ПРОГРЕССИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

tbn.pro-solution.ru | tn@pro-solution.ru

Единый номер: 8 800 511 88 70

Контакты для подбора оборудования и коммерческого предложения

Астрахань
+7 (851) 299-46-80

Барнаул
+7 (385) 237-96-76

Белгород
+7 (472) 220-58-80

Владимир
+7 (492) 249-51-33

Волгоград
+7 (844) 245-94-42

Екатеринбург
+7 (343) 302-14-75

Ижевск
+7 (341) 220-90-75

Казань
+7 (843) 207-19-05

Калининград
+7 (401) 272-21-36

Кемерово
+7 (384) 221-56-70

Киров
+7 (833) 220-58-70

Краснодар
+7 (861) 238-86-59

Красноярск
+7 (391) 989-82-67

Курск
+7 (471) 223-80-45

Липецк
+7 (474) 220-01-75

Москва
+7 (499) 404-24-72

Набережные Челны
+7 (855) 291-01-32

Нижний Новгород
+7 (831) 200-34-65

Новосибирск
+7 (383) 235-95-48

Омск
+7 (381) 299-16-70

Оренбург
+7 (353) 248-64-35

Пермь
+7 (342) 233-81-65

Ростов-на-Дону
+7 (863) 309-14-65

Рязань
+7 (491) 277-61-95

Самара
+7 (846) 219-28-25

Санкт-Петербург
+7 (812) 660-57-09

Саратов
+7 (845) 239-86-35

Смоленск
+7 (481) 251-55-32

Ставрополь
+7 (865) 257-76-63

Сургут
+7 (346) 277-96-35

Тверь
+7 (482) 239-50-56

Тула
+7 (487) 244-05-30

Тюмень
+7 (345) 256-94-75

Ульяновск
+7 (842) 242-51-95

Уфа
+7 (347) 258-82-65

Хабаровск
+7 (421) 292-95-69

Чебоксары
+7 (835) 228-50-89

Челябинск
+7 (351) 277-89-65

Ярославль
+7 (485) 267-02-35

ОКП 42 1350

ТБН
ЭНЕРГОСЕРВИС

Расходомер с сужающим устройством струйный РМ-5-ПГ

Руководство по эксплуатации

РЭ 421333-020-42968951-2007

Москва

Содержание

1. Описание и работа 3

1.1 Назначение 3

1.2 Технические характеристики 3

1.3 Состав изделия 7

1.4 Устройство и работа 8

1.5 Маркировка и пломбирование 8

1.6 Комплектность 9

1.7 Тара и упаковка 9

1.8 Обеспечение взрывозащищённости 9

2. Использование по назначению 10

2.1 Общие указания 10

2.2 Указания мер безопасности. 10

2.3 Обеспечение взрывозащищённости при монтаже 10

2.4 Порядок установки 11

2.5 Подготовка к работе 13

2.6 Порядок работы 13

2.7 Проверка технического состояния 14

3. Техническое обслуживание и ремонт 14

3.1 Порядок технического обслуживания 14

3.2 Ремонт взрывозащищенного электрооборудования 15

4. Правила хранения и транспортирования 15

Приложение 1 Схема условного обозначения 16

Приложение 2 Опросный лист заказа расходомера 17

Приложение 3 Габаритные и присоединительные размеры 18

Приложение 4 Электрическая схема подключения 19

Приложение 5 Структура меню 20

Приложение 6 Описание ошибок прибора и блинк-кодов 25

Приложение 7 Команды протокола КМ5 26

Приложение 8 Адресное пространство протокола MODBUS 28

Приложение 9 Классификация местных сопротивлений 33

Настоящий документ распространяется на расходомеры с сужающим устройством струйные РМ-5-ПГ (далее по тексту – расходомеры, приборы) и предназначен для ознакомления пользователя с их устройством, техническими характеристиками и порядком эксплуатации.

Перед установкой и пуском расходомеров внимательно изучите настоящее руководство.

Просим учесть, что постоянное техническое совершенствование расходомеров может привести к непринципиальным расхождениям между конструкцией прибора и текстом данного руководства.

Перечень принятых сокращений:

ИТ – измерительный трубопровод
СУ – сужающее устройство
САГ – струйный автогенератор
ИМ – измерительный модуль
ПТ – преобразователь температуры
ПД – преобразователь давления
БП – блок питания
ЭБ – электронный блок
КВД – камера высокого давления
КНД – камера низкого давления
МС – местное сопротивление

1. Описание и работа

1.1 Назначение

1.1.1 Расходомеры РМ-5-ПГ предназначены для измерения и непрерывного преобразования в цифровой сигнал на базе интерфейса RS-485 объёмного и массового расхода, температуры, давления и других параметров стационарных потоков газообразных сред, движущихся в трубопроводах круглого сечения.

1.1.2 Расходомеры предназначены для использования в составе автоматизированных систем, осуществляющих коммерческий учет расхода и количества газообразных сред на промышленных и коммунальных объектах, а также как самостоятельное средство измерения в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

1.1.3 Расходомеры предназначены для работы во взрывобезопасных и взрывоопасных условиях. Взрывозащищённые расходомеры выполняются с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» и имеют обозначение РМ-5-ПГ-Ех.

1.1.4 Расходомеры РМ-5-ПГ-Ех имеют маркировку взрывозащиты «0Exia[ia]IIAT6», соответствуют ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99), ГОСТ Р 51330.0-99 (МЭК 60079-0-98) и могут устанавливаться во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок согласно гл. 7.3 ПУЭ и другим нормативным документам, регламентирующим применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

1.1.5 При заказе расходомера должен быть заполнен опросный лист, приведённый в приложении 2.

1.2 Технические характеристики

1.2.1 Измеряемая среда: природный газ, водяной пар, сжатый воздух, а также другие газообразные среды, по отношению к которым материалы расходомера обладают коррозионной стойкостью, и имеются методики для расчёта термодинамических характеристик (плотности, динамической вязкости, показателя адиабаты).

1.2.2 Условный диаметр измерительного трубопровода $Д_у$, мм: 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 250, 300[1].

1.2.3 Максимальное избыточное давление измеряемой среды: 1,6 МПа[2].

1.2.4 Диапазон температур измеряемой среды определяется по таблице 1, в зависимости от типа среды.

[1] По специальному заказу – 400, 500, 600, 800, 1000 мм.
[2] По специальному заказу – 16 МПа

Таблица 1

Среда	**Диапазон температур (^oC)**
воздух	-50..+300
природный газ	-20..+50
пар	до +300

1.2.5 Значения максимального измеряемого объёмного расхода среды $G_{макс}$ могут быть определены по следующей формуле: $G_{макс} = G_{50} \cdot \left(Д_у / 50\right)^2 \left[м^3/ч\right]$, где $Д_у$ – условный диаметр ИТ [мм], G_{50} – максимальное значение расхода для $Д_у = 50$, значения которого, в зависимости от типа измеряемой среды, температуры и относительного диаметра β СУ, находятся из таблиц 2-5.

Таблица 2

β	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,75**
T(^{o}C)	**Максимальный расход воздуха (м^3/ч)**						
-50	26	59	105	167	248	352	417
-25	27	62	111	176	261	372	440
0	29	65	116	185	274	391	462
25	30	68	122	194	287	408	483
50	31	71	127	202	299	425	503
75	32	73	132	209	310	442	522
100	34	76	136	217	321	457	541
125	35	79	141	224	332	473	559
150	36	81	145	231	343	488	576
175	37	84	150	238	353	502	593
200	38	86	154	245	363	516	610
225	39	88	158	251	372	529	626
250	40	90	162	257	381	543	641
275	41	93	166	263	391	556	657
300	42	95	170	269	399	568	672

Таблица 3

β	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,75**
T(^{o}C)	**Максимальный расход природного газа (м^3/ч)**						
-20	36	82	147	233	346	492	581
-15	37	83	148	235	349	497	587
-10	37	83	150	238	352	501	592
-5	37	84	151	240	356	506	598
0	38	85	152	242	359	510	603
5	38	86	154	244	362	515	608
10	38	87	155	246	365	519	614
15	39	87	156	248	368	524	619
20	39	88	158	251	371	528	624
25	39	89	159	253	374	533	629
30	40	89	160	255	378	537	634
35	40	90	162	257	381	541	639
40	40	91	163	259	384	545	644
45	40	92	164	261	386	550	649
50	41	92	165	263	389	554	654

Таблица 4

β	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75
T(°C)	Максимальный расход насыщенного пара (м³/ч)						
100	42	94	169	269	398	566	669
125	43	97	174	276	409	581	687
150	44	99	177	282	418	594	702
175	44	101	180	286	424	604	713
200	45	102	182	289	429	610	720
225	45	102	183	290	430	612	723
250	45	102	182	289	429	610	720
275	44	100	180	286	424	602	711
300	43	98	176	279	413	588	694

Таблица 5

β	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75
T(°C)	Максимальный расход перегретого пара (м³/ч)						
100	42	94	169	269	398	566	669
125	43	98	175	278	412	587	693
150	45	101	181	287	426	606	716
175	46	104	186	296	439	624	738
200	47	107	192	305	451	642	758
225	49	110	197	313	464	659	779
250	50	113	202	321	475	676	799
275	51	115	207	328	487	692	818
300	52	118	212	336	498	708	836

1.2.6 Значения минимального измеряемого объёмного расхода среды $G_{мин}$ зависят от уровня вибраций, воздействующих на САГ, и лежат в диапазоне $0.05 \cdot G_{макс} \le G_{мин} \le 0.1 \cdot G_{макс}$.

1.2.7 Предел приведённой погрешности измерения абсолютного давления: $\pm\left(\delta_p + 0.05 + 100\frac{\Delta_a}{p_{\max}}\right)\%$, где $p_{\max}, \delta_p$ – верхний предел измерений (МПа) и основная приведённая погрешность датчика давления (%), Δ_a – основная абсолютная погрешность измерения атмосферного давления (МПа).

1.2.8 Предел абсолютной погрешности измерения температуры: $\pm\left(|\Delta_t| + 0.1 + 0.001 \cdot |t|\right)$ °C, где t – значение измеряемой температуры (°C), Δ_t – предел основной абсолютной погрешности термопреобразователя (°C).

1.2.9 Предел относительной погрешности измерения относительного перепада давления $\Delta p / p$ на СУ равен 1,2%.

1.2.10 При использовании преобразователя температуры класса А по ГОСТ 6651-94 относительная погрешность измерения объёмного расхода равна 1,5%.

1.2.11 При использовании преобразователя температуры класса А по ГОСТ 6651-94 и преобразователя давления с приведённой погрешностью 0.25% относительная погрешность измерения массового расхода в диапазоне давлений $0.05 p_{\max} \ldots p_{\max}$ равна 3%.

1.2.12 Потеря давления Δw на расходомере не превышает значений, вычисляемых по следующей формуле: $\Delta w \le 0.2\left(1 - \beta^{1.9}\right) p_0 \left(\frac{G}{G_{\max}}\right)^2$, где β – относительный диаметр СУ, p_0 – максимальное абсолютное давление измеряемой среды во входном трубопроводе, $G, G_{\max}$ – текущий и максимальный расходы среды.

1.2.13 Для дистанционного съёма результатов измерений расходомер снабжён интерфейсом RS-485 с протоколами MODBUS и КМ5. В приложении 7 приведены особенности реализации протокола КМ5, а в приложении 8 приведена карта регистров MODBUS. Порядок байт в данных соответствует порядку байт, принятом в IBM PC: первым идёт младший байт, а последним – старший.

1.2.14 Расходомер имеет алфавитно-цифровой индикатор и клавиатуру, обеспечивающие отображение измерительной информации и настроек прибора.

1.2.15 Электрическое питание расходомеров осуществляется от сети переменного тока напряжением от 187 до 242 В, частотой 50±1 Гц.

1.2.16 Электрическая изоляция цепей питания расходомера выдерживает в течении одной минуты при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности не более 80 % испытательное напряжение 1500 В практически синусоидального переменного тока частотой 50 Гц.

1.2.17 Электрическое сопротивление изоляции цепей питания расходомера относительно корпуса при температуре окружающего воздуха (20 ± 5) °С и относительной влажности не более 80 % составляет не менее 40 МОм.

1.2.18 Блок питания расходомера взрывозащищённого исполнения имеет встроенный барьер искрозащиты с видом взрывозащиты «искробезопасная электрическая цепь» с уровнем взрывозащиты «ia» для взрывоопасных смесей подгруппы IIA по ГОСТ Р 51330.0-99. Максимальное выходное напряжение и ток барьера составляет $U_0 = 7{,}9В$ и $I_0 = 140мА$. Электрическая ёмкость и индуктивность линии связи не должны превышать 100пФ и 100мкГн соответственно.

1.2.19 Электрическое питание электронного блока расходомера осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 6..16 В и током не менее 140 мА. Электронный блок расходомера имеет защиту от обратной полярности напряжения питания.

1.2.20 По способу защиты человека от поражения электрическим током расходомеры относятся к классу I по ГОСТ Р МЭК 60065-2002.

1.2.21 Мощность, потребляемая расходомером, не превышает 2,5Вт.

1.2.22 Уровень индустриальных помех в сети питания и радиопомех соответствует требованиям ГОСТ Р 51318.22-99.

1.2.23 Расходомеры устойчивы к воздействию атмосферного давления от 84,0 до 107,7 кПа (группа исполнения Р1 по ГОСТ 12997).

1.2.24 Расходомеры устойчивы к воздействию температуры в диапазоне от -30 до +50 °С (группа исполнения С4 по ГОСТ 12997).

1.2.25 Расходомеры устойчивы к воздействию влажности окружающего воздуха до 95% при температуре не более +35°С без конденсации влаги (группа исполнения С4 по ГОСТ 12997).

1.2.26 Степень защиты блока питания расходомера от воздействия пыли и воды соответствует группе IP20 по ГОСТ 14254. Степень защиты остальных частей расходомера соответствует группе IP65 по ГОСТ 14254.

1.2.27 По устойчивости к механическим воздействиям расходомеры соответствуют виброустойчивому исполнению N2 по ГОСТ12997.

1.2.28 Расходомеры устойчивы к электромагнитным помехам в соответствии ГОСТ Р 51317.4.2-99, ГОСТ Р 51317.4.3-99, ГОСТ Р 51317.4.4-99, ГОСТ Р51317.4.5-99, ГОСТ Р 51317.4.11-99.

1.2.29 Расходомеры устойчивы к воздействию внешних магнитных полей напряжённостью до 400 а/м.

1.2.30 Расходомер относится к восстанавливаемым, неремонтируемым в условиях эксплуатации изделиям.

1.2.31 Режим работы расходомера – 24 часа в сутки, непрерывный.

1.2.32 Среднее время наработки на отказ с учётом условий эксплуатации и технического обслуживания, регламентируемых настоящим руководством, составляет 100000ч.

1.2.33 Средний срок службы расходомеров – 15 лет.

1.2.34 Масса расходомеров, в зависимости от типоразмера, не превышает значений, указанных в таблице 6.

Таблица 6

Типоразмер	Масса (кг)	Типоразмер	Масса (кг)
Ду50	32	Ду150	122
Ду65	37	Ду200	148
Ду80	54	Ду250	183
Ду100	65	Ду300	225
Ду125	94		

1.2.35 Габаритные и присоединительные размеры расходомеров, в зависимости от типоразмера, приведены в приложении 3.

1.3 Состав изделия

Расходомеры РМ-5-ПГ состоят из измерительного модуля (ИМ), сужающего устройства (СУ), преобразователя давления (ПД), преобразователя температуры (ПТ) и блока питания (БП) (см. Рисунок 1). ИМ состоит из электронного блока (ЭБ) и струйного автогенератора (САГ). СУ состоит из камер высокого и низкого давления (КВД, КНД) с прямыми участками измерительного трубопровода (ИТ) и диафрагмы. СУ изготавливается в соответствии с ГОСТ 8.586.2-2005.

БП, ПТ и ПД соединены с ЭБ линиями связи. ЭБ может иметь алфавитно-цифровой индикатор и клавиатуру, обеспечивающие отображение измерительной информации и настройку прибора.

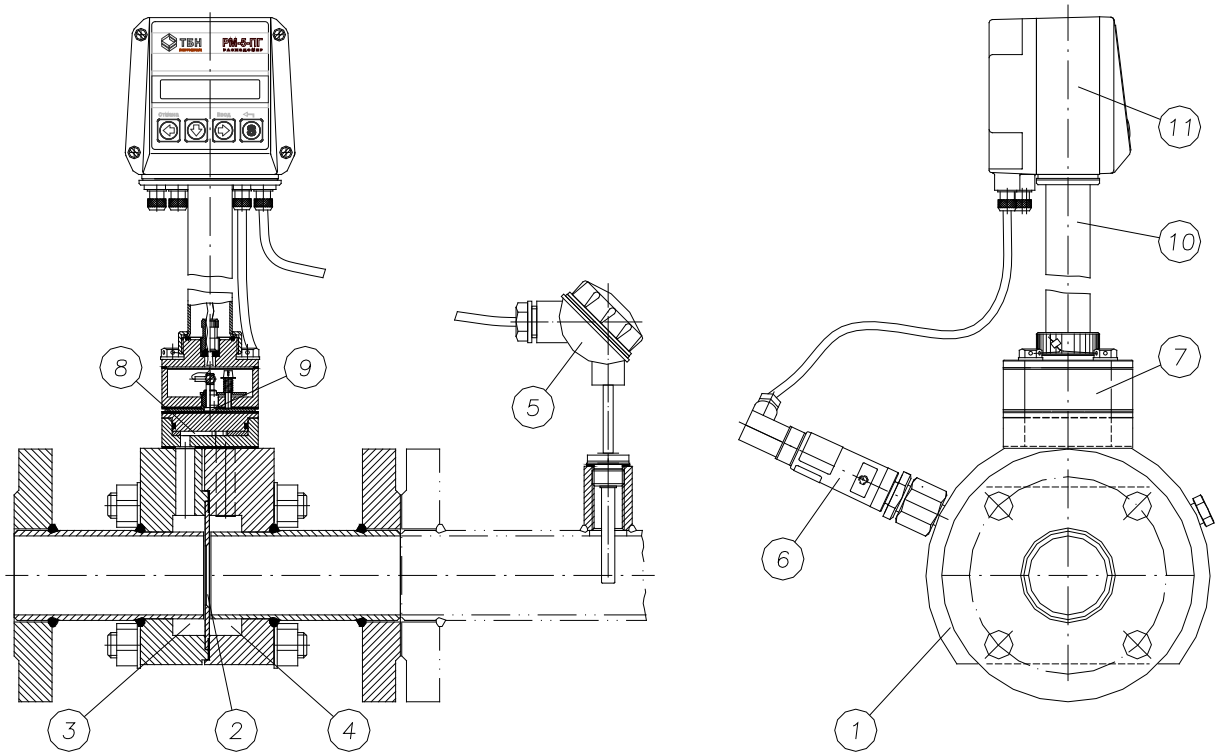


Рисунок 1 Состав расходомера: 1-СУ; 2-диафрагма; 3-КВД; 4-КНД; 5-ПТ; 6-ПД; 7-САГ; 8-струйный элемент; 9-пьезодатчики; 10 – стойка, 11-ЭБ.

В составе расходомера могут применяться измерительные компоненты, типы которых приведены в таблице 7.

Таблица 7

Измерительный компонент	Тип средства измерений	Регистрационный номер в Госреестре средств измерений
ПД	АИР-10	31654-06
	ИД	23992-02, 26818-04
ПТ	ТС 1088, ТС 1187	18131-04
	ТСП-Н	17925-04
	ТСП-1098	19099-04
	ТСП-Р	22557-02
	ТС-Б	28477-04

1.4 Устройство и работа

Принцип измерения расхода заключается в следующем. Поток среды, проходя через диафрагму (2), создаёт перепад давления в камерах отбора давления (3) и (4). Под действием этого перепада некоторая часть потока перетекает через струйный элемент (8), создавая в нём устойчивые автоколебания, которые при помощи пьезодатчиков (9) преобразуются в электрический сигнал, поступающий в электронный блок (11). В нём сигнал подвергается цифровой обработке, в результате которой измеряются частота колебаний и вычисляются связанные с ней расход среды через САГ и перепад давления на СУ, по которому в соответствии с ГОСТ 8.586.5-2005 вычисляется расход среды через прибор.

1.5 Маркировка и пломбирование

1.5.1 Маркировка расходомера должна быть выполнена по ГОСТ Р 51121.

1.5.2 Маркировка расходомера должна производиться с применением шрифта по ГОСТ 26.020 на табличках по ГОСТ 12971.

1.5.3 Маркировка должна сохраняться в течение всего срока службы расходомера.

1.5.4 На корпусе ЭБ крепится паспортная табличка, на которой указывается:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение изделия (см. приложение 1);
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год выпуска изделия;
- степень защиты по ГОСТ 14254;
- знак утверждения типа средства измерения по ПР50.2.009.

1.5.5 На отдельной табличке, прикреплённой к корпусу ЭБ, выполнена маркировка по взрывозащите в соответствии с ГОСТ Р 51330.0-99.

1.5.6 На корпусах САГ и СУ наносится порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя.

1.5.7 На корпусах САГ и СУ наносится изображение стрелки, указывающей направление потока.

1.5.8 На корпусе БП крепится паспортная табличка, на которой указывается:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- наименование изделия;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- год выпуска изделия;
- напряжение (В) и частота (Гц) тока питания;
- степень защиты по ГОСТ 14254;

1.5.9 На потребительской таре должен быть прикреплен ярлык, содержащий следующие сведения:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- порядковый номер по системе нумерации предприятия-изготовителя;
- наименование и условное обозначение изделия;
- год и месяц упаковывания.

1.5.10 На транспортной таре должны быть нанесены несмываемой, контрастной цвету тары краской, основные, дополнительные и информационные надписи по ГОСТ 14192, а также манипуляционные знаки, соответствующие надписям «Хрупкое, осторожно!», «Верх», «Беречь от влаги».

1.5.11 Корпуса САГ, ЭБ и БП имеют приспособление для пломбирования и клеймения.

1.6 Комплектность

1.6.1 Комплектность расходомера приведена в таблице 8.

Таблица 8

Наименование	**Кол-во**
Измерительный модуль	1 шт.
Преобразователь температуры	1 шт.
Преобразователь давления	1 шт.
Сужающее устройство	1 шт.
Блок питания[2]	1 шт.
Комплект монтажных частей (КМЧ):	
Гильза ПД	1 шт.
Прокладка ПД	1 шт.
Прокладка ИМ	1 шт.
Болты крепления ИМ М8х70	4 шт.
Шайбы крепления ИМ М8	4 шт.
Импульсная трубка[1]	1 шт.
Штуцер[1]	1 шт.
Заглушка	2 шт.
Комплект документации:	
Руководство по эксплуатации	1 экз.
Паспорт сужающего устройства	1 экз.
Паспорт преобразователя давления	1 экз.
Паспорт преобразователя температуры	1 экз.
Паспорт блока питания[2]	1 экз.
Методика поверки[2]	1 экз.
Описание протокола MODBUS[2]	1 экз.
Описание протокола КМ5[2]	1 экз.

1.7 Тара и упаковка

1.7.1 Все части расходомера, за исключением СУ, должны быть запаяны в полиэтиленовую плёнку с силикагелем и помещены в потребительскую тару – коробку из картона.

1.7.2 СУ и потребительская тара укладывается в транспортную тару – деревянный или фанерный ящик.

1.7.3 Упаковывание расходомера производится в закрытых вентилируемых помещениях при температуре окружающего воздуха от +15 до +40 °С и относительной влажности до 80% при отсутствии в окружающей среде агрессивных примесей.

1.8 Обеспечение взрывозащищённости

1.8.1 Взрывозащищённость расходомера достигается за счет ограничения напряжения и тока в его электрических цепях до искробезопасных значений, а также за счет выполнения его конструкции в соответствии с ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99).

1.8.2 Ограничение напряжения и тока в электрических цепях прибора обеспечивается применением в блоке питания БП-2В-Ех барьеров искрозащиты на резисторах и стабилитронах и наличием гальванической развязки искробезопасных цепей от цепей промышленной сети.

1.8.3 Разделительный трансформатор удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99).

1.8.4 На корпусе расходомера установлен болт заземления и знак заземления.

1.8.5 Печатные платы, монтаж на них элементов, конструкция, электрический монтаж выполнены в соответствии с требованиями ГОСТ Р 51330.10-99 (МЭК 60079-11-99).

1.8.6 На боковой панели ЭБ прикреплена табличка с маркировкой взрывозащиты:

---

[1] Только для пара

[2] По запросу

0Exia[ia]IIAT6

$U_i \le 7{,}9В \;\; I_i \le 220мА$

$L_i \le 414мкГн \;\; C_i \le 230мкФ$

1.8.7 На боковой панели ПТ прикреплена табличка с маркировкой взрывозащиты:

0ExiaIIAT6

$U_i \le 0{,}5В \;\; I_i \le 1мА$

$L_i = 0мкГн \;\; C_i = 0мкФ$

1.8.8 На боковой панели ПД прикреплена табличка с маркировкой взрывозащиты:

0ExiaIICT6

$U_i \le 30В \;\; I_i \le 20мА$

$L_i = 0мкГн \;\; C_i \le 22пФ$

1.8.9 На лицевой панели БП прикреплена табличка с маркировкой взрывозащиты:

[Exia]IIA

$U_0 \le 7{,}9В \;\; I_0 \le 220мА$

$L_0 \le 500мкГн \;\; C_0 \le 300мкФ$

2. Использование по назначению

2.1 Общие указания

2.1.1 При получении расходомера следует проверить сохранность тары и в случае её повреждения следует составить акт.

2.2 Указания мер безопасности.

2.2.1 По способу защиты человека от поражения электрическим током расходомеры относятся к классу I по ГОСТ Р МЭК 60065-2002. Корпус расходомера должен быть заземлён.

2.2.2 Эксплуатация расходомеров взрывозащищённого исполнения должна производиться согласно требованиям главы 7.3 ПУЭ и других нормативных документов, регламентирующих применение электрооборудования во взрывоопасных зонах.

2.2.3 Не допускается эксплуатация расходомеров в системах, давление в которых может превышать предельные значения, указанные в маркировке приборов.

2.2.4 Присоединение и отсоединение составных частей расходомера от ИТ должно производиться после сброса давления в магистрали до атмосферного.

2.2.5 Эксплуатация расходомеров разрешается только при наличии инструкции по технике безопасности, утверждённой руководителем предприятия-потребителя, учитывающей специфику применения прибора в конкретном технологическом процессе.

2.3 Обеспечение взрывозащищённости при монтаже

2.3.1 Все работы по монтажу и демонтажу расходомера должны проводиться при отключенном электрическом питании, с использованием инструмента, исключающего возникновение искры, а также при отключенной подаче измеряемой среды и с предварительным проветриванием помещения при температуре не выше +35 °С.

2.3.2 Монтаж искробезопасных электрических цепей вести кабелем SSTP-2-ST CAT6 (две витые пары в экране :емкость 1000пФ/км, индуктивность 1мГн/км).

При монтаже в приборе кабели фиксировать прижимом гермоввода для закрепления проводов от выдергивания.

Не допускать выступания оголенной части проводов за пределы клеммного зажима на платформе подключения.

2.3.3 При монтаже прибора РМ-5-ПГ-Ex необходимо руководствоваться настоящим РЭ (приложение 4), гл.7.3 ПУЭ и другими документами, действующими в данной отрасли промышленности.

2.3.4 Все узлы подключений искробезопасных цепей прибора должны быть закрыты крышками и опломбированы.

2.3.5 Не допускается включать прибор без защитного заземления.

2.4 Порядок установки

2.4.1 Место установки расходомера на ИТ необходимо выбрать так, чтобы предохранить его от ударов и существенных вибраций.

При установке расходомера вне помещений над ним должна быть установлена защита, исключающая прямое попадание атмосферных осадков.

Для удобства обслуживания расходомер следует располагать на расстоянии 100-200 мм от стен и трубопроводов.

2.4.2 Место установки СУ должно быть выбрано таким образом, чтобы на внутренней поверхности ИТ не скапливались осадки в виде пыли, песка, металлических предметов и других загрязнений на длине не менее 10D до СУ и не менее 4D за ним.

2.4.3 Для предотвращения попадания конденсата в САГ, СУ устанавливают на горизонтальном участке ИТ. При этом корпус САГ должен находится выше средней линии ИТ (наилучшее положение САГ – вертикальное).

2.4.4 При измерении расхода среды, температура которой превышает 150 ^{o}C, СУ должно быть сориентировано таким образом, чтобы конвективные потоки горячего воздуха не воздействовали на корпус ЭБ.

2.4.5 СУ устанавливают между прямыми участками измерительного трубопровода (ИТ), не содержащих местных сопротивлений (МС) и ответвлений в соответствии со схемой, изображённой на рисунке 2.

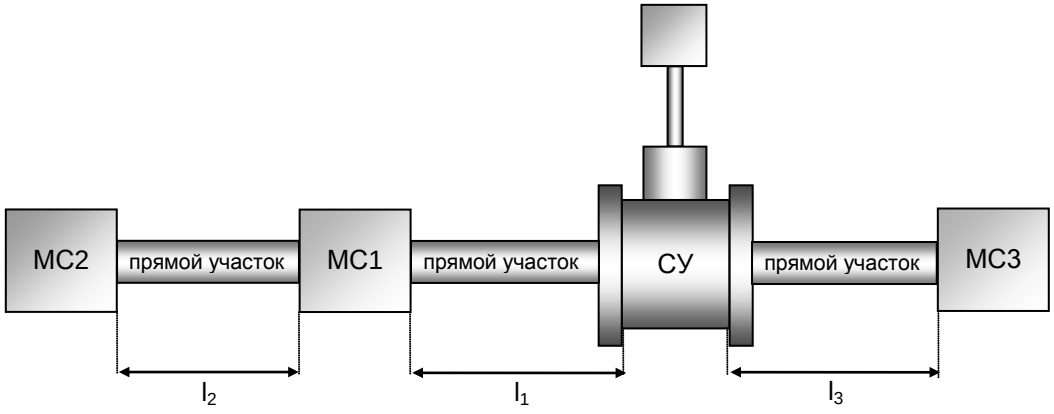


Рисунок 2 Схема установки СУ на ИТ.

Относительные длины прямых участков определяются по формуле: $l = \frac{D_{20}}{L}$, где D_{20} - внутренний диаметр ИТ, приведённый в приложении 3, L - длина прямого участка (мм). Наименьшие относительные длины прямых участков l_1, l_2, l_3 приведены в таблице 9. Если первым МС перед СУ является большая ёмкость (симметричное резкое сужение), то длиной l_2 пренебрегают.

Таблица 9

№	Местное сопротивление	l_2	l_1 при β равном						
			0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,75
1	90° колено	22	6	11	16	22	42	44	44
2	45° колено или два 45° колена в одной плоскости S-конфигурация (30D ≥ l ≥ 2D)	22	7	22	30	30	30	44	44
3	Два 90° колена в одной плоскости U-конфигурация (l ≤ 10D)	16	14	15	17	20	26	39	42
4	Два 90° колена в одной плоскости S-конфигурация (l ≤ 10D)	22	10	10	10	22	42	44	44
5	Два 90° колена в одной плоскости S или U-конфигурация (30D ≥ l ≥ 10D)	22	10	10	10	18	30	44	44
6	Два колена в разных плоскостях (30D ≥ l ≥ 5D)	22	19	31	44	44	44	44	44
7	Два колена в разных плоскостях (l < 5D)	30	34	42	50	75	75	75	75
8	Заглушённый тройник, изменяющий направление потока или коническое 90° колено	18	3	6	9	19	29	41	44
9	Заглушённый тройник, не изменяющий направление потока	12	10	11	13	14	18	32	36
10	Смешивающий потоки тройник	31	34	35	37	41	49	66	70
11	Разветвляющий поток тройник	18	14	15	17	20	26	39	42
12	Конфузор	8	5	5	5	8	9	12	13
13	Симметричное резкое сужение	15	30	30	30	30	30	30	30
14	Диффузор	6	8	12	20	26	21	33	36
15	Симметричное резкое расширение	39	51	54	58	64	70	78	80
16	Шаровой кран или задвижка	9	12	12	12	12	14	22	24
17	Конусный кран	15	16	18	20	23	26	31	32
18	Запорный клапан или вентиль	17	18	18	19	22	26	35	38
19	Затвор (заслонка)	23	25	29	32	36	40	46	47
20	Местное сопротивление неопределённого типа	46	60	64	70	76	84	94	96
			l_3						
			4	5	6	6	7	7	8

2.4.6 Сокращение длин прямых участков ИТ вносит дополнительную погрешность в результаты измерений. Для определения величины этой погрешности длины сокращённых участков и типы МС должны быть указаны в опросном листе при заказе расходомера (см. Приложение 2).

2.4.7 Высота уступа h между ИТ и патрубком СУ не должна превышать значений, приведённых в таблице 10.

2.4.8 После установки СУ на ИТ необходимо протянуть болты, стягивающие камеры высокого и низкого давления. В дренажные отверстия КВД и КНД необходимо установить заглушки, имеющие конусную резьбу.

2.4.9 После установки СУ на ИТ, на СУ устанавливают ИМ. Стрелки, изображающие направление потока среды, нанесённые на корпус СУ и САГ, должны совпадать с направлением потока среды в ИТ.

2.4.10 ПТ устанавливают в ИТ на расстоянии 5-15D после СУ как показано в Приложении 3. Между ПТ и СУ должны отсутствовать местные сопротивления. Для обеспечения надёжного теплового контакта гильзу ПТ необходимо заполнять трансформаторным маслом.

2.4.11 В случае, если измеряемая среда – пар, ПД подсоединяют к камере высокого давления СУ через трубку Пиркинса так, чтобы змеевик находился ниже ПД. В остальных случаях ПД подсоединяют непосредственно в КВД СУ. Отверстие ПД в КВД СУ имеет конусную резьбу.

Таблица 10

Ду (мм)	Высота уступа h (мм) при β равном						
	0,2	**0,3**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,75**
50	2,3	2,0	1,5	1,0	0,6	0,3	0,3
65	3,0	2,6	2,0	1,3	0,8	0,5	0,4
80	3,7	3,2	2,4	1,6	1,0	0,5	0,5
100	4,6	4,0	3,0	2,0	1,2	0,6	0,6
125	5,8	5,1	3,8	2,5	1,5	0,7	0,7
150	6,9	6,1	4,5	3,0	1,8	0,9	0,9
200	9,3	8,1	6,0	3,9	2,4	1,2	1,2
250	11,6	10,1	7,6	4,9	3,0	1,4	1,4
300	13,9	12,1	9,1	5,9	3,6	1,7	1,7
400	18,5	16,2	12,1	7,9	4,8	2,3	2,3
500	23,1	20,2	15,1	9,8	6,0	2,9	2,9
600	27,8	24,3	18,1	11,8	7,2	3,5	3,5
800	37,0	32,4	24,2	15,8	9,6	4,6	4,6
1000	46,3	40,5	30,2	19,7	12,1	5,8	5,8

2.4.12 Прямые участки ИТ, а также выступающие части СУ и ПТ термоизолируют. Участок ИТ перед СУ термоизолируют на длине 5D, а участок ИТ за СУ термоизолируют до места размещения ПТ.

2.4.13 БП расходомера размещают в монтажном шкафу, расположенном во взрывобезопасной зоне.

2.4.14 Монтаж электрических цепей расходомеров необходимо производить в соответствии со схемой, приведенной в Приложении 4.

Для соединений рекомендуется использовать кабель STP-2ST (две витые пары в экране, сечением 0.22 мм^2) или аналогичный.

Длины кабелей ПТ и ПД и цепей питания расходомера не должны превышать 100 м, а длина линий связи по цифровому интерфейсу RS-485 не должна превышать 1500 м.

Монтаж кабелей рекомендуется производить в металлорукавах с наружным диаметром 12÷13.5 мм.

2.4.15 Корпус расходомера должен быть заземлён. Для этого на корпусе СУ и САГ имеется приспособление для подсоединения клеммы заземления.

2.5 Подготовка к работе

2.5.1 Перед включением расходомера убедитесь в соответствии его установки и монтажа указаниям, изложенным в п.п. 2.3,2.4 этого руководства.

2.5.2 Полностью откройте всю запорную арматуру и проверьте герметичность соединения ИМ, СУ, ПД и ПТ с ИТ. Течь и просачивание не допускаются.

2.5.3 Перед проведением измерений необходимо обеспечить полный прогрев корпусов СУ и САГ.

2.5.4 Включить питание и проверить исправность расходомера, используя встроенные средства диагностики (см. п.2.6.3).

2.5.5 С помощью меню расходомера установить параметры работы цифрового интерфейса RS-485 (скорость передачи, контроль чётности, количество стоповых бит) и протокол обмена (КМ5, MODBUS).

2.6 Порядок работы

2.6.1 Расходомер, снабжённый дисплеем и клавиатурой, позволяет считывать результаты измерений непосредственно на месте установки. Результаты измерений и параметры работы расходомера расположены в структурированном меню (см. Приложение 5), которое имеет два уровня вложенности.

Меню первого уровня состоит из двух строк. Переход от одной строки к другой осуществляется по нажатию клавиши «↓». Все меню второго уровня состоят из одной строки. Строки меню состоят из пунктов, переход между которыми осуществляется по нажатию клавиш «←», «→». В пункте меню может отображаться:

1. значение или параметр измеряемой величины;

2. заголовок меню второго уровня;
3. параметр прибора с возможностью редактирования или выбора значения из списка.

Вход в меню второго уровня осуществляется по команде «ВВОД» (нажатие клавиши «→» при нажатой клавише «S»). Возврат в предыдущее меню осуществляется по команде «ОТМЕНА» (нажатие клавиши «←» при нажатой клавише «S»).

Вход в режим изменения параметра прибора осуществляется по команде «ВВОД». Передвижение между полями редактируемого значения или элементами списка осуществляется по нажатию клавиш «←», «→», а изменение выбранного поля по нажатию клавиши «↓». Выход из режима с сохранением произведённых изменений осуществляется по команде «ВВОД», а выход без сохранения по команде «ОТМЕНА».

Значения большинства параметров прибора влияют на его метрологические характеристики и их изменение возможно только в служебном режиме работы. Вход в служебный режим работы прибора осуществляется при помощи переключателя, находящегося внутри ЭБ, который защищён пломбированием от несанкционированного доступа.

2.6.2 Работа с прибором по интерфейсу RS-485 производится в соответствии с приложением «Описание протокола MODBUS» руководства по эксплуатации.

2.6.3 Расходомер работает с нормированными метрологическими характеристиками в номинальном диапазоне изменения измеряемых величин. В процессе работы прибора возможны ситуации, когда значения одной или нескольких величин выходят за пределы номинального диапазона. В этом случае символ «=» в пункте меню измеряемой величины на дисплее прибора изменится на символ «<» или «>», в зависимости от границы номинального диапазона.

Расходомер фиксирует аппаратные неисправности всех датчиков. При возникновении неисправности одного из датчиков символ «=» в пункте меню измеряемой величины, на которую оказывает влияние данная неисправность, будет изменён на символ «#».

Список сообщений о всех нештатных ситуациях, произошедших за время работы прибора, отображается в пункте меню «ОШИБКИ». При отсутствии дисплея код ошибки отображается миганием светодиода на передней панели прибора. Описание сообщений и блинк-коды ошибок приведены в Приложении 6. Очистка журнала ошибок осуществляется по команде «ВВОД» в меню «ОШИБКИ».

В случае нештатной ситуации прибор продолжает отображение измеряемых величин, но их значения следует трактовать как наиболее вероятные.

2.7 Проверка технического состояния

2.7.1 Проверка технического состояния расходомеров осуществляется в процессе эксплуатации и заключается в проверке работоспособности и периодической поверке изделия.

2.7.2 Проверка работоспособности контролируется по наличию изменения показаний прибора при изменении параметров потока измеряемой среды и по отсутствию сообщений об ошибках.

2.7.3 Периодическая поверка осуществляется согласно приложению к данному руководству «Расходомер с сужающим устройством струйный РМ-5-ПГ. Методика поверки».

3. Техническое обслуживание и ремонт

3.1 Порядок технического обслуживания

3.1.1 Расходомер не требует специального технического обслуживания. Периодически (период зависит от температуры в ИТ и определяется экспериментально) необходимо проверять наличие трансформаторного масла в защитных гильзах ПТ и восполнять его потери от высыхания.

3.1.2 В процессе эксплуатации расходомеры должны подвергаться систематическому осмотру, в ходе которого необходимо проверить:

- герметичность всех соединений расходомера;
- наличие и состояние всех крепёжных деталей и их элементов;
- наличие и целостность пломб.

Эксплуатация расходомеров с повреждениями и другими неисправностями категорически запрещается.

3.1.3 Рекламации на расходомер с повреждёнными пломбами и с дефектами, вызванными нарушениями правил эксплуатации, транспортирования и хранения не принимаются.

3.2 Ремонт взрывозащищенного электрооборудования

3.2.1 Ремонт расходомера должен осуществляться квалифицированными специалистами предприятия-изготовителя.

3.2.2 При ремонте прибора необходимо руководствоваться требованиями РД16.407-89 «Оборудование взрывозащищенное. Ремонт».

4. Правила хранения и транспортирования

4.1.1 Расходомеры могут храниться как в транспортной таре, так и во внутренней упаковке и без упаковки – на стеллажах.

Условия хранения расходомеров в транспортной таре и во внутренней упаковке должны соответствовать условиям хранения 3 по ГОСТ 15150.

Условия хранения расходомеров без упаковки должны соответствовать условиям хранения 1 по ГОСТ 15150.

Срок пребывания расходомеров в соответствующих условиях хранения не более 12 месяцев.

4.1.2 Расходомеры транспортируются всеми видами закрытого транспорта в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на каждом виде транспорта.

Способ укладки ящиков с СУ на транспортное средство должен исключать возможность их перемещения.

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

Срок пребывания расходомеров в соответствующих условиях транспортирования не более 1 месяца.

Условия транспортирования расходомеров в части воздействия климатических факторов должны соответствовать условиям хранения 5 по ГОСТ 15150.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 СХЕМА УСЛОВНОГО ОБОЗНАЧЕНИЯ

РМ-5-ПГ	**-Ex**	**-XXX**	**-0,XX**	**-X,XXМПа**	**-XXX°C**
1	2	3	4	5	6

1. Наименование прибора: «РМ-5-ПГ».
2. Исполнение по взрывозащите: «Ex».
3. Условный диаметр ИТ (мм) в соответствии с 1.2.2.
4. Относительный диаметр СУ в соответствии с 1.2.5.
5. Максимальное избыточное давление измеряемой среды.
6. Максимальная температура измеряемой среды.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 ОПРОСНЫЙ ЛИСТ ЗАКАЗА РАСХОДОМЕРА

Сведения о заказчике

Организация: _____
Юридический адрес: _____
_____
Платёжные реквизиты: _____
_____
_____
Должность, Ф.И.О., контактный телефон ответственного лица: _____
_____
Место установки расходомера[1]: _____
_____

Характеристики измеряемой среды

Измеряемая среда:_____

	Минимум	Максимум
Расход, кг/ч		
Избыточное давление, МПа		
Температура, °С		

Влажность насыщенного пара, %: _____

Компонентный состав природного газа:

Формула компоненты	Объёмная доля содержания, %	Погрешность измерения, %
N_2		
CO_2		

Плотность газа в нормальных условиях, кг/м^3: _____

Характеристики измерительного трубопровода

Внутренний диаметр трубопровода, мм: _____

Сокращённые длины прямых участков в соответствии с п. 2.4 РЭ:

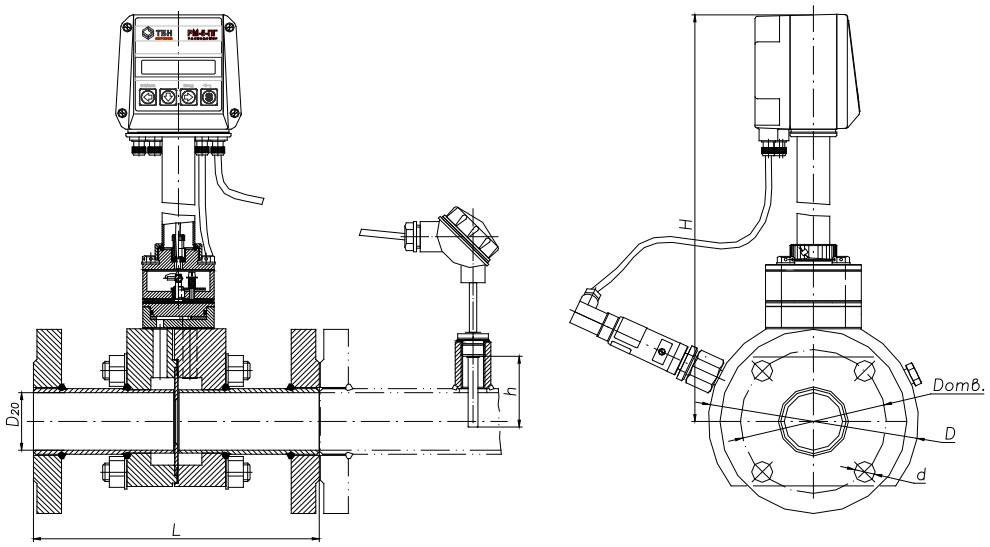
Прямой участок	Длина (мм)	Номер МС (Таблица 9)
L_1		
L_2		
L_3		-

Условное обозначение расходомера[2]

РМ–5–ПГ–____–_____–_____–_____МПа – _____°С

[1] Тип котла для пара
[2] Заполняется предприятием-изготовителем

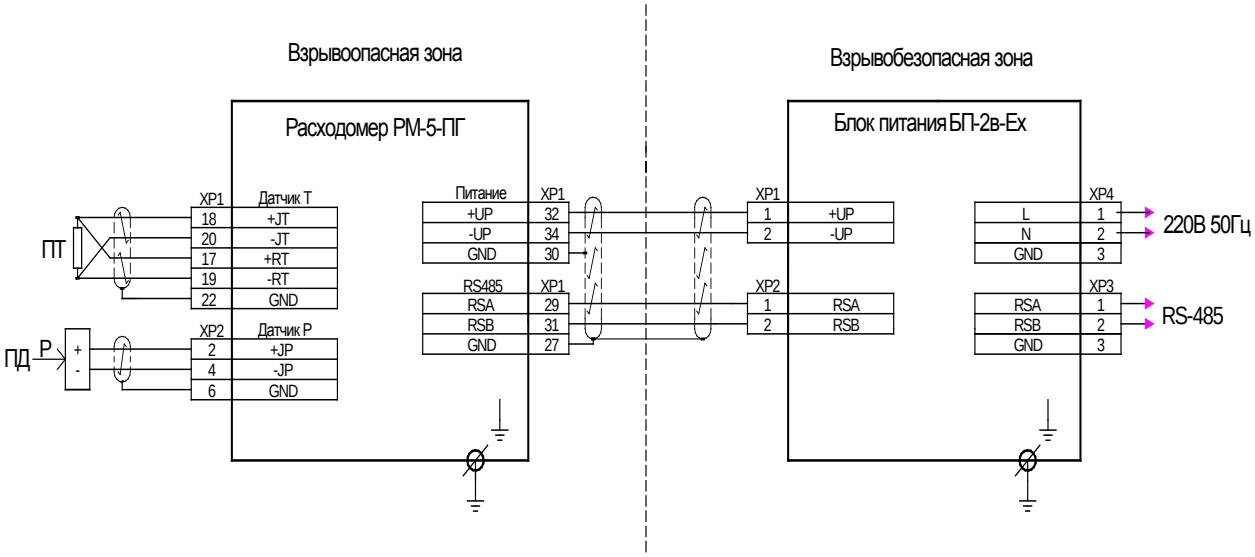
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 ГАБАРИТНЫЕ И ПРИСОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ[1]



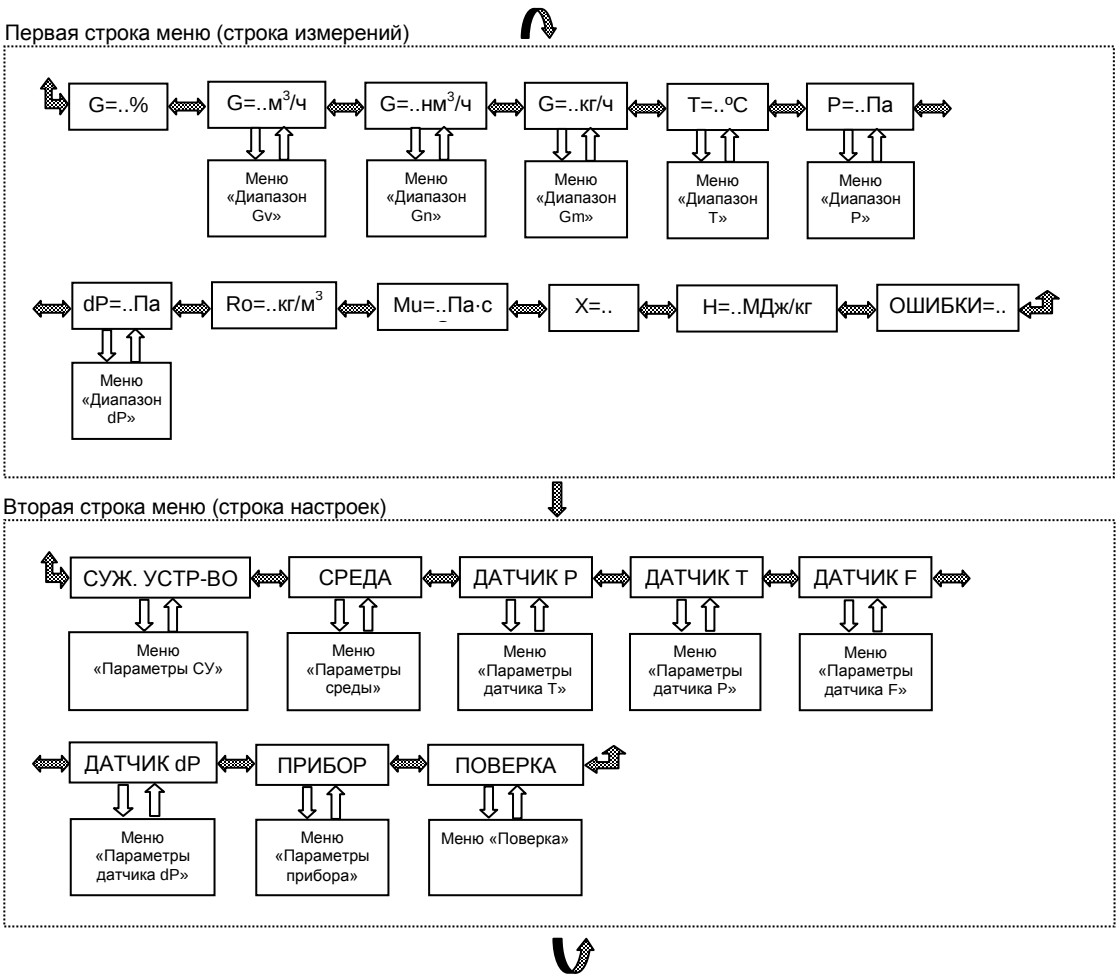
$Д_у$	**D_{20}**	**L**	**H**	**h**	**D**	**$D_{отв}$**	**$d_{отв}$**	**$N_{отв}$**
50	50	245	397.5	60	180	125	18	4
65	69	395	407.5	60	198	145	18	8
80	80	396	413	80	208	160	18	8
100	99	466	425.5	80	235	190	22	8
125	123	528	438.5	100	270	220	26	8
150	145	640	455	100	294	250	26	8
200	205	911	485	160	360	310	26	12

[1] Все размеры приведены в миллиметрах

ПРИЛОЖЕНИЕ 4 ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ПОДКЛЮЧЕНИЯ



ПРИЛОЖЕНИЕ 5 СТРУКТУРА МЕНЮ



Графические обозначения команд, подаваемых с клавиатуры

⟺ Переход между пунктами меню: нажатие клавиши «←» или «→»

⇓ Переход между строками меню: нажатие клавиши «↓»

⇩ Команда «ВВОД»: при нажатой клавише «S» нажать и отпустить клавишу «→»

⇧ Команда «ОТМЕНА»: при нажатой клавише «S» нажать и отпустить клавишу «←»

Продолжение приложения 5

Таблица П5-1. Первая строка главного меню.

Вид на дисплее	Описание
G=XX%	Относительный расход среды (в процентах от полной шкалы).
G=XXXXм^3/ч	Объёмный расход среды при рабочих условиях (р.у.)[1].
G=XXXXнм^3/ч	Объёмный расход среды при нормальных условиях (н.у.:P=101325Па,T=20°C).
G=XXXXкг/ч	Массовый расход среды.
T=XXXX ^{o}C	Температура среды.
P=XXXXПа	Абсолютное давление среды.
dP=XXXXПа	Перепад давления на СУ.
RO=XX.XXXкг/м^3	Плотность среды при р.у.
MU=XX.XXмкПа·с	Динамическая вязкость среды при р.у.
X=X.XXX	Показатель адиабаты среды при р.у.
H=X.XXXМДж/кг	Энтальпия среды при р.у.
ОШИБКИ=XX	Список ошибок измерений, про изошедших за время работы прибора. Очищается командой «ВВОД». Расшифровка ошибок приведена в приложении 6.

Таблица П5-2. Вторая строка главного меню.

Вид на дисплее	Описание
СУЖ. УСТР-ВО	Заголовок меню «Параметры сужающего устройства».
СРЕДА	Заголовок меню «Параметры среды».
ДАТЧИК P	Заголовок меню «Параметры датчика давления».
ДАТЧИК T	Заголовок меню «Параметры датчика температуры».
ДАТЧИК F	Заголовок меню «Параметры датчика колебаний».
ДАТЧИК dP	Заголовок меню «Параметры датчика перепада давления».
ПРИБОР	Заголовок меню «Параметры прибора».
ПОВЕРКА	Заголовок меню «Поверка».

Таблица П5-3. Меню «Диапазон Gv».

Вид на дисплее	Описание
Gмн=XXXXм^3/ч	Минимальное значение измеряемого объёмного расхода при р.у.
Gмк=XXXXм^3/ч	Максимальное значение измеряемого объёмного расхода при р.у.
δG=X.XX%	Относительная погрешность измерения объёмного расхода при р.у.

Таблица П5-4. Меню «Диапазон Gn».

Вид на дисплее	Описание
Gмн=XXXXнм^3/ч	Минимальное значение измеряемого объёмного расхода при н.у.
Gмк=XXXXнм^3/ч	Максимальное значение измеряемого объёмного расхода при н.у.
δG=X.XX%	Относительная погрешность измерения объёмного расхода при н.у.

Таблица П5-5. Меню «Диапазон Gm».

Вид на дисплее	Описание
Gмн=XXXXкг/ч	Минимальное значение измеряемого массового расхода.
Gмк=XXXXкг/ч	Максимальное значение измеряемого массового расхода.
δG=X.XX%	Относительная погрешность измерения массового расхода.

[1] В сечении измерительного трубопровода перед сужающим устройством.

Продолжение приложения 5

Таблица П5-6. Меню «Диапазон Т».

Вид на дисплее	Описание
Тмн=XXXºC	Минимальное значение измеряемой температуры.
Тмк=XXXºC	Максимальное значение измеряемой температуры.
δT=X.XXºC	Абсолютная погрешность измерения температуры.

Таблица П5-7. Меню «Диапазон Р».

Вид на дисплее	Описание
Рмн=XXXXПа	Минимальное значение измеряемого абсолютного давления.
Рмк=XXXXПа	Максимальное значение измеряемого абсолютного давления.
δP=X.XX%	Относительная погрешность измерения абсолютного давления.

Таблица П5-8. Меню «Диапазон dP».

Вид на дисплее	Описание
dPмн=XXXXПа	Минимальное значение измеряемого перепада давлений.
dPмк=XXXXПа	Максимальное значение измеряемого перепада давлений.
δdP=X.XX%	Относительная погрешность измерения перепада давлений.

Таблица П5-9. Меню «Параметры сужающего устройства».

Вид на дисплее	Описание
ТИП:< диафрагма | сопло ИСА >	Тип СУ.
D20=XXXX.1мм	Внутренний диаметр ИТ при температуре 20 ^{o}C.
d20=XXXX.1мм	Внутренний диаметр СУ при температуре 20 ^{o}C.
Ra=X.XXмм	Среднее отклонение профиля шероховатости ИТ.
Rк=X.XXмм	Начальный радиус закругления входной кромки СУ.
Тп=Хгод	Межповерочный интервал СУ.
δC=X.XX%	Относительная погрешность коэффициента истечения СУ, вызванная влиянием МС.
δRa=X.XX%	Относительная погрешность измерения среднего отклонения профиля шероховатости ИТ.
δRk=X.XX%	Относительная погрешность измерения начального радиуса закругления входной кромки СУ.

Таблица П5-10. Меню «Параметры среды».

Вид на дисплее	Описание
ТИП:< воздух | газ | пар >	Тип измеряемой среды.
ВЛАЖНОСТЬ=[XX.XX]%	Влажность[1].
NO2=[X.XX]%	Молярная концентрация азота[2].
CO2=[X.XX]%	Молярная концентрация углекислого газа[2].
Rону=[X.XXXX]кг/м3	Плотность газа при нормальных условиях[2].
δNO2=[X.XX]%	Относительная погрешность измерения молярной концентрации азота[2].
δCO2=[X.XX]%	Относительная погрешность измерения молярной концентрации углекислого газа[2].
δRону=[X.XX]%	Относительная погрешность измерения плотности газа при нормальных условиях[2].

[1] Данный пункт меню отображается только для пара.
[2] Данный пункт меню отображается только для природного газа.

Продолжение приложения 5

Таблица П5-11. Меню «Параметры датчика Р».

Вид на дисплее	Описание
СОСТОЯНИЕ:< вкл | выкл >	Состояние датчика давления.
Ратм=[XXXXXX]Па	Значение атмосферного давления.
Рном=[XXXXXXX]Па	Значение номинального избыточного давления измеряемой среды (используется, когда датчик давления отключен или неисправен).
Рмак=[XXXXXXX]Па	Верхний предел измерений датчика давления.
Рмин=[XXXXXXX]Па	Нижний предел измерений датчика давления.
Iмак=[XX.X]мА	Максимальный ток датчика давления.
Iмин=[XX.X]мА	Минимальный ток датчика давления.
δАтм=[XXX]Па	Абсолютная погрешность измерения атмосферного давления.
δДатч=[X.XX]%	Приведённая погрешность датчика давления.

Таблица П5-12. Меню «Параметры датчика Т».

Вид на дисплее	Описание
СОСТОЯНИЕ:< вкл | выкл >	Состояние датчика температуры.
ТИП:< 100П\W1.385 | 100П1.391 >	Тип НСХ датчика температуры.
Тном=[+XXX.XX]С	Значение номинальной температуры измеряемой среды (используется когда датчик температуры отключен или неисправен).
Тмак=[+XXX.XX]С	Верхний предел измерений датчика температуры.
Тмин=[+XXX.XX]С	Нижний предел измерений датчика температуры.
δДатч0=[X.XXX]	Коэффициенты полинома погрешности термопреобразователя. Абсолютная погрешность измерения температуры датчиком равна $\Delta_t = \pm\left(A0 + A1 * \lvert t \rvert\right)$ °С.
δДатч1=[X.XXX]	

Таблица П5-13. Меню «Параметры датчика F».

Вид на дисплее	Описание
СОСТОЯНИЕ:< вкл | выкл >	Состояние датчика колебаний. Если датчик отключен, то расход через прибор вычисляется по перепаду давления, измеренного контрольным датчиком перепада давления.
F=XXXX.XXГц	Частота колебаний струйного автогенератора.
U=XXXX.XXXXмВ	Действующее значение напряжение на пьезодатчиках.
SNR=XX.XXдБ	Соотношение сигнал/шум колебаний струйного автогенератора.
Uмин=[XXXX.XXX]мВ	Минимальное значение напряжения на пьезодатчиках, после которого выносится решение об отсутствии потока.
SNRмин=[XX.XX]дБ	Минимальное соотношение сигнал/шум колебаний САГ, после которого выносится решение о присутствии акустической помехи и выставляется соответствующий флаг ошибки.

Продолжение приложения 5

Таблица П5-14. Меню «Параметры датчика dP».

Вид на дисплее	Описание
СОСТОЯНИЕ:< вкл | выкл >	Состояние датчика контрольного перепада давления.
dPном=[XXXXX]Па	Значение номинального перепада давления (используется, когда датчик перепада давления отключен или неисправен).
dPмак=[XXXXX]Па	Верхний предел измерений датчика перепада давления.
dPмин=[XXXXX]Па	Нижний предел измерений датчика перепада давления.
Iмак=[XX.X]мА	Максимальный ток датчика перепада давления.
Iмин=[XX.X]мА	Минимальный ток датчика перепада давления.
δДатч=[X.XX]%	Приведённая погрешность датчика перепада давления.

Таблица П5-15. Меню «Параметры прибора».

Вид на дисплее	Описание
НОМЕР:XXXXXXXX	Заводской номер прибора (номер ППР).
ВЕРСИЯ:X.X.XXXX	Версия ПО.
ДАТА:ДД.ММ.ГГГГ	Дата последней поверки прибора.
ЯЗЫК: < english | русский >	Язык меню.
ЯРКОСТЬ: XX%	Яркость свечения дисплея.
ПРОТОКОЛ: < MODBUS | КМ5 >	Протокол передачи по интерфейсу RS-485.
АДРЕС: XXX	Сетевой адрес прибора для протокола MODBUS.
СКОРОСТЬ: < 9600 | 19200 | 38400 | 57600 | 115200 >	Скорость передачи по интерфейсу RS-485 (бод).
ЧЁТНОСТЬ: < откл. | чёт. | нечёт. >	Управление контролем чётности интерфейса RS-485.
СТОПОВЫХ БИТ: X	Число стоповых бит интерфейса RS-485.
СИНХР: < нет | по фронту | по уровню | по расходу >	Тип синхронизации при поверке.
Nимп=XX	Количество синхроимпульсов при синхронизации по фронту.

Таблица П5-16. Меню «Поверка».

Вид на дисплее	Описание
F=XXXX.XXXГц	Частота колебаний САГ.
G=XXXXм3/ч	Объёмный расход при рабочих условиях.
G=XXXXнм3/ч	Объёмный расход, приведённый к нормальным условиям (P=101325Па, T=20°C)
G=XXXXкг/ч	Массовый расход.
T=XXXX ^{o}C	Температура.
P=XXXXПа	Абсолютное давление.
dP=XXXXПа	Перепад давления на сужающем устройстве, измеренный прибором.
dPэ=XXXXПа	Контрольный перепад давления на сужающем устройстве, измеренный датчиком перепада давления.
V=XXXXXXXм^{3}	Накопленный объём при рабочих условиях.
V=XXXXXXXнм^{3}	Накопленный объём, приведённый к нормальным условиям (P=101325Па, T=20°C)
M=XXXXXXXкг	Накопленная масса.
t=XXXX.XXс	Время поверки.
СТАРТ/СТОП	Состояние счёта. При подаче команды «ВВОД» состояние счёта изменяется на противоположное.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6 ОПИСАНИЕ ОШИБОК ПРИБОРА И БЛИНК-КОДОВ

Таблица П6-1. Описание ошибок прибора.

Вид на дисплее	**Описание**
SPI	Ошибка обмена с АЦП датчика колебаний.
I2C	Ошибка обмена с АЦП датчиков температуры и давления.
RS485	Ошибка обмена по интерфейсу RS485.
G<мин	Расход меньше минимума.
G>макс	Расход больше максимума.
dP<мин	Перепад давления меньше минимума.
dP>макс	Перепад давления больше максимума.
P<мин	Давление меньше минимума.
P>макс	Давление больше максимума.
T<мин	Температура меньше минимума.
T>макс	Температура больше максимума.
ПОМЕХА	Акустическая помеха.
ДАТЧИК F	Неисправен струйный автогенератор.
ДАТЧИК P	Неисправен датчик давления.
ДАТЧИК T	Неисправен датчик температуры.
ДАТЧИК dP	Неисправен датчик перепада давления.
СРЕДА	Неверный тип среды.
ROM	Ошибка энергонезависимой памяти.
СИСТЕМА	Системная ошибка.
ПРОИЗВ.	Не хватает производительности процессора.

Таблица П6-1. Описание блинк-кодов.

Кол-во вспышек	**Описание**
1	нет потока (пустая труба).
2	выход за границы диапазона измерений.
3	помеха.
4	неисправность одного из датчиков.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7 КОМАНДЫ ПРОТОКОЛА КМ5

Расходомер поддерживает следующие номера команд протокола КМ5: 0;2;4;5;9;14;45.
Формат данных в ответе на команду 45 отличается от формата данных, принятого в протоколе КМ5 и, приведён в таблице П7-1.
Номера параметров в запросе команды 14 отличаются от номеров, принятых в протоколе КМ5 и, приведены в таблице П7-3.

Таблица П7-1. Формат данных в ответе на команду 45.

Байты	**Тип**	**Описание**
0..3	float	Объёмный расход среды ($м^3$/ч).
4..7	float	Абсолютное давление среды (Па).
8..11	float	Температура среды (°С).
12..15	float	Плотность среды при р.у. (кг/$м^3$).
16..19	float	Плотность среды при н.у. (кг/$м^3$)(только для газа)
20..23	float	Энтальпия (Дж/кг)(только для пара)
24	byte	Флаги измерения (см. Таблицу П7-2).

Таблица П7-2. Флаги измерения.

Бит	**Описание**
0	Неисправность датчика колебаний.
1	Неисправность датчика давления.
2	Неисправность датчика температуры.
3	Значение расхода вне допустимого диапазона.
4	Значение давления вне допустимого диапазона.
5	Значение температуры вне допустимого диапазона.
6	Неверный тип среды.
7	Неисправность прибора.

Таблица П7-3. Номера параметров в запросе команды 14.

Номер	**Тип**	**Описание**
100	byte	Тип прибора (0)
101	float	Серийный номер прибора.
102	float	Время работы прибора (с).
103	float	Тип среды (см. Таблицу П8-6).
104	float	Влажность (%).
105	float	Молярная концентрация азота (%).
106	float	Молярная концентрация углекислого газа (%).
107	float	Плотность в стандартных условиях (кг/$м^3$).
108	float	Относительная погрешность измерения молярной концентрации азота (%).
109	float	Относительная погрешность измерения молярной концентрации углекислого газа (%).
110	float	Относительная погрешность измерения плотности в стандартных условиях (%).
111	float	Тип СУ (0 – диафрагма, 1 – сопло).
112	float	Материал ИТ (Таблица П8-5).
113	float	Материал СУ (Таблица П8-5) .
114	float	Диаметр ИТ (мм).
115	float	Диаметр СУ (мм).
116	float	Среднее отклонение профиля шероховатости ИТ (мм).
117	float	Начальный радиус закругления кромки диафрагмы (мм).

Продолжение приложения 5

Таблица П7-3 (продолжение).

Адрес	Тип	Описание
118	float	Межповерочный интервал СУ (лет).
119	float	Относительная погрешность коэффициента истечения СУ, вызванная влиянием местных сопротивлений (%).
120	float	Относительная погрешность измерения среднего отклонения профиля шероховатости (%).
121	float	Относительная погрешность измерения начального радиуса закругления входной кромки диафрагмы (%).
122	float	Датчик давления (0 – отключен, 1 – подключен).
123	float	Атмосферное давление (Па).
124	float	Номинальное избыточное давление (Па).
125	float	Максимальное избыточное давление (Па).
126	float	Минимальное избыточное давление (Па).
127	float	Максимальный ток датчика давления (мА).
128	float	Минимальный ток датчика давления (мА).
129	float	Абсолютная погрешность измерения атмосферного давления (Па).
130	float	Приведённая погрешность датчика давления (%).
131	float	Опорное сопротивление датчика давления (Ом).
132	float	Датчик перепада давлений (0 – отключен, 1 – подключен).
133	float	Номинальный перепад давления (Па).
134	float	Максимальный перепад давления (Па).
135	float	Минимальный перепад давления (Па).
136	float	Максимальный ток датчика перепада давления (mA).
137	float	Минимальный ток датчика перепада давления (mA).
138	float	Приведённая погрешность датчика перепада давления (%).
139	float	Опорное сопротивление датчика перепада давлений (Ом).
140	float	Датчик температуры (0 – отключен, 1 – подключен).
141	float	Тип НСХ (0 – 100П\W1.185, 1 – 100П\W1.391).
142	float	Номинальная температура (°С).
143	float	Максимальная температура (°С).
144	float	Минимальная температура (°С).
145	float	Коэффициент A_0 полинома абсолютной погрешности датчика температуры.
146	float	Коэффициент A_1 полинома абсолютной погрешности датчика температуры.
147	float	Опорное сопротивление датчика температуры (Ом).
148	float	Датчик колебаний (0 – отключен, 1 – подключен).
149	float	Минимальный уровень сигнала с пьезодатчиков (мВ).
150	float	Минимальное значение отношения сигнал/шум (дБ).

ПРИЛОЖЕНИЕ 8 АДРЕСНОЕ ПРОСТРАНСТВО ПРОТОКОЛА MODBUS

Таблица П8-1. Адресное пространство выходных регистров (только чтение)

Адрес	Тип	Описание
30001	float	Мгновенное значение частоты колебаний (Гц).
30003	float	Мгновенное значение уровня сигнала (дБ).
30005	float	Мгновенное значение уровня шума (дБ).
30007	float	Мгновенное значение тока датчика давления (мА).
30009	float	Мгновенное значение тока датчика перепада давления (мА).
30011	float	Мгновенное значение сопротивления термопреобразователя (Ом).
30013	dword	Флаги мгновенного измерения (Таблица П8-7).
30015	dword	Время мгновенного измерения (мс).
30017	float	Мгновенное значение объёмного расхода ($м^3$/ч).
30019	float	Мгновенное значение массового расхода (кг/ч).
30021	float	Мгновенное значение давления (Па).
30023	float	Мгновенное значение температуры (^oC).
30025	float	Мгновенное значение плотности (кг/$м^3$).
30027	float	Мгновенное значение динамической вязкости (Па*с).
30029	float	Мгновенное значение показателя адиабаты.
30031	float	Мгновенное значение энтальпии (Дж/кг).
30033	float	Мгновенное значение перепада давлений (Па).
30035	float	Мгновенное значение контрольного перепада давлений (Па).
30101	float	Относительная погрешность измерения объёмного расхода (%).
30103	float	Относительная погрешность измерения массового расхода (%).
30105	float	Относительная погрешность измерения давления (%).
30107	float	Относительная погрешность измерения температуры (%).
30109	float	Относительная погрешность измерения плотности (%).
30111	float	Относительная погрешность измерения динамической вязкости (%).
30113	float	Относительная погрешность измерения показателя адиабаты (%).
30115	float	Относительная погрешность измерения энтальпии (%).
30117	float	Относительная погрешность измерения перепада давления (%).
30119	float	Относительная погрешность измерения контрольного перепада давления (%).
31001	float	Осреднённое значение частоты колебаний (Гц).
31003	float	Осреднённое значение уровня сигнала (дБ).
31005	float	Осреднённое значение уровня шума (дБ).
31007	float	Осреднённое значение тока датчика давления (мА).
31009	float	Осреднённое значение тока датчика перепада давления (мА).
31011	float	Осреднённое значение сопротивления термопреобразователя (Ом).
31013	dword	Флаги осреднённого измерения (Таблица П8-7).
31015	dword	Время осреднённого измерения (мс).
31017	float	Осреднённое значение объёмного расхода ($м^3$/ч).
31019	float	Осреднённое значение массового расхода (кг/ч).
31021	float	Осреднённое значение давления (Па).
31023	float	Осреднённое значение температуры (^oC).
31025	float	Осреднённое значение плотности (кг/$м^3$).
31027	float	Осреднённое значение динамической вязкости (Па*с).
31029	float	Осреднённое значение показателя адиабаты.
31031	float	Осреднённое значение энтальпии (Дж/кг).
31033	float	Осреднённое значение перепада давлений (Па).
31035	float	Осреднённое значение контрольного перепада давлений (Па).
31101	float	Систематическая погрешность измерения объёмного расхода (%).
31103	float	Систематическая погрешность измерения массового расхода (%).
31105	float	Систематическая погрешность измерения давления (%).
31107	float	Систематическая погрешность измерения температуры (%).
31109	float	Систематическая погрешность измерения плотности (%).
31111	float	Систематическая погрешность измерения динамической вязкости (%).
31113	float	Систематическая погрешность измерения показателя адиабаты (%).
31115	float	Систематическая погрешность измерения энтальпии (%).

Продолжение приложения 8

Таблица П8-1 (продолжение)

Адрес	Тип	Описание
31117	float	Систематическая погрешность измерения перепада давления (%).
31119	float	Систематическая погрешность измерения контрольного перепада давления (%).
32001	float	Минимальный объёмный расход при рабочих условиях ($м^3$/ч).
32003	float	Максимальный объёмный расход при рабочих условиях ($м^3$/ч).
32005	float	Минимальный массовый расход (кг/ч).
32007	float	Максимальный массовый расход (кг/ч).
32009	float	Минимальный перепад давления (Па).
32011	float	Максимальный перепад давления (Па).
32013	float	Минимальная температура (^oC).
32015	float	Максимальная температура (^oC).
32017	float	Минимальное давление (Па).
32019	float	Максимальное давление (Па).

Таблица П8-2. Адресное пространство входных регистров (чтение/запись[1]).

Адрес	Тип		Описание
40001	char[4]	R	Тип прибора. (“RMPG”)
40003	dword	R	Серийный номер прибора.
40005	dword	R	Версия ПО (биты 24-32). Модификация ПО (биты 16-23). Сборка ПО (биты 0-15).
40007	dword	RW	Время работы прибора (сек.).
40009	dword	RW	Сетевой адрес прибора для протокола MODBUS (1..247).
40011	char[12]	R	Дата поверки (dd.mm.yyyy).
40017	dword	RW	Язык пользовательского интерфейса (0 – английский, 1 – русский).
40019	dword	RW	Протокол обмена (0 – КМ5, 1 – MODBUS).
40021	dword	RW	Синхронизация (0 – нет, 1 - по фронту, 2 – по уровню, 3 – по расходу).
40023	dowrd	RW	Кол-во синхроимпульсов.
40025	dword	RW	Осреднение измерений (0 – выключено, 1 – включено).
40027	dword	R	Тип дисплея (0 – однострочный, 1 – двустрочный).
40029	dword	RW	Контрастность дисплея (%).
40031	dword	RW	Скорость RS232 (bps).
40033	dword	RW	Контроль чётности RS232 (0 – нет, 1 – чёт., 2 – нечёт.).
40035	dword	RW	Количество стоповых бит RS232.
40037	dword	RW	Скорость RS485 (bps).
40039	dword	RW	Контроль чётности RS485 (0 – нет, 1 – чёт., 2 – нечёт.).
40041	dword	RW	Количество стоповых бит RS485.
40101	dword	R	Тип среды (см. Таблицу П8-6).
40103	float	R	Влажность (%).
40105	float	R	Молярная концентрация азота (%).
40107	float	R	Молярная концентрация углекислого газа (%).
40109	float	R	Плотность в стандартных условиях (кг/$м^3$).
40111	float	R	Относительная погрешность измерения молярной концентрации азота (%).
40113	float	R	Относительная погрешность измерения молярной концентрации углекислого газа (%).
40115	float	R	Относительная погрешность измерения плотности в стандартных условиях (%).

[1] Изменение всех входных регистров и дискретных входов возможно только в служебном режиме работы прибора.

Продолжение приложения 8

Таблица П8-2 (продолжение).

Адрес	Тип		Описание
40201	dword	R	Тип СУ (0 – диафрагма, 1 – сопло).
40203	dword	R	Материал ИТ (Таблица П8-5).
40205	dword	R	Материал СУ (Таблица П8-5) .
40207	float	R	Диаметр ИТ (мм).
40209	float	R	Диаметр СУ (мм).
40211	float	R	Среднее отклонение профиля шероховатости ИТ (мм).
40213	float	R	Начальный радиус закругления входной кромки диафрагмы (мм).
40215	float	R	Межповерочный интервал СУ (лет).
40217	float	R	Относительная погрешность коэффициента истечения СУ, вызванная влиянием местных сопротивлений (%).
40219	float	R	Относительная погрешность измерения среднего отклонения профиля шероховатости (%).
40221	float	R	Относительная погрешность измерения начального радиуса закругления входной кромки диафрагмы (%).
40301	dword	R	Датчик давления (0 – отключен, 1 – подключен).
40303	float	R	Атмосферное давление (Па).
40305	float	R	Номинальное избыточное давление (Па).
40307	float	R	Максимальное избыточное давление (Па).
40309	float	R	Минимальное избыточное давление (Па).
40311	float	R	Максимальный ток датчика давления (мА).
40313	float	R	Минимальный ток датчика давления (мА).
40315	float	R	Абсолютная погрешность измерения атмосферного давления (Па).
40317	float	R	Приведённая погрешность датчика давления (%).
40319	float	R	Опорное сопротивление датчика давления (Ом).
40401	dword	R	Датчик перепада давлений (0 – отключен, 1 – подключен).
40403	float	R	Номинальный перепад давления (Па).
40405	float	R	Максимальный перепад давления (Па).
40407	float	R	Минимальный перепад давления (Па).
40409	float	R	Максимальный ток датчика перепада давления (mA).
40411	float	R	Минимальный ток датчика перепада давления (mA).
40413	float	R	Приведённая погрешность датчика перепада давления (%).
40415	float	R	Опорное сопротивление датчика перепада давлений (Ом).
40501	dword	R	Датчик температуры (0 – отключен, 1 – подключен).
40503	dword	R	Тип НСХ (0 – 100П\W1.185, 1 – 100П\W1.391).
40505	float	R	Номинальная температура (°С).
40507	float	R	Максимальная температура (°С).
40509	float	R	Минимальная температура (°С).
40511	float[2]	R	Коэффициенты полинома абсолютной погрешности датчика температуры
40515	float	R	Опорное сопротивление датчика температуры (Ом)
40601	dword	R	Датчик колебаний (0 – отключен, 1 – подключен).
40603	float	R	Минимальный уровень сигнала с пьезодатчиков (мВ).
40605	float	R	Минимальное значение отношения сигнал/шум (дБ).
40607	dword	R	Материал САГ (Таблица П11-5).
40609	float	R	Ширина сопла САГ (мм).
40611	float	R	Высота сопла САГ (мм).
40613	float	R	Длина рабочей камеры САГ (мм).
40615	float	R	Длина линии обратной связи (мм).
40617	dword	R	Количество точек градуировки.
40619	float[2]	R	Коэффициенты полинома относительной скорости.
40801	float[100]	R	Относительная скорость колебаний (таблица градуировки).
41001	float[100]	R	Относительная скорость среды (таблица градуировки).

Продолжение приложения 8

Таблица П8-2 (продолжение).

Адрес	Тип		Описание
42001	float	RW	Частота PWM (Гц).
42003	float	RW	Скважность PWM1 (%).
42005	float	RW	Скважность PWM2 (%).

Таблица П8-3. Адресное пространство дискретных выходов (только чтение).

Адрес	Описание
10001	Сервисный режим (0 – выключен, 1 – включен).
10002	Датчик дверцы (1 – закрыто, 0 – открыто).

Таблица П8-4. Адресное пространство дискретных входов (чтение/запись).

Адрес	Тип	Описание
1	RW	Осреднённое измерение (1 – запустить, 0 – остановить).
2	R	Калибровка канала измерения давления (1 – запустить, 0 – остановить).
3	R	Калибровка канала измерения перепада давления (1 – запустить, 0 – остановить).
4	R	Калибровка канала измерения температуры (1 – запустить, 0 – остановить).
5	RW	Сброс ошибок прибора.
6	RW	Управление первым дискретным выходом (1-включен, 0-выключен).
7	RW	Управление вторым дискретным выходом (1-включен, 0-выключен).

Таблица П8-5. Идентификаторы марок стали.

Идентификатор	Марка стали	Идентификатор	Марка стали
0	35Л	20	25Х2М1Ф
1	45Л	21	15Х5М
2	20ХМЛ	22	18Х2Н4МА
3	12Х18Н9ТЛ	23	38ХН3МФА
4	15К,20К	24	08Х13
5	22К	25	12Х13
6	16ГС	26	20Х13
7	09Г2С	27	30Х13
8	10	28	10Х14Г14Н4Т
9	15	29	08Х18Н10
10	20	30	12Х18Н9Т
11	30,35	31	12Х18Н10Т,12Х18Н12Т
12	40,45	32	08Х18Н10Т
13	10Г2	33	08Х22Н6Т
14	38ХА	34	37Х12Н8Г8МФБ
15	40Х	35	31Х19Н9МВБТ
16	15ХМ	36	06ХН28МДТ
17	30ХМ,30ХМА	37	20Л
18	12Х1МФ	38	25Л
19	25Х1МФ		

Продолжение приложения 8

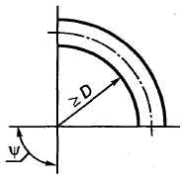
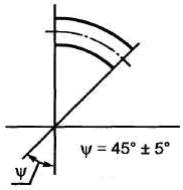
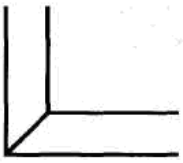
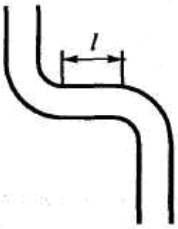
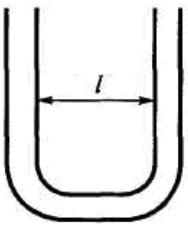
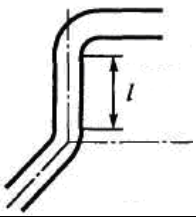
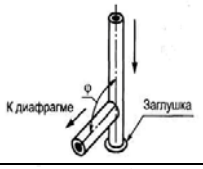
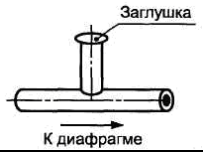
Таблица П8-6. Идентификаторы измеряемой среды

Идентификатор	Измеряемая среда
0	Воздух.
1	Природный газ.
2	Водяной пар.

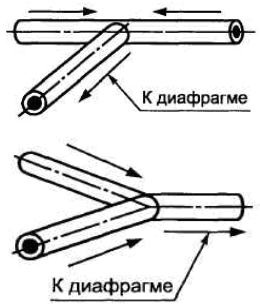
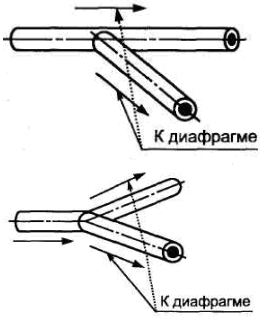
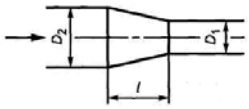
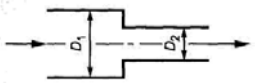
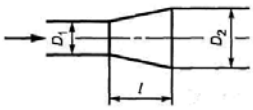
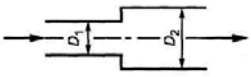
Таблица П8-7. Флаги измерения.

Бит	Описание
0	Акустическая помеха.
4	Расход меньше минимума.
5	Расход больше максимума.
6	Перепад давления меньше минимума.
7	Перепад давления больше максимума.
8	Давление меньше минимума.
9	Давление больше максимума.
10	Температура меньше минимума.
11	Температура больше максимума.
17	Неисправен датчик колебаний.
18	Неисправен датчик давления.
19	Неисправен датчик температуры.
20	Неисправен датчик перепада давления.
30	Не хватает производительности процессора.
31	Системная ошибка.

ПРИЛОЖЕНИЕ 9 КЛАССИФИКАЦИЯ МЕСТНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ

№	Название	Вид	Описание
1	90° колено		Изгиб трубопровода равного сечения в одной плоскости под углом 90° ± 5°.
2	45° колено		Изгиб трубопровода равного сечения в одной плоскости под углом 45° ± 5°.
3	Коническое 90° колено		Отвод, образованный двумя перпендикулярно расположенными друг к другу отрезками труб, сваренных по коническим поверхностям.
4	Два 90° колена в одной плоскости S-конфигурация		Два 90° колена, оси которых лежат в одной плоскости, расположенных один за другим на расстоянии l.
5	Два 90° колена в одной плоскости U-конфигурация		
6	Два колена в разных плоскостях		Два колена, оси которых лежат в разных плоскостях, расположенных один за другим на расстоянии l.
7	Заглушённый тройник, изменяющий направление потока		Тройник, состоящий из одного заглушённого звена и двух открытых несоосных звеньев.
8	Заглушённый тройник, не изменяющий направление потока		Тройник, состоящий из одного заглушённого звена и двух открытых соосных звеньев.

Продолжение приложения 8

№	Название	Вид	Описание
9	Смешивающий потоки тройник		Тройник, поток из которого выходит из одного звена, а входит в два звена.
10	Разветвляющий поток тройник		Тройник, поток в котором входит в одно звено, а выходит из двух звеньев.
11	Конфузор		Конусное сужение трубопровода с прямолинейной или криволинейной образующей. Геометрические характеристики конфузора должны удовлетворять условиям: $0{,}2 \le K_r \le 0{,}7; 1{,}1 \le D_2/D_1 \le 2$, где $K_r = D_1(D_2/D_1 - 1)/l$. Конфузор считают прямолинейным участком при выполнении условий: $0 \le K_r \le 0{,}2; 1 \le D_2/D_1 \le 1{,}1$.
12	Симметричное резкое сужение		Конусное сужение трубопровода или уступ, удовлетворяющий условиям: $0{,}7 \le K_r; 1{,}1 \le D_2/D_1$.
13	Диффузор		Конусное расширение трубопровода с прямолинейной или криволинейной образующей. Геометрические характеристики диффузора должны удовлетворять условиям: $0{,}2 \le K_r \le 0{,}5; 1{,}1 \le D_2/D_1 \le 2$. Конфузор считают прямолинейным участком при выполнении условий: $0 \le K_r \le 0{,}2; 1 \le D_2/D_1 \le 1{,}1$.
14	Симметричное резкое расширение		Конусное расширение трубопровода или уступ, удовлетворяющий условиям: $0{,}5 \le K_r; 1{,}1 \le D_2/D_1$.

Для заметок

ПРОГРЕССИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

tbn.pro-solution.ru | tn@pro-solution.ru

Единый номер: 8 800 511 88 70

Контакты для подбора оборудования и коммерческого предложения

Астрахань
+7 (851) 299-46-80

Барнаул
+7 (385) 237-96-76

Белгород
+7 (472) 220-58-80

Владимир
+7 (492) 249-51-33

Волгоград
+7 (844) 245-94-42

Екатеринбург
+7 (343) 302-14-75

Ижевск
+7 (341) 220-90-75

Казань
+7 (843) 207-19-05

Калининград
+7 (401) 272-21-36

Кемерово
+7 (384) 221-56-70

Киров
+7 (833) 220-58-70

Краснодар
+7 (861) 238-86-59

Красноярск
+7 (391) 989-82-67

Курск
+7 (471) 223-80-45

Липецк
+7 (474) 220-01-75

Москва
+7 (499) 404-24-72

Набережные Челны
+7 (855) 291-01-32

Нижний Новгород
+7 (831) 200-34-65

Новосибирск
+7 (383) 235-95-48

Омск
+7 (381) 299-16-70

Оренбург
+7 (353) 248-64-35

Пермь
+7 (342) 233-81-65

Ростов-на-Дону
+7 (863) 309-14-65

Рязань
+7 (491) 277-61-95

Самара
+7 (846) 219-28-25

Санкт-Петербург
+7 (812) 660-57-09

Саратов
+7 (845) 239-86-35

Смоленск
+7 (481) 251-55-32

Ставрополь
+7 (865) 257-76-63

Сургут
+7 (346) 277-96-35

Тверь
+7 (482) 239-50-56

Тула
+7 (487) 244-05-30

Тюмень
+7 (345) 256-94-75

Ульяновск
+7 (842) 242-51-95

Уфа
+7 (347) 258-82-65

Хабаровск
+7 (421) 292-95-69

Чебоксары
+7 (835) 228-50-89

Челябинск
+7 (351) 277-89-65

Ярославль
+7 (485) 267-02-35