



3 Измерение расхода

Одним из основных направлений деятельности нашего предприятия является разработка и серийный выпуск пьезоэлектрических датчиков для вихревых и ультразвуковых расходомеров.

В настоящее время серийно выпускаются пьезоэлектрические датчики 014MT, 108M, 018M, 019M, 021 с использованием которых разработаны 11 типов вихревых расходомеров воды, газа и пара, включенных в государственный реестр средств измерения РФ и серийно выпускаемых на 7 предприятиях страны, в том числе СВГ.М, СВГ.З и СВП.М (ОАО «Сибнефтеавтоматика» г. Тюмень), «Dymetic 9412», «Dymetic 9421», «Dymetic 9431» (ЗАО «Даймет» и «Опытный завод Электрон» г. Тюмень), «Ирга - РВ» (ООО «Глобус», г. Белгород), «Взлет ВРС» (ЗАО «Взлет» г. Санкт-Петербург), «Ирвис РС4» (ООО «Ирвис» г. Казань), «Метран 331» и «Метран 332» (ЗАО «Метран», г. Челябинск) (см. рис.)

Эти приборы по техническому уровню не уступают аналогам ведущих зарубежных фирм, а по некоторым характеристикам и превосходят их; обеспечивают около 90% российского рынка вихревых средств учета газа и пара среди отечественных производителей, успешно конкурируют с традиционными приборами, основанными на измерении перепада давления на сужающем устройстве, а также турбинного и ротационного типа, занимая на российском рынке более 23% среди промышленных приборов учета газа и 60% среди приборов учета пара.

Преимущественной областью применения вихревых расходомеров с пьезоэлектрическими датчиками генераторного типа в настоящее время является коммерческий и технологический учет расхода газа и пара.

Пьезоэлектрические датчики и вихревые расходомеры на их основе



Рисунок 3.1 Пьезоэлектрические датчики и вихревые расходомеры на их основе.

На основе датчиков 014MT и 108M выпускаются базовые исполнения приборов, обеспечивающих потребности наиболее массового круга потребителей по диапазонам расхода и условиям эксплуатации

Выбор того или иного датчика при проектировании расходомера во многом зависит от предпочтений разработчика и приемственности схмотехнических решений. Датчики давления 014MT имеют меньшие габариты, дешевле, позволяют унифицировать элементную базу, однако они не эффективны для измерений в трубах с условным проходом более 300 мм, а также для контроля насыщенного пара, когда в трубопроводе одновременно существует и газообразная и жидкая фаза. Этих недостатков лишены датчики



108М, т.к. крыло датчика выступает внутрь трубы. С другой стороны датчики 108М имеют большие габариты и более восприимчивы к вибрации.

Вихревые расходомеры, разработанные на основе датчиков 014МТ в базовом исполнении обеспечивают контроль энергоносителей в трубах с диаметром от 25 до 200 мм с расходом: от 0,25 до 700 м³/ч по воде, от 4 до 10000 м³/ч по газу, от 0,012 до 60 т/ч по пару. Относительная погрешность измерений в диапазоне расходов от 1:20 до 1:45 по воде не превышает ±1,5%, по газу с учетом приведения к нормальным условиям ±2,5%, по пару не более ±3,0% и теплу ±4,0%. Диапазон рабочих температур энергоносителей от минус 50 до 250°С, давления до 2,5 МПа. Эти параметры обеспечивают решение задач наиболее массового круга потребителей в энергетике, жилищно-коммунальном комплексе и других отраслях промышленности. На основе датчиков 108М созданы приборы с диаметром условного прохода до 500 мм, не имеющие аналогов в мировой практике.

Датчики давления 014МТ, 018М, 019М, 020 обладают также достаточно высокими метрологическими характеристиками. Например, для датчиков 014МТ при градуировке их высокоточным статическим методом нелинейность функции преобразования в диапазоне от 0 до 10 МПа не превышает ±2,0%, (при селекции ±1,0%) виброэквивалент в пределах 7 Па/м/с², уходы чувствительности от температуры не более 0,0005°С⁻¹. Поэтому датчики 014МТ могут использоваться непосредственно для измерения быстропеременных и импульсных давлений при решении различных инженерных задач.

Пьезоэлектрические преобразователи ПП-200, являющиеся обратимыми излучателями-приемниками, используются в ультразвуковых расходомерах жидкости типа UFM, US-800, СТ-1, обеспечивающие измерение жидкости в трубах диаметром от 25 до 1800 мм с расходом от 0,03 м³/ч до 10⁵ м³/ч и погрешностью в пределах +1-2%. Приборы этого типа выпускают ОАО «Завод электроники и механики», ТЦ «Редикон» г.Чебоксары, ЗАО «Тахион», г.Харьков и др.

Пьезоэлектрические преобразователи 223М, 224М применяются в ультразвуковых расходомерах газа «Dymetic 1223» в трубах диаметром от 25 до 1200 мм, в том числе для учета попутного газа на нефтепромыслах (ЗАО «Даймет», г. Тюмень), а также СПГ-1 (МУП «Белгазтехника», г.Минск, и Ирвис –РС4-Ультра, ООО «Ирвис», г.Казань и другие.

Пьезоэлектрические преобразователи и ультразвуковые расходомеры на их основе

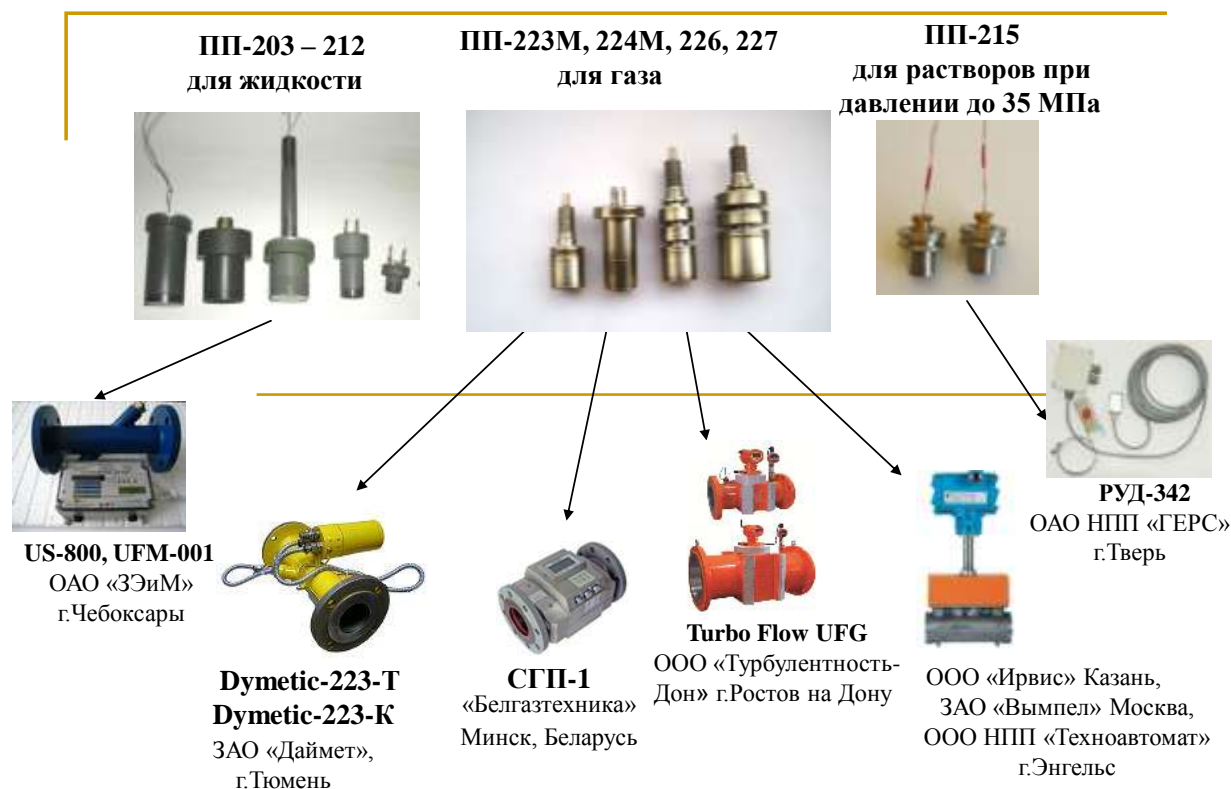


Рисунок 3.2 Пьезоэлектрические преобразователи и ультразвуковые расходомеры на их основе



3.1 Пьезоэлектрические датчики для вихревых расходомеров

3.1.1 Пьезоэлектрические датчики давления



- Герметичный корпус из коррозионностойкого материала
- Малые габариты
- Высокая чувствительность и надёжность
- Широкий диапазон рабочих температур и давлений

Назначение

Датчики давления пьезоэлектрические типа 014MT, 018M, 019M и 020 предназначены для преобразования быстропеременного и импульсного давления в электрический сигнал и используются в первичных преобразователях скорости потока вихревых расходомеров воды, тепла, газа, пара и других однородных сред.

Принцип действия

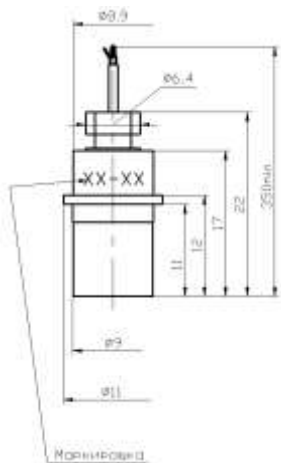
Датчики попарно монтируются в элементы трубопровода с условным проходом от 25 до 200 мм за телом обтекания и регистрируют вихри, частота и количество которых пропорционально скорости потока и объемному расходу.

Габаритные и присоединительные размеры

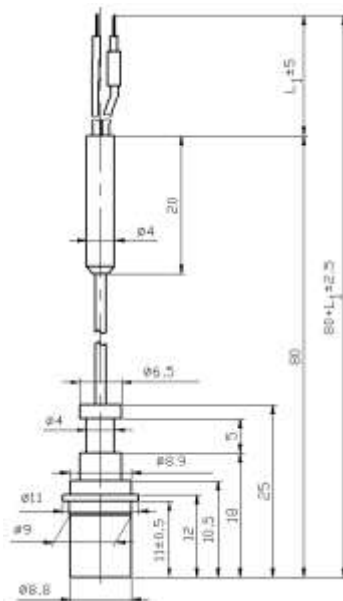
Тип 014MT



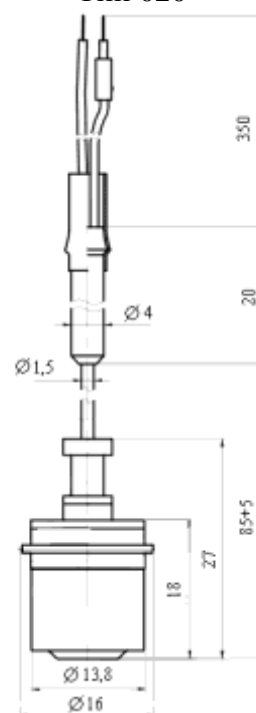
Тип 018M



Тип 019M



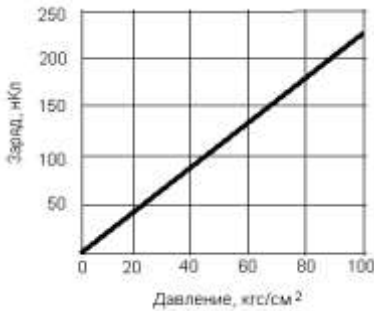
Тип 020





Основные технические характеристики					
№		Тип 014MT	Тип 018M	Тип 019M	Тип 020
1	Коэффициент преобразования, пКл/кПа, не менее	20	30	2	2
2	Диапазон измерений, МПа	от 1 до 10			
3	Электрическая емкость, пФ, не менее	1500	4000	200	300
4	Сопротивление изоляции, Ом, не менее	10^{10}			
5	Собственная частота, кГц, не менее	80	50	35	
6	Нелинейность, (СКО), %	±2			
7	Диапазон рабочих температур, °С	-60 ... +250	-50 ... 300	-50...500	-50...500
8	Изменение коэффициента преобразования от температуры, °С ⁻¹ не более	0,0015			
9	Максимальное рабочее давление, МПа	30	20	12	
10	Виброэквивалент, Па/м/с ²	10	30	30	
11	Степень защиты от воды и пыли	IP 68	IP 65		
12	Габариты (без кабеля), мм, не более	∅8,9x20	∅11x29	∅16x26	
13	Масса (с кабелем), г, не более	5,0	20,0	19,0	

Зависимость выходного сигнала от давления

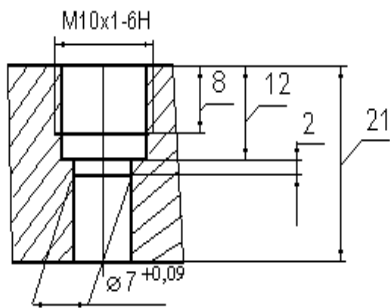


Градуировка датчиков осуществляется высокоточным статическим методом. В качестве согласующего может быть использован любой усилитель заряда.

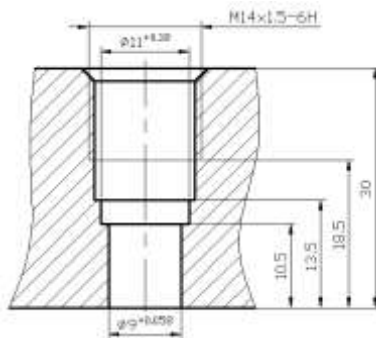
Датчики 014MT монтируются с применением шайбы медной и втулки с резьбой М10х1, датчики 018M и 019M – с применением втулки М14х1,5.

Посадочные места датчиков

типа 014MT



типа 018M и 019M



типа 020

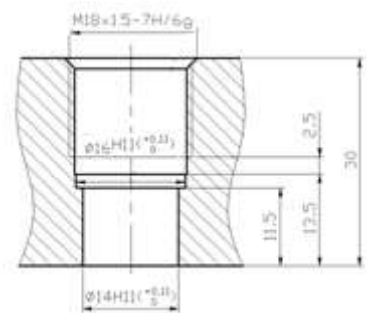
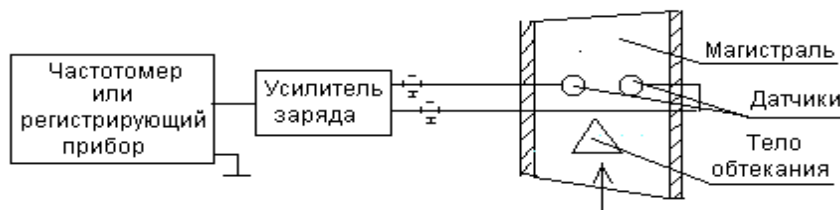


Схема подключения



Примеры обозначения датчиков при заказе

- Датчик давления пьезоэлектрический, тип 014MT 24.07.00.000 ТУ
- Датчик давления пьезоэлектрический 019M – 400(500) – Ш14*1,5 - ТУ 4212-018-24172160-2012
- Датчик давления пьезоэлектрический 020 – 400(500) – Ш18*1,5 - ТУ 4212-020-24172160-2015



3.1.2 Пьезоэлектрические датчики изгибающего момента 108М



- Герметичный корпус из коррозионностойкого материала
- малые габариты
- высокая чувствительность и надёжность
- широкий диапазон рабочих температур и давлений

Назначение

Датчики предназначены для преобразования изгибающего момента в электрический сигнал и используются в первичных преобразователях скорости потока вихревых счетчиков воды, тепла, газа, пара и других однородных сред.

Принцип действия

Датчики монтируются в элементы трубопровода с условным проходом от 25 до 200 мм непосредственно в тело обтекания, либо за ним и регистрируют вихри, частота и количество которых пропорционально скорости потока и объемному расходу.

Основные технические характеристики

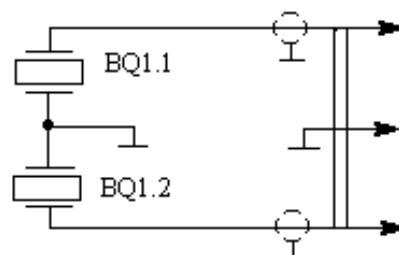
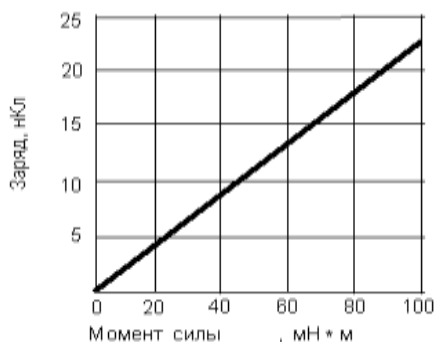
№	Характеристика	тип 108М
1	Коэффициент преобразования, пКл / Н*м, не менее	75
2	Диапазон измерений, мН * м	От 0 до 100
3	Электрическая емкость, пФ, не менее	900
4	Сопротивление изоляции, Ом, не менее	10 ⁸
5	Собственная частота, кГц, не менее для L=10; 16; 25 L=32; 40; 64	3,0 1,0
6	Диапазон рабочих температур, Т, °С	от -60 до 280
7	Изменение коэффициента преобразования от температуры, %, не более в диапазоне температур от 25 до 280°С от 25 до минус 60°С	от минус 5 до 40 от 5 до минус 20
8	Максимальное рабочее давление, МПа	30
9	Степень защиты от воды и пыли по ГОСТ 14254-80	IP 68
10	Габариты (без кабеля), мм, не более	□ 11x(33+L)*
11	Масса, г, не более	20

*Габаритные размеры датчиков 108М зависят от длины рабочей лопатки. Длина лопатки выбирается из ряда 10, 16, 25, 32, 40, 64, 80, 120 мм.



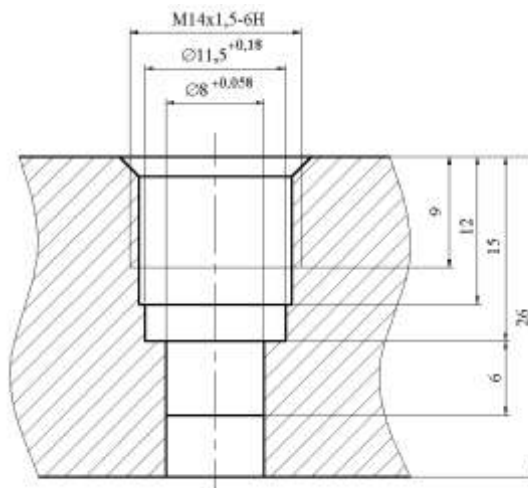
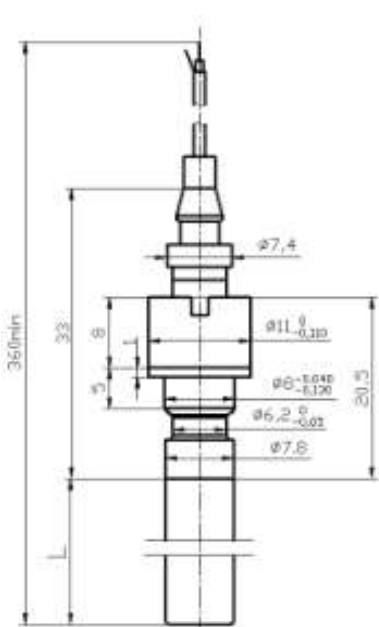
Зависимость выходного сигнала от изгибающего момента

Электрическая схема датчика



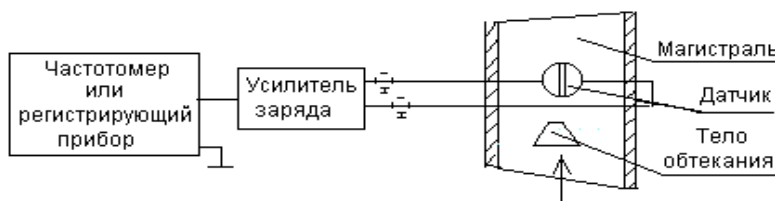
Градуировка датчиков осуществляется статическим методом. В качестве согласующего используется двухканальный усилитель заряда.

Габаритные размеры и посадочное место датчиков



Датчики монтируются с применением шайбы медной и втулки с резьбой М14 х 1,25

Схема подключения



Примеры обозначения датчиков при заказе

Датчик изгибающего момента пьезоэлектрический 108М – XX - ТУ 4213-108-24172160-08 где XX – длина крыла датчика L в мм.



3.2 Пьезоэлектрические преобразователи для ультразвуковых расходомеров

3.2.1 Пьезоэлектрические преобразователи для ультразвуковых расходомеров жидкости



- Диапазон рабочих температур, от 1 до 150 °С
- Идеальное согласование с водой
- Высокая чувствительность
- Широкий выбор рабочих частот и габаритных размеров

Назначение

Пьезоэлектрические преобразователи предназначены для преобразования электрического импульса в акустический сигнал и наоборот в составе ультразвуковых счетчиков воды и других жидких сред в диапазоне температур от 1 до 150 °С.

Преобразователи используются для комплектации счетчиков воды и тепла, таких как US-800 «ЗЭИМ» г.Чебоксары, УВР-011 ЗАО «Энергоучет» г.Харьков и др.

Преобразователи могут использоваться для ремонта узлов учета энергоносителей на базе расходомеров, UFM-001, UFM-005, US-800, а также в новых разработках ультразвуковых расходомеров воды, тепла, нефтепродуктов и др.

Принцип действия

Преобразователи с помощью специальной арматуры монтируются в трубопровод с условным проходом от 25 до 1800 мм и подключаются с помощью кабеля длиной до 75 м к вычислителю. Скорость потока определяется по изменению времени прохождения или фазы бегущей акустической волны при поочередной локации вдоль и против потока. Преобразователи являются обратимыми.

Основные технические характеристики

Тип	203		204		205		206	209	210	212	215
Рабочая частота, МГц	1,5	0,5	2,0	4,0	2,0	0,5	1,0	1,5	1,0	1,5	1,0
Удельная чувствительность, мВ/В, не менее	20	20	15	15	20	15	20	20	6	5	4
Электрическая емкость, нФ, не менее	1,8	0,7	0,9	1,8	2,0	0,7	1,0	1,8	0,25	0,15	0,3
Рисунок	1		2		3		4	5	6	7	5
Основные исполнения (по рисункам 1÷13)	1		2, 4		2, 3		2, 3, 4	2	1	3, 5	2
Максимальное рабочее давление, МПа	2,5										35

Сопротивление изоляции, не менее 10^8 Ом. Диапазон рабочих температур, от 1 до 150 °С

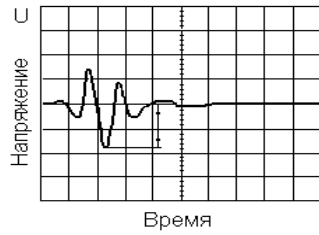
Литая конструкция из специальной термостойкой пластмассы, с заданным изменением плотности по длине излучателя, обеспечивает идеальное согласование пьезокерамики с водой и оптимальное сочетание характеристик изделия по чувствительности, диапазону рабочих температур и надежности.

Для измерения расхода жидкости в нефтяных скважинах специально разработаны преобразователи типа 215 в металлическом корпусе с максимальным рабочим давлением 35 МПа.

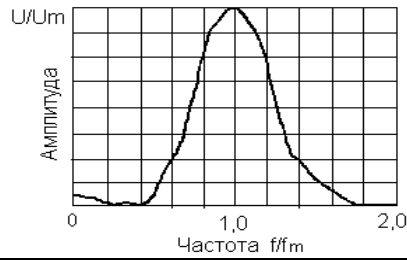


По обоснованному требованию Заказчика преобразователи могут поставляться с другими рабочими частотами и типоразмерами.

Типичная форма приемного сигнала



Амплитудно-частотная характеристика преобразователей



Габаритные и присоединительные размеры

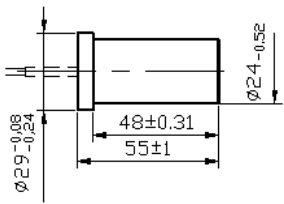


Рисунок 1 –тип 203

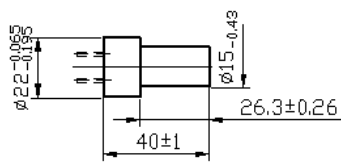


Рисунок 2 - Тип 204

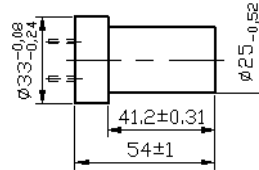


Рисунок 3 - Тип 205

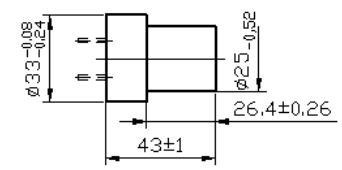


Рисунок 4 - Тип 206

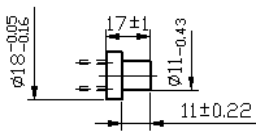


Рисунок 5 - Типы 209 и 215

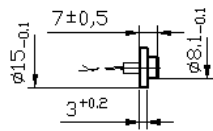


Рисунок 6 - Тип 210

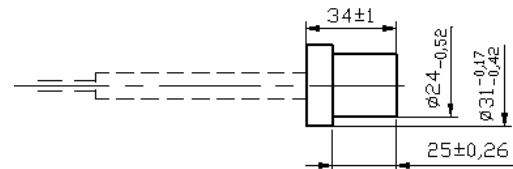


Рисунок 7 - Тип 212



Рисунок 8



Рисунок 9



Рисунок 10



Рисунок 11

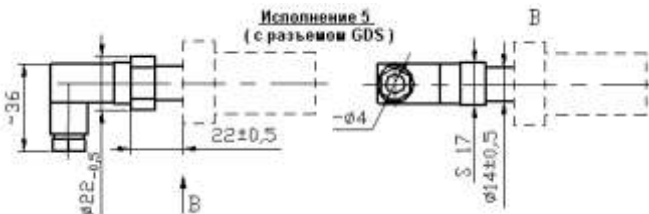


Рисунок 12

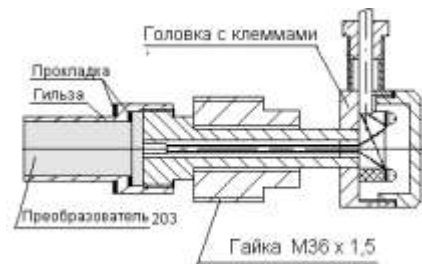


Рисунок 13 – комплект монтажных частей для ПП-200-203

Примеры обозначения датчиков при заказе

Преобразователь пьезоэлектрический ПП-200 - 205 – 0,5МГц – 1 - МЧ

1 2 3 4 5

где: 1 – наименование преобразователя; 2 – тип (рисунки А.1 ÷ А.7); 3 – рабочая частота; 4 – исполнение электрического соединителя (рисунки А.8 ÷ А.12); 5 – комплект монтажных частей.3



3.2.2. Пьезоэлектрические преобразователи для ультразвуковых расходомеров газа



- Высокая чувствительность в режиме излучение-прием
- развязка акустического сигнала от корпуса
- работоспособность при высоких давлениях
- герметичность

Назначение

Преобразователи 223М, 224М разработаны ООО «Пьезоэлектрик» на основе конечно-элементного математического моделирования, используются в ультразвуковых времяимпульсных и корреляционных расходомерах газа с условным проходом от 25 до 1200 мм. для магистральных трубопроводов, дымовых труб, факелов, в том числе для измерения попутного нефтяного газа. Могут работать в гармоническом и импульсном режиме. Применяются в счетчиках расхода газа «Dymetic-1223-К», «Dymetic-1223-Т», СГП-1 и других.

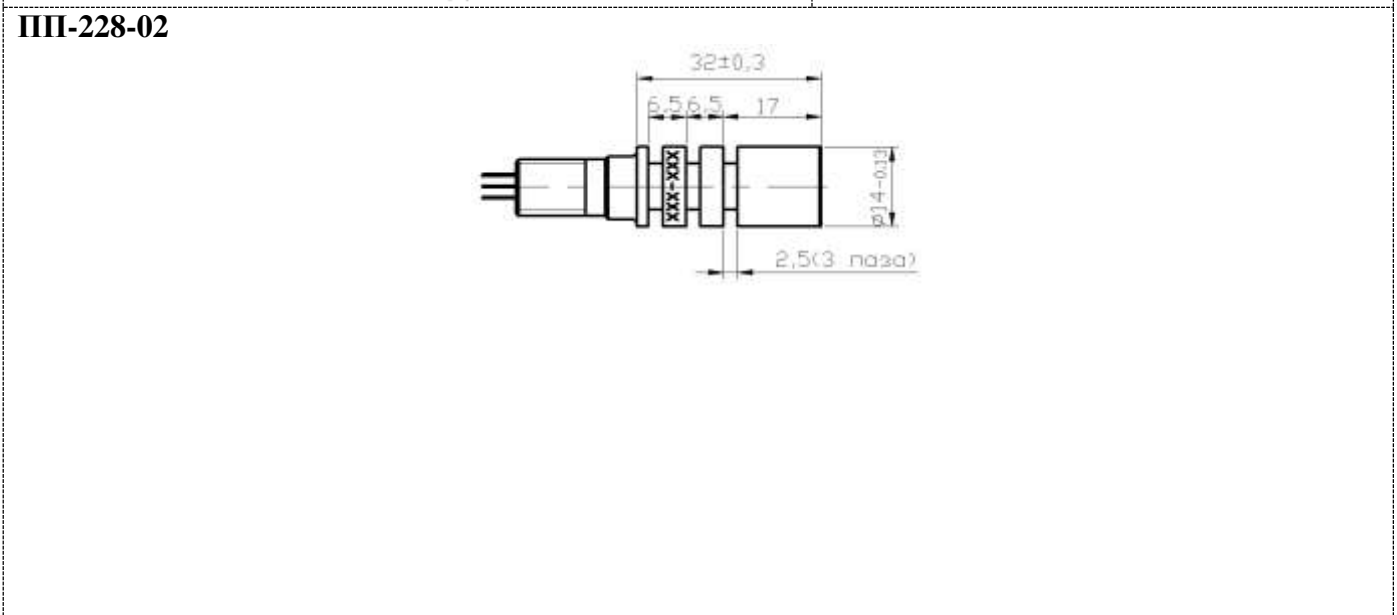
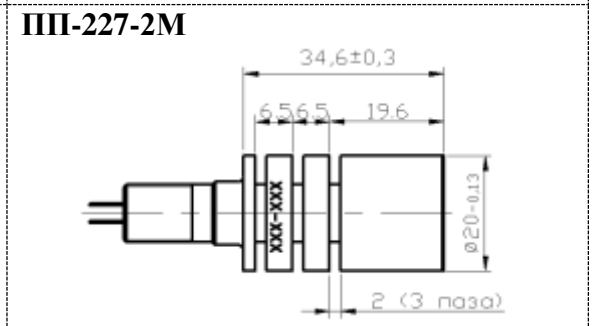
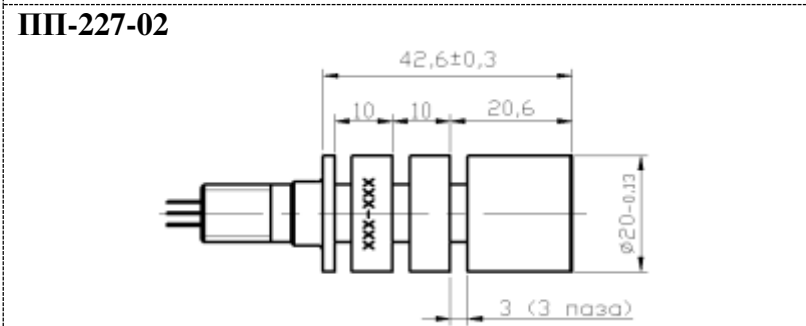
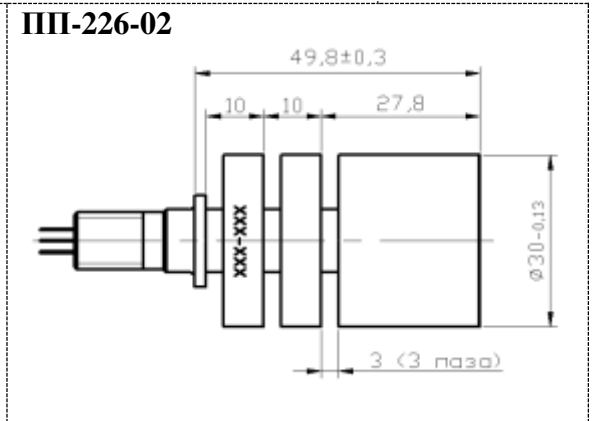
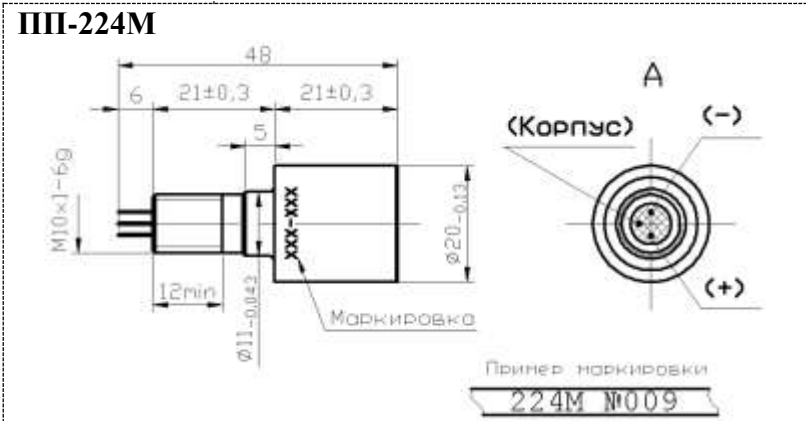
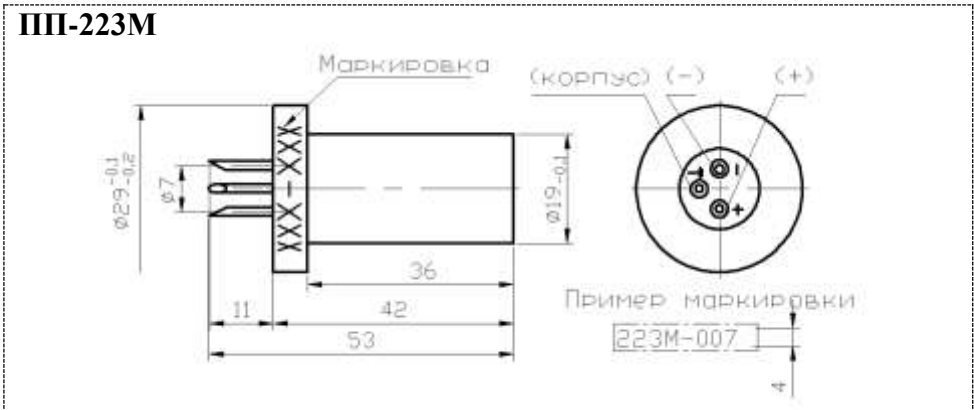
Основные технические характеристики

Тип ПП	Удельная чувствительность не менее, мВ/В	Избыточное давление, МПа	Диапазон рабочих температур, °С	Электрическая емкость не менее, пФ	Рабочая частота, кГц	Габариты, мм	Масса не более, г	Примечания
ПП 228-02	0,3	0-6,3	±50	800	260±5	Ø14xØ11x62	26	Ø 14 мм, хвостовик с 2 глушителями
ПП 227-02	0,6	0-16	-70...120	800	122±5	Ø20xØ11x72	56	Ø 20 мм, хвостовик с 2 глушителями.
ПП 227-02М	0,6	0 -16	-70...120	800	122±5	Ø20xØ11x62	56	Ø 20 мм, хвостовик с 2 глушителями,
ПП 226-02	0,6	0-6,3	±50	1200	70±5	Ø30xØ11x81	128	Ø 30 мм, хвостовик с 2 глушителями.
ПП 224М	0,6	0-16	-70...50	800	122±5	Ø20xØ11x48	40	
ПП 223М	0,5	0-6,3	±50	700	144±5	Ø19xØ29x53	55	

Удельная чувствительность преобразователей измеряется при гармоническом возбуждении на расстоянии между излучателем и приемником для линейки ПП 227, 226, 224: 300±10мм; для линейки ПП 228 и 223: 200±10мм.



Габаритные и присоединительные размеры





3.3 Расходомеры и счетчики газа, тепла и пара

3.3.2 Счетчик газа и пара вихревой «Ирга-2.3С»

Назначение

Счетчик газа, пара (теплосчетчик) «Ирга-2.3С» предназначен для автоматизированного измерения, вычисления и регистрации количества пара и конденсата, температуры и давления пара, количества тепловой энергии (в джоулях или гигакалориях), отпущенной (полученной) в паровых системах теплоснабжения. «Ирга-2.3С» соответствует требованиям правил учета тепловой энергии и теплоносителя. Счетчик пара может использоваться в коммерческом и технологическом учете пара и тепловой энергии с теплоносителем пар.

Счетчик пара обеспечивает вывод настройки, архивных и мгновенных значений параметров на принтер и удаленный терминал. Счетчик имеет встроенный в вычислитель блок питания для первичных преобразователей. Счетчик пара в зависимости от комплектации может обеспечивать измерения по 1 - 3 независимым каналам.

Комплект поставки

- вычислитель «Ирга-2» - 1 шт.;
- вихревой расходомер «Ирга-РВ» – 1 шт.;
- датчик избыточного или абсолютного давления 415 - 1 шт.;
- термопреобразователь – 2 шт.;
- датчик расхода конденсата – 1 шт.;
- блок питания расходомера – 1 шт.

Технические характеристики

1	Диаметры трубопроводов, мм	25-700
2	Диапазон измерения расхода пара (Q_{\min} : Q_{\max})	не менее 1:40
3	Температура, °С:	
	• пара	от +100 до +575
	• окружающего воздуха для первичных преобразователей	от минус 30 до +60
	• окружающего воздуха для вычислителя	от +5 до +50
4	Рабочее давление измеряемого пара, МПа	до 30
5	Основная относительная погрешность измерения массы пара, %, не более:	
	• при расходе пара от $0,05Q_{\max}$ до Q_{\max}	±1,5
	• при расходе пара от Q_{\min} до $0,05Q_{\max}$	±2,0
6	Архивируемые параметры часовые, суточные, месячные:	
	• средние давление и температура пара, температура конденсата	
	• количество пара, конденсата и тепловой энергии	
	• нештатные ситуации	



7 Глубина архива:

- часового до 62 суток (текущий и предыдущий месяц)
- суточного до 62 суток (текущий и предыдущий месяц)
- месячного до 2 лет (текущий и предыдущий год)
- архив вмешательств до 6000 записей

8 Межповерочный интервал, лет:

- вихревого расходомера 4
- вычислителя 3
- датчиков давления и температуры 3-5

Диапазоны расходов насыщенного пара для счетчиков «Ирга-2.3С»					
Тип комплекта счетчика пара с расходомером «Ирга-РВ»	Ду, мм	Диапазоны расходов насыщенного пара			
		м ³ /час	т/час, при температуре пара		
			+120°С	+180°С	+250°С
«Ирга-2.3С-РВ-25-100»	25	2,5 – 100	0,006 – 0,11	0,01 – 0,51	0,06 – 2,0
«Ирга-2.3С-РВ-32-160»	32	4 – 160	0,01 – 0,18	0,02 – 0,82	0,1 – 3,2
«Ирга-2.3С-РВ-40-200»	40	5 – 200	0,01 – 0,22	0,03 – 1,03	0,1 – 4,4
«Ирга-2.3С-РВ-50-400»	50	10 – 400	0,01 – 0,45	0,05 – 2,06	0,2 – 8,0
«Ирга-2.3С-РВ-80-1000»	80	20 – 1000	0,02 – 1,12	0,10 – 5,16	0,4 – 20,1
«Ирга-2.3С-РВ-100-1500»	100	30 – 1500	0,03 – 1,67	0,16 – 7,72	0,6 – 29,9
«Ирга-2.3С-РВ-150-4000»	150	100 – 4000	0,11 – 4,49	0,52 – 20,63	2,0 – 79,9
«Ирга-2.3С-РВ-200-9000»	200	200 – 9000	0,22 – 10,10	1,03 – 46,35	4,0 – 180,3
«Ирга-2.3С-РВ-250-12000»	250	250 – 12000	0,28 – 13,47	1,29 – 61,95	5,1 – 240,0
«Ирга-2.3С-РВ-300-16000»	300	350 – 16000	0,39 – 17,96	1,80 – 82,33	7,0 – 319,2
«Ирга-2.3С-РВ-400-30000»	400	750 – 30000	0,84 – 33,68	3,87 – 154,88	15,0 – 600,1
«Ирга-2.3С-РВ-500-80000»	500	2000 – 80000	2,24 – 89,80	10,32 – 413,02	40,2 – 1600,4
«Ирга-2.3С-РВ-700-120000»	700	3000 – 120000	3,36 – 134,70	15,48 – 619,51	60,0 – 2400,5



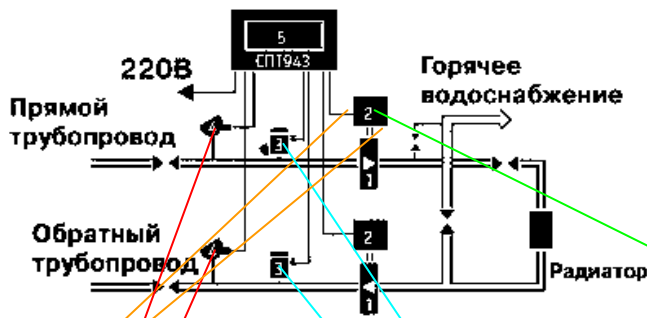
3.4 Измерение расхода энергоносителей методом перепада давления на сужающем устройстве

Несмотря на десятки известных методов измерения расхода энергоносителей до сих пор наиболее универсальным и востребованным в промышленности является метод перепада давления на сужающем устройстве

Ниже приведены схемы измерения расхода методом перепада давления, на основе выпускаемых нами приборов, а также номенклатура применяемых диафрагм.

На основании опросных листов потребителя мы готовы провести расчеты, изготовление диафрагм, комплектацию приборами, монтаж и сдачу под ключ узла учета любых энергоносителей на сужающем устройстве

Измерение расхода тепла в открытой системе водяного отопления

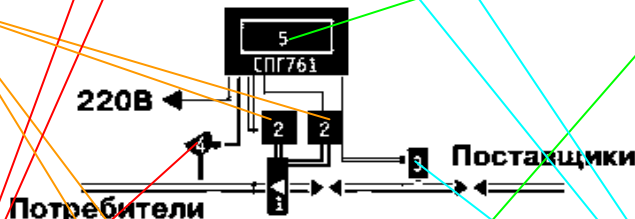


1. Диафрагма камерная ДКС
2. Датчик разности давлений 415М-ДД
3. Датчик избыточного давления 415М-ДИ
4. Термометр ТСМ, ТСП
5. Вычислитель СПТ-943, СПГ-761 или СПТ-961



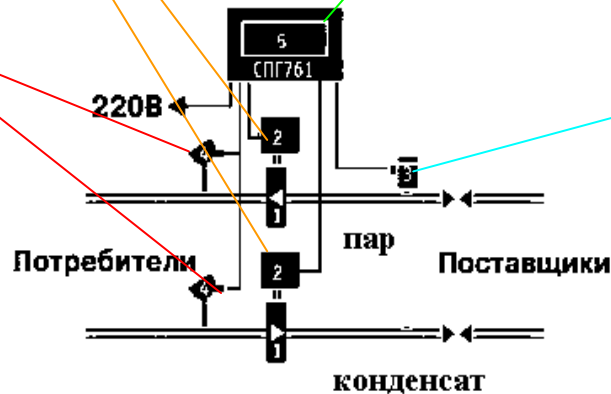
2. Датчик разности давлений 415М-ДД

Измерение расхода природного газа



5. Вычислитель СПТ943, СПГ761 или СПТ961

Измерение расхода пара



4. Термометр сопротивления ТСМ, ТСП



3. Датчик избыточного давления 415М-ДИ



3.4.1 Диафрагмы стандартные для расходомеров

Назначение

Диафрагмы стандартные для расходомеров с давлением до 32 МПа (320 кгс/см²) и условным проходом 50 ... 700 мм предназначены для измерения расхода жидкостей и газов или пара методом переменного перепада давления.

В зависимости от конструкции, способа установки, давления и условного прохода диафрагмы изготавливаются следующих видов:

ДКС - для установки на фланцах с применением промежуточных корпусов - кольцевых камер на давление до 10 МПа (100 кгс/см²) с условным проходом 50 ... 500 мм;

ДВС - для установки непосредственно во фланцах, снабжённых кольцевыми камерами на условное давление свыше 10 до 32 МПа (свыше 100 до 320 кгс/см²) с условным проходом 50 ... 200 мм;

ДБС - для установки во фланцах без кольцевых камер или с кольцевыми камерами на условное давление до 4 МПа (40 кгс/см²) с условным проходом от 300 до 700 мм.

Диафрагмы изготавливаются по ГОСТ 26969-86.

Основные технические характеристики

Наименование	Условное давление Ру, МПа	Условные проходы трубопроводов Ду, МПа	Материал		
			корпуса кольцевых камер	диска диафрагмы по ГОСТ 5632-72	Условное обозначение
Диафрагма камерная ДКС	0,6	50, 65, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500	Сталь 20 ГОСТ 1050-88	Ст. 12X17 при t до 400 °С	А/Г
	10,0	50, 65, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300		Ст.12X18Н10Т при t св.400 °С	А/Б
			Ст.12X18Н10Т ГОСТ 5632-72 при t св.400 °С	Ст.12X18Н10Т при t св.400 °С	Б/Б
Диафрагма бескамерная ДВС	0,6	50, 65, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500	—	Ст. 12X17 при t до 400 °С	Г
	10,0	50, 65, 80, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500		Ст.12X18Н10Т при t св.400 °С	Б
Диафрагма бескамерная	0,6	300, 350, 400, 450, 500, 600	—	Ст. 12X17 при t до 400 °С	Г
	1,6 4,0	300, 350, 400, 450, 500, 600		Ст.12X18Н10Т при t св.400 °С	Б
ДБС	0,6	700	—	Ст. 12X17 при t до 400 °С	Г
	1,6			Ст.12X18Н10Т при t св.400 °С	Б

Корпуса из стали 20 имеют защитное цинковое покрытие.
Материал прокладок - паронит ПМВ по ГОСТ 481-80.