 2240	01; 02; 03; 05–09	4***; 5; 5,2**; 4,3****

Продолжение таблицы 1

Наименование преобразователя	Модель	Обозначение исполнения по материалам (смотри табл.1 приложения А)	Масса*, kg, не более
Преобразователь давления-разрежения	2310	01; 02; 03; 05–09	8***; 9,9; 10,4**; 8,1****
	2320		4***;
	2330		5; 5,2**;
	2340		4,3****
	2350	01; 02; 05–09	2,5***; 3
	2351	11; 12	1,6

Примечание – * - без учета монтажных частей;

** - для исполнений 06; 07; 08;

*** - для исполнения 09;

**** - для исполнения 03.

Таблица 2

Наименование преобразователя	Модель	Предельно допустимое рабочее избыточное давление, МПа	Обозначение исполнения по материалам (смотри табл.1 приложения А)	Масса*, kg, не более
Преобразователь разности давлений	2410	0,1	01; 02; 03; 05–09	10***;
		4,0		11,9;
	2420	4,0	01; 02; 03; 05–09	10,1****;
				12,9**
	2430	16,0	01; 02; 03; 05–09	4,2***;
				4,4****;
	2440	25,0	01; 02; 03	5,8;
				6,3**
	2434 2444	40,0	01; 02; 05–09	4,4****;
				5,8;
	2450	16,0	01; 02; 03; 05–09	6,3**
				4,2***;
	2460	25,0	01; 02; 05–09	4,4****;
				5,8;
			6,3**	

Примечание – * - без учета монтажных частей;

** - для исполнений 06; 07; 08;

*** - для исполнения 09;

**** - для исполнения 03.

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)26-53-07
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