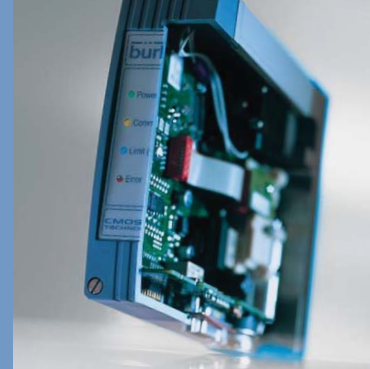


**bürkert**  
FLUID CONTROL SYSTEMS



**bürkert**  
FLUID CONTROL SYSTEMS

## Каталог продукции Регуляторы массового расхода газа

01 МАГНИТНЫЕ КЛАПАНЫ

02 ПНЕВМОКЛАПАНЫ

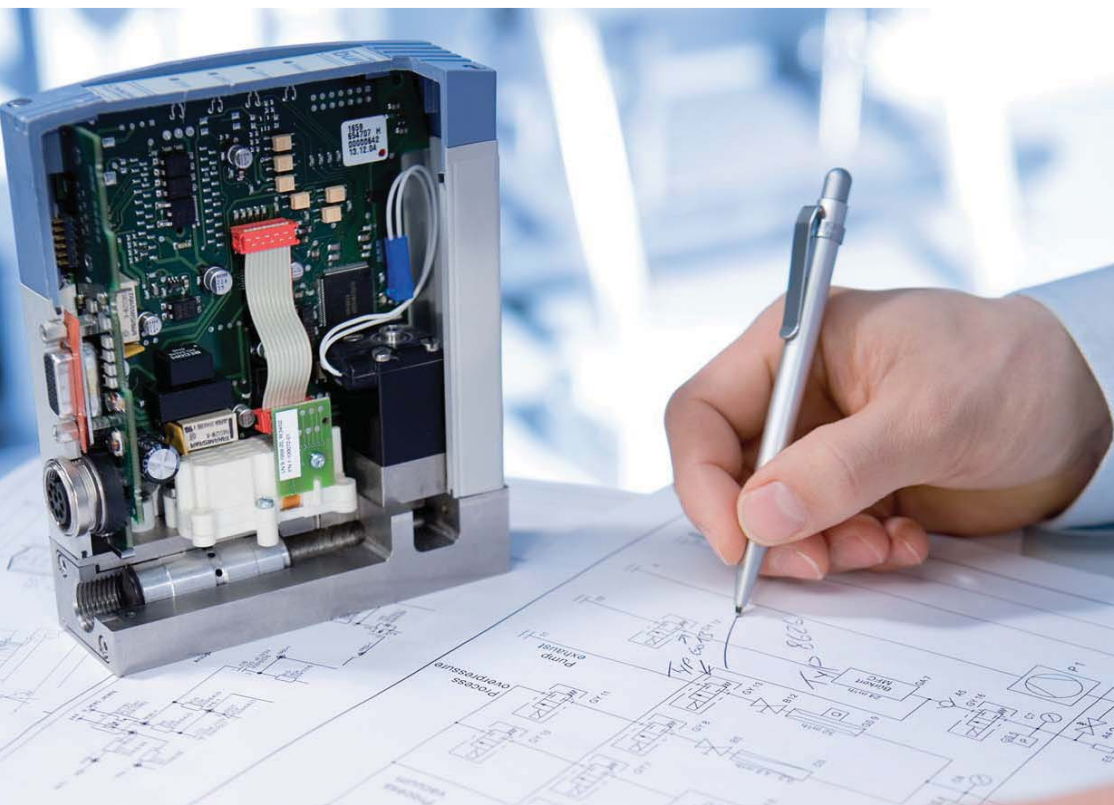
03 ПНЕВМОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ

04 СЕНСОРЫ

05 МИКРОФЛЮИДИКА

**06**

07 ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫЕ КЛАПАНЫ



## Содержание

- 3 \_\_\_\_\_ Введение
- 4 \_\_\_\_\_ Преимущества компании Bürkert
- 6 \_\_\_\_\_ Каталог продукции
- 8 \_\_\_\_\_ Принцип измерения
- 9 \_\_\_\_\_ Регуляторы расхода газа – конструкция и принцип действия
- 20 \_\_\_\_\_ Области применения
- 22 \_\_\_\_\_ Системные решения
- 24 \_\_\_\_\_ Характеристики и единицы измерения
- 26 \_\_\_\_\_ Контактная информация

## Введение

На каких бы языках не говорили в Европе о газе, практически все имеют в виду одно и то же. Однако немногие знают, что в основе этого понятия лежит греческое слово, обозначающее хаос. Совпадение? Едва ли. Газ - это специфическая материя. Он летучий, иногда химически активный и всегда расширяющийся. И поскольку он обладает всеми этими свойствами, к его регулированию предъявляются особые требования.

Технологические газы являются незаменимыми помощниками в промышленном производстве, например, при обработке и закалке поверхностей или процессах ферментации в фармацевтике. Инертные газы используются для защиты упакованных продуктов питания от кислорода. В металлообработке они препятствуют окислению при сварке. Реактивные газы, напротив, используются для целенаправленного управления необходимыми процессами, а также изучения и производства новой продукции. В обоих случаях решающими являются смесь и дозировка. Точное регулирование и постоянный контроль за потоком газа являются залогом стабильного качества, экономии расходов и надежности процессов с воспроизводимыми результатами на неизменно высоком уровне.

Никому не известно об этом больше, чем компании Bürkert. Ведь мы занимаемся измерением, управлением и регулированием газов уже более 60 лет. Наш убедительный ассортимент продукции охватывает всю технологическую цепочку. При этом газам уделяется особое внимание. Многие продукты были созданы специально для них. Расходомеры (MFM) и регуляторы массового расхода газа (MFC) компании Bürkert являются наиболее востребованными компонентами. Они заняли прочное место в различных технологических процессах по всему миру. Они являются эталонами при измерении и регулировании расхода газов.

Воспроизводимость и точность в сочетании с оптимальной ценой и качеством - все это является отличительными характеристиками термических расходомеров и регуляторов расхода газа Bürkert. Мехатронные компактные приборы Bürkert объединяют в себе сразу несколько компонентов. Измерение, управление и регулирование массового расхода газа осуществляется без единой подвижной детали в потоке. Компактность и интеллект приборов обеспечивают простоту их обслуживания. И Вы, как пользователь, только выигрываете от этого.

Получите собственное представление о возможностях расходомеров и регуляторов расхода газа Bürkert. Настоящая брошюра, содержащая технические описания и детальный обзор продукции, поможет вам в этом.

## Увлекательный мир систем контроля жидкостей и газов

Когда заходит речь о работе с жидкостями и газами, то мы на вашей стороне - как производитель технически зрелых продуктов, как масштабно думающий поставщик системных решений и как партнер и консультант. С момента основания нашей компании в 1946 году мы превратились в лидирующую на мировом рынке компанию, занимающуюся системами контроля рабочих жидкостей и газов. Одновременно мы являемся семейным предприятием, чьи мысли и действия базируются на основных ценностях.

### ОПЫТ

Есть вещи, которые доступны не сразу. Их собирают. Получают от других людей. Их постоянно нарабатывают заново. К таким вещам относится опыт. Исходя из нашего многолетнего опыта, мы можем предложить вам обширные знания в области измерения и регулирования газов - от консультаций и разработок до монтажа и тестирования, а также постпродажного сервисного обслуживания. Неважно, идет ли речь об индивидуальном производственном решении или о новаторской системе для измерительного и контрольного процесса в целом, - выигрывайте благодаря нашему опыту.

### СМЕЛОСТЬ

Тот, кто занимается только оптимизацией существующих продуктов, когда-нибудь достигнет предела - технического, экономического, личного. Для преодоления этих границ необходимо мужество: мужество быть другим и верить в свои идеи, мужество рисковать, искать новые пути и разрабатывать доселе не известные продукты. И мы обладаем этим качеством. Мы объединяем и используем наши знания для ваших целей. Выигрывайте с помощью накопленного нами опыта в области регулирования газа, как, например, в глазном регулировании газа, так и в регулировании водорода в топливных элементах.

### ДОСТУПНОСТЬ

Некоторые вещи кажутся очевидными. Только когда они исчезают, мы понимаем, насколько они важны. В первую очередь, это относится к расстояниям. Без близости очень сложно построить отношения и наладить взаимопонимание. И нам это очень хорошо известно из личного опыта. Поэтому мы всегда рядом с вами. Для того чтобы совместно создавать наилучшие решения для поставленных перед нами задач в области измерения и регулирования газов. У нас 35 филиалов, и это позволяет нам продвигать технические новинки на благо наших клиентов по всему миру.

## Ассортимент продукции Bürkert

Мы являемся одной из немногих компаний на рынке, предлагающих весь спектр оборудования и компонентов для измерения, управления и регулирования. Ассортимент нашей продукции включает в себя магнитные и пневматические клапаны, регулирующие и аналитические клапаны, а также пневмораспределители и сенсоры.



Наш ассортимент магнитных клапанов прямого действия и с сервоприводом не знает себе равных. Более подробная информация содержится в этом каталоге.



Компания Bürkert предлагает неограниченные варианты и конфигурации для регулирования процессов при помощи отсечных и мембранных пневмоклапанов.



В этом каталоге вы узнаете все о наших пневмораспределителях, пневмоостровах и системах автоматизации, а также найдете информацию о наших распределительных шкафах.



Сенсоры, преобразователи и контроллеры Bürkert для обработки и регулирования потока, температуры, давления, уровня, значения pH/ОВП и электропроводности.



В каталоге представлен обзор микроклапанов и насосов Bürkert, обеспечивающих точную и надежную работу при малых расходах.



В данном каталоге содержится техническая информация о расходомерах/регуляторах массового расхода газа и детальный обзор продукции.



В этом каталоге представлены пропорциональные клапаны со всеми необходимыми характеристиками, принципами действия и областями применения.



## Обзор продукции

Тип	8626 (регулятор)/8006 (расходомер)	8710 (регулятор)/8700 (расходомер)	8711 (регулятор)/8701 (расходомер)	8712 (регулятор)/8702 (расходомер)	8713 (регулятор)/8703 (расходомер)
Диапазон измерений (273,15 К, 1013,25 мбар)	25 – 1500 л <sub>н</sub> /мин. (N <sub>2</sub> )	0,005 – 10 л <sub>н</sub> /мин. (N <sub>2</sub> )	0,02 – 80 л <sub>н</sub> /мин. (N <sub>2</sub> )	0,02 – 50 л <sub>н</sub> /мин. (N <sub>2</sub> )	0,02 – 50 л <sub>н</sub> /мин. (N <sub>2</sub> )
Исполнение сенсора	Сенсор Inline	Капиллярный сенсор	КМОП-сенсор		
Материал корпуса	Нержавеющая сталь, алюминий	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь, алюминий	Нержавеющая сталь	Нержавеющая сталь, алюминий
Давление / бар	10	10	10		
Масштабируемость	1:50	1:50	1:50		
Точность измерений	±1,5% от измеряемого знач. ±0,3% от конечного знач.	±1,5% от измеряемого знач. ±0,3% от конечного знач.	± 0,8% от измеряемого значения ± 0,3% от конечного значения		
Время отклика	< 500 мс	< 3000 мс	< 300 мс		
Воспроизводимость	± 0,1% от конечного значения	± 0,1% от конечного значения	± 0,1% от конечного значения		
Класс защиты	IP65	IP40	IP40	IP65	IP40
Коммуникация	Стандартный сигнал, RS-232 или RS-485, Profibus DP, DeviceNet, CANopen, Modbus	Стандартный сигнал, RS-232 или RS-485, Profibus DP, DeviceNet, CANopen, Modbus	Стандартный сигнал, RS-232 или RS-485, Profibus DP, DeviceNet, CANopen, Modbus		RS-232 или RS-485, Modbus
Специфические характеристики прибора	Прямое измерение с контактом со средой	Косвенное измерение без контакта со средой	Прямое измерение с контактом со средой		
	Незначительная потеря давления	Незначительная потеря давления	Незначительная потеря давления		
	Требования к стабилизации потока на входе и выходе отсутствуют	Требования к стабилизации потока на входе и выходе отсутствуют	Требования к стабилизации потока на входе и выходе отсутствуют		
	Нейтральные газы	Агрессивные, ядовитые газы	Нейтральные газы		
	Калибровка по натуральному газу	Калибровка по натуральному газу или коэффициент пересчета	Калибровка по натуральному газу, возможно использование коэффициента пересчета		
	Герметичность до 10 <sup>-6</sup> мбар л <sub>н</sub> /с	Герметичность до 10 <sup>-9</sup> мбар л <sub>н</sub> /с	Герметичность до 10 <sup>-6</sup> мбар л <sub>н</sub> /с		
	Устойчив к влажности и примесям		Устойчивость к влажности и примесям		

## Термический принцип измерения массового расхода

Известная физическая закономерность - тепло всегда устремляется в область с более низкими температурами. Таким образом, если тело обладает большей температурой, нежели окружающая среда, оно отдает свою тепловую энергию проходящему мимо потоку. Этот принцип, а именно теплопроводность и теплопередача в газах, лежит в основе термического/калориметрического метода измерения.

Термические сенсоры для определения массового расхода газа состоят из нагревательного элемента и температурных датчиков. Они устанавливаются как в потоке газа, так и вне его. Нагревательный элемент повышает температуру газа, а температурные датчики контролируют количество отводимого тепла.

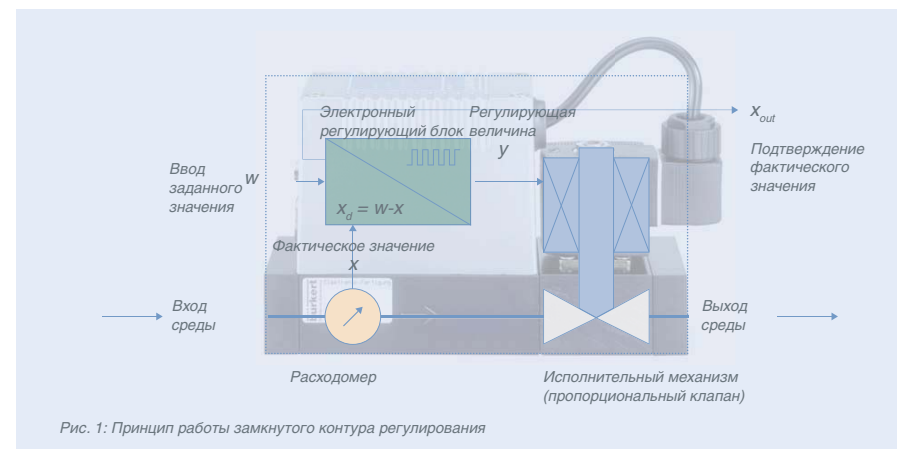
Количество отводимого тепла является критерием фактического массового расхода газа. Если говорить о понятии массового расхода, то оно обозначает массу, т.е. вес протекающей среды. В нашем конкретном случае - это вес газа, проходящего через прибор за определенный промежуток времени. Обычно он измеряется в кг/ч, г/с или моль/с. В отличие от массового расхода объемный расход газа, измеряемый в м<sup>3</sup>/ч, л/мин. или мл/с, обозначает объем газа, проходящего через прибор за определенный промежуток времени. При его измерении для сравнения необходимы дополнительные параметры, такие как температура и давление. То есть преимущество в измерении массового, а не объемного расхода газа налицо. Кроме того, газы сжимаются. Их плотность и, соответственно, объем изменяются в зависимости от давления и температуры. Исходя из этого, во многих отраслях измерение массового расхода является более информативным, чем измерение объемного расхода.

Использование расходомеров/регуляторов массового расхода наиболее уместно там, где требуются высокая точность и воспроизводимость, напр., при перегонке, обработке поверхностей или в технологиях топливных элементов. Но наши приборы могут работать и там, где расчет традиционно ведется в единицах объемного расхода. Ведь если известна стандартная плотность газа, то, зная массовый расход газа, можно вычислить его стандартный объемный расход, т.е. ту величину объемного расхода, которая относится к стандартному состоянию (по DIN 1343). Более подробную информацию смотрите на стр. 24 и далее.

Представленные на следующих страницах расходомеры/регуляторы массового расхода газа настраиваются как на массовый, так и на объемный расход (см. раздел „Калибровка“ на стр. 16).

## Конструкция и принцип работы регуляторов массового расхода газа

Регуляторы массового расхода типа 8626, 8710, 8711, 8712 и 8713 являются компактными приборами, с помощью которых регулируется массовый расход газов. Они регулируют заданную величину расхода независимо от таких помех, как перепады давления или временные сопротивления потока, возникающие, например, вследствие загрязнения фильтров. Регуляторы расхода состоят из расходомера, электронного модуля (с функциями обработки сигнала, регулирования и управления клапанами), а также из пропорционального клапана, выполняющего роль исполнительного механизма. Ввод заданного значения осуществляется электрически при помощи стандартного сигнала или через интерфейс Feldbus. Регистрируемое сенсором фактическое значение сравнивается в регуляторе с заданным значением. Управляющая величина в виде ШИМ-сигнала передается регулятором на исполнительный механизм и настраивается в зависимости от установленной погрешности регулирования. Кроме того, через аналоговый электрический интерфейс или интерфейс Feldbus фактическое значение сообщается внешним приборам для оперативного контроля или анализа. Компактное исполнение регулятора массового расхода газа, а также его простой монтаж обеспечивают надежную работу всего замкнутого контура регулирования расхода. Дополнительные мероприятия, например, прокладка кабелей и настройка отдельных компонентов, учет длины трубопроводов (участки на входе и выходе для стабилизации потока) не требуются.



## Сенсоры Inline

типа 8626/8006

Сенсоры Inline работают в режиме ТПТ (термоанемометры постоянной температуры). При этом электрическое термосопротивление ( $R_s$ ) и измерительное сопротивление ( $R_t$ ) настраиваются на постоянную разницу температур. Оба сопротивления находятся непосредственно в потоке газа; еще три сопротивления - вне его. Все сопротивления объединены в электроизмерительный мост. Первое сопротивление в потоке среды ( $R_t$ ) измеряет температуру жидкости. Второе, низкоомное сопротивление ( $R_s$ ), постоянно нагревается настолько, чтобы поддерживать четко заданную избыточную температуру относительно температуры жидкости (измеренную при помощи  $R_t$ ). Необходимый для этого ток накала служит величиной для массового расхода газа, проходящего по каналу. Он является первичной измерительной величиной. Соответствующая стабилизация потока внутри регулятора обеспечивает высокоточный расход газа за единицу времени. Благодаря тому, что сопротивления  $R_t$  и  $R_s$  расположены непосредственно в канале, приборы обладают великолепной динамикой: время отклика при изменении заданного или фактического значений составляет сотые доли миллисекунды. Кроме того, сенсор практически не загрязняется.

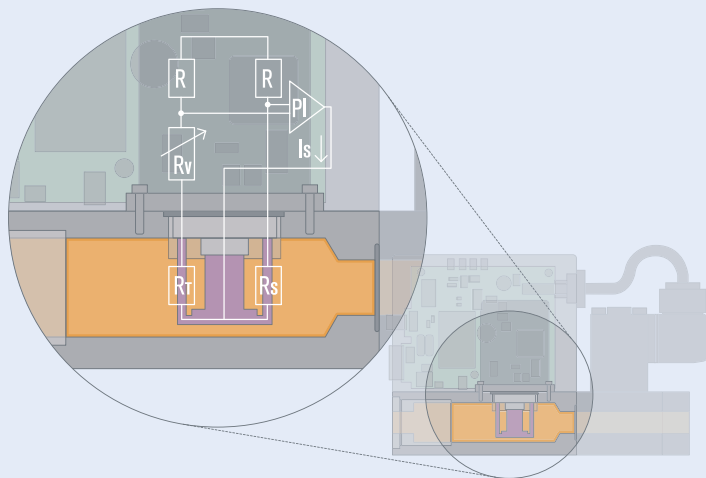


Рис. 2: Функциональная схема сенсора Inline

## КМОП-сенсоры

типа 8711/8701, 8712/8702, 8713/8703

В отличие от сенсоров Inline, которые измеряют массовый расход в основном канале, сенсоры КМОП определяют параметры в обводном канале. А именно: установленный в основном канале пластинчатый элемент отвечает за необходимое падение давления. Ввиду этого небольшая часть общего потока направляется в параллельный обводной канал. Для регистрации измеряемой величины на стенке канала расположен кремниевый чип с мембраной. В мембрану также входят термосопротивление и два температурных датчика, установленных симметрично по направлению потока и против потока (по технологии CMOSens®). При подаче на термосопротивление постоянного напряжения разность напряжений температурных датчиков является величиной массового расхода газа, проходящего в канале через чип. Малая термическая масса температурных датчиков и их контакт с потоком имеют свои преимущества: сенсор мгновенно реагирует на изменение расхода. Регулятор расхода газа способен компенсировать изменения заданного или фактического значений менее чем за 100 мс. Его высокая чувствительность зарекомендовала себя даже при самых малых расходах.

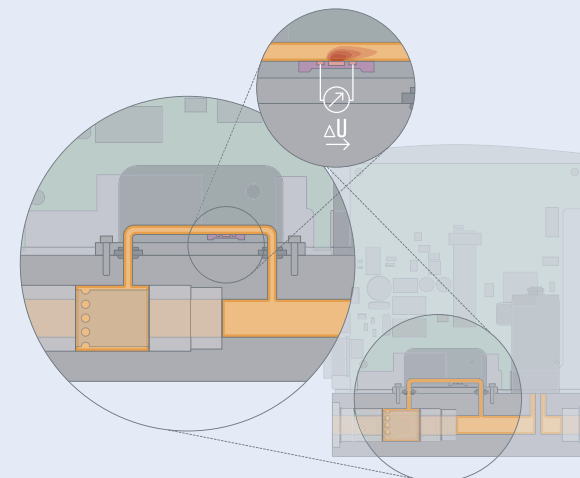


Рис. 3: Функциональная схема КМОП-сенсора



## Капиллярные сенсоры

типа 8710/8700

Как и у сенсоров КМОП, пластинчатый элемент капиллярного сенсора так же приводит к потере давления в основном канале. В обоих случаях часть общего потока устремляется по параллельному обводному каналу. Существенное же отличие таково: у капиллярного сенсора нет непосредственного контакта со средой. Капилляр из нержавеющей стали обмотан двумя температурозависимыми сопротивлениями. Они образуют половину мостовой схемы Уитстона. При прохождении газа через капилляры тепло передается по направлению потока от  $R_1$  к  $R_2$ . Коэффициент сопротивления  $R_1$  уменьшается, коэффициент сопротивления  $R_2$  увеличивается. При подаче на мост постоянного тока его выходное напряжение изменяется пропорционально разности сопротивлений. В диапазоне измерений возникает линейная зависимость между выходным напряжением и массовым расходом газа. Эта зависимость позволяет работать даже с такими газами, на которые сенсор не настроен. Значение расхода согласовывается с фактической средой при помощи коэффициента пересчета. Упрощенная калибровка и выбор материала в зависимости от вида газа позволяют использовать капиллярные сенсоры для агрессивных газов. Динамика измерения зависит от характеристик стенок капилляров из нержавеющей стали. В определенной степени они действуют как термобарьер. Время отклика капиллярных сенсоров составляет несколько секунд. Этого достаточно для основных процессов с агрессивными и токсичными газами.

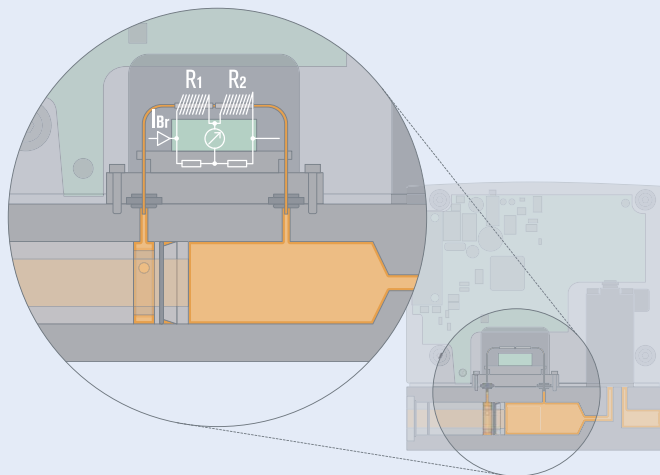


Рис. 4: Функциональная схема капиллярного сенсора

## Пропорциональные клапаны

Пропорциональные электромагнитные клапаны - это электромагнитные (плунжерные) регулирующие клапаны.

Они открываются на определенную длину хода в зависимости от управляющего сигнала. В клапане противодействуют две силы: сила пружины и сила пропорционального магнита. В обесточенном состоянии предварительно натянутая пружина удерживает сердечник непосредственно в седле клапана. Клапан закрыт. При прохождении тока через катушку возникает магнитное поле, которое поднимает сердечник против силы пружины. Клапан открывается. Газ выходит. Интенсивность тока катушки или усиления электромагнита влияют на подъем сердечника/степень открытия клапана и, соответственно, на количество газа, проходящего через клапан. Благодаря простой конструкции и прямому действию сервоклапаны небольшие, компактные и экономичные. Эти качества наиболее востребованы в замкнутых контурах регулирования процессов. Сечения клапанов рассчитываются, исходя из следующих параметров: требуемого номинального расхода ( $Q_{ном.}$ ), соотношения давлений и плотности рабочего газа (см. раздел „Расчет параметров“ на стр. 18). Регуляторы расхода газа работают с пропорциональными клапанами сечением от 0,05 до 12 мм в различных диапазонах расхода.

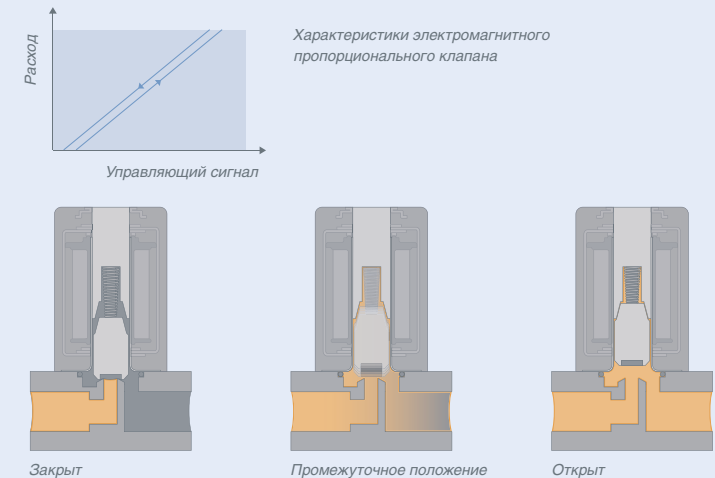


Рис. 5: Принцип действия пропорциональных клапанов

## Цифровая электроника

С одной стороны, микропроцессор обрабатывает актуальные заданные и фактические значения. С другой стороны, он управляет исполнительным механизмом (пропорциональным клапаном). При этом контроллер выполняет еще одну задачу - преобразовывает аналоговый сигнал сенсора в цифровой. С помощью калибровочной кривой он также пересчитывает сигнала сенсора в значение, соответствующее фактическому расходу. Отклонение регулируемой величины ( $x_0$ ) от заданного ( $w$ ) и фактического ( $x$ ) значений регулятор обрабатывает с помощью изодромной характеристики. При этом рассчитывается регулирующая величина ( $y$ ), управляющая исполнительным механизмом. Параметры регулирования предварительно задаются при калибровке. Ввиду специфических особенностей каждого объекта управления регулятор работает с коэффициентами усиления. Они исчисляются с помощью программы автоматической настройки. Динамика регулирования, степень фильтрации или сглаживания сигнала фактического значения - все эти настройки могут быть изменены позднее посредством программного обеспечения MassFlowCommunicator. В зависимости от исполнения прибора сигналы заданного и фактического значений могут задаваться или подтверждаться аналоговым или цифровым способом: аналоговый - через интерфейс стандартного сигнала, а цифровой - через интерфейсы RS-232/RS-485 или Feldbus (Profibus, DeviceNet, CANopen и Modbus). Для связи с ПО MassFlowCommunicator потребуется цифровой интерфейс RS-232 или RS-485 (зависит от исполнения прибора). В целом электроника с микропроцессорным управлением обладает значительными преимуществами: уменьшается число сдвигов и смещений значений в модулях, появляется возможность программно-технического управления важными процессами. Необходимые для этого параметры (калибровочные кривые, корректирующие и регулирующие функции и т.д.) могут быть записаны в память прибора.

DeviceNet  
CONFORMANCE TESTED

CANopen

PROFIBUS

Modbus-IDA  
the architecture for distributed automation





## Калибровка

В процессе калибровки диапазон сигналов сенсора согласовывается с диапазоном регулирования расхода или измерительным диапазоном. Калибровка величин расхода и определение соответствующих сигналов осуществляются при помощи высокоточных эталонов расхода. После регистрации кривой расхода настраиваются входные и выходные сигналы, т.е. диапазон расхода соотносится с диапазоном сигналов. Расходомеры или регуляторы массового расхода газа, как правило, калибруются по определенному газу. Регулирование другого газа будет безупречным и надежным только после ввода второй калибровочной кривой. Исключения составляют газы с аналогичными свойствами, например, азот и кислород. В этом случае достаточно коэффициента пересчета для всего диапазона расхода. Для приборов с капиллярными сенсорами ввиду совсем незначительных погрешностей при работе почти со всеми газами также достаточно только коэффициентов пересчета. В принципе, любая газовая смесь может быть измерена, если ее состав остается неизменным. Часто расходомеры/регуляторы расхода газа настраиваются на следующие газы: воздух, азот, кислород, аргон, гелий, водород, метан, природный газ, пропан, аммиак, углекислый газ, угарный газ, сернистый газ или различные газовые смеси. Если требуются предварительные настройки наивысшей точности, то рекомендуется проводить калибровку по рабочему газу. Калибровка по рабочему газу для агрессивных газов не проводится.

Эталоны расхода, используемые на калибровочных стендах, соответствуют нормам Немецкой калибровочной службы (DKD), входящей в состав Федерального физико-технического института (PTB), и Национального института по стандартам США (NIST). Физико-технический институт является подписантом соглашения о взаимном признании стандартов (MRA – Mutual Recognition Agreement).

burkert		Burkert Fluid Control Systems Division 86.6		
burkert.com/ru/eng		F 47020 Trencherstr. 10 86630 Germer - 02308 08 111 www.burkert.com		
<b>Calibration Protocol</b> <b>Mass Flow Controller type 8626</b>				
Order No.:	07027517			
Device Ident No.:	0003406			
Maximal Flow Rate:	50.00 Nm³/h	Class:		
TypSignal:	4...20 mA			
Output Signal:	4...20 mA			
Serial No.:	001000			
Software Revision:	A.00.04.00			
Calibration Reference:	Gasflow 4.0 IDG2.5, SN1880541, MD 4 m³/h			
Operating Gas:	Propane			
Calibration Gas:	Propane			
Inlet Pressure:	0.18 bar (g) referred to operating gas			
Scale Right Pressure:	bar (g) 4.0			
Temperature:	27.1 °C			
Installation Position:	vertical, flow upwards			
Calibration Data:				
	Flow Rate [Nm³/h]	Reference [Nm³/h]	Conversion [% F.S.]	Allowed Dev. [% F.S.]
	10.00	10.00	100	±0.20
	20.00	19.970	99.85	±0.08
	30.00	29.920	99.73	±0.08
	40.00	39.820	99.55	±0.08
	50.00	49.720	99.44	±0.08

Рис. 6: После прохождения калибровки для каждого расходомера/регулятора массового расхода газа составляется калибровочный протокол. При калибровке 2 газов или калибровке больших диапазонов составляются два протокола.

## Дополнительные функции

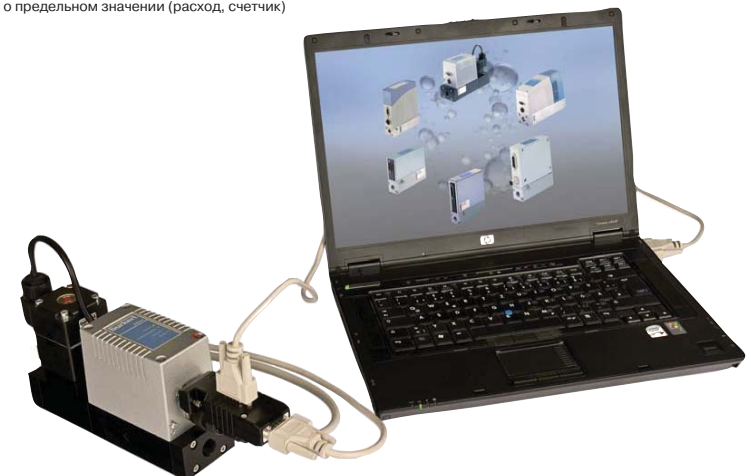
С помощью программного обеспечения MassFlowCommunicator вы можете запрограммировать многочисленные дополнительные функции. Для этого расходомер/регулятор расхода газа через адаптер подключается к компьютеру. В вашем распоряжении будут следующие функции/опции:

### Настройка

- Установка динамики регулирования
- Выбор стандартных сигналов для заданного и фактического значений
- Предварительный ввод профиля заданного значения
- Многократная калибровка: выбор рабочего газа
- Назначение функций для бинарных входов:
  - переключение на другой газ
  - автоматическая настройка
  - сброс счетчика или выключателя предельного значения
  - запасное заданное значение
  - режим управления (клапан управляется непосредственно через заданное значение)
  - открытие клапана, напр., для процессов очистки
  - и прочие
- Назначение функций для бинарных выходов:
  - сообщение об ошибке
  - выход переключения, напр., для запорного клапана
  - сообщение о предельном значении (расход, счетчик)
  - и прочие

### Диагностика и сервис

- Анализ контура регулирования
- Графическое отображение заданного, фактического значений и положения клапана за промежуток времени
- Светодиодная индикация режима работы
- Программа повторной калибровки
- Обновление программного обеспечения
- Функция автоматической настройки: автоматическая настройка диапазона положений клапана к условиям процесса
- Настройка стандартных сигналов
- и прочие



## Расчет параметров

Вы хотите регулировать/дозировать газ или просто измерять его?

В состав регуляторов массового расхода газа входит пропорциональный клапан, который регулирует необходимый расход газа. У расходомеров же актуальный расход газа отображается в форме сигнала фактического значения.

Регулирование или измерение какой среды вы осуществляете?


Расходомеры/регуляторы расхода газа могут калиброваться по газу или газосмеси. Если речь идет о смеси, то для расчета параметров и калибровки прибора очень важно знать ее точный состав в процентном соотношении. У расходомеров/регуляторов расхода с сенсорами Inline или КМОП настройка рабочего газа осуществляется как для газа, так и для газосмеси. У расходомеров/регуляторов расхода с капиллярными сенсорами ввиду линейной зависимости между расходом и измеряемой величиной калибровка может осуществляться при помощи нейтрального газа. Во время работы с помощью фактора пересчета для соответствующего рабочего газа или газосмеси проводится корректировка измеренного расхода. Предварительно необходимо проверить устойчивость (совместимость) компонентов расходомера/регулятора расхода газа, вступающих в контакт со средой. Относительная влажность газа может составлять до 100%. Однако в любом случае следует избегать жидкой фазы. Примеси должны быть удалены фильтром предварительной очистки.

Какие характеристики процесса вы знаете?

Для оптимального расчета параметров расходомера/регулятора расхода газа потребуются следующая информация: максимальный расход ( $Q_{\text{ном}}$ ); стандартная плотность  $\rho_N$  среды. Для газовых смесей эти параметры могут быть выражены в процентном соотношении. Далее необходимо выяснить температуру среды ( $T_1$ ), а также давление при номинальном расходе ( $Q_{\text{ном}}$ ), которое измеряется перед и после расходомера/регулятора расхода газа ( $p_1, p_2$ ). Все эти данные позволят рассчитать коэффициент расхода (см. техпаспорта пропорциональных клапанов). При настройке регулятора расхода газа важно, чтобы исчисленное значение было выше коэффициента  $K_f$  установки в целом и чтобы калибровка велась именно по нему. Слишком большие диапазоны негативно влияют на качество регулирования. Слишком маленькие диапазоны могут привести к тому, что регулятор расхода газа не обеспечит необходимый расход. Так называемый „авторитет“ регулятора расхода газа („авторитет“ клапана; см. раздел „Характеристики“ на стр. 24) не должен быть ниже значения 0,3 ... 0,5. Необходимость в регулировании минимального расхода ( $Q_{\text{мин}}$ ) проверяется на основании желаемого диапазона измерений. Ввод максимального давления на входе ( $P_{1\text{max}}$ ) обязателен, в противном случае не будет обеспечена герметичность исполнительного механизма, находящегося в регуляторе расхода, во всех режимах работы.

В какой форме вводится заданное значение и фиксируется фактическое значение?

Электронный блок имеет цифровое исполнение. Исполнение интерфейсов может быть аналоговым или цифровым. При аналоговой передаче данных вы можете использовать любые стандартные сигналы, при цифровой коммуникации - интерфейсы RS-232 или RS-485, а также Feldbus (Profibus, DeviceNet, CANopen, Modbus).



**B711**

**Совет**  
Вы можете заполнить формуляр в режиме он-лайн, а затем просто распечатать его.

### Формуляр заказа расходомера/регулятора массового расхода газа

▶ Заполните формуляр и отправьте его по факсу (495) 686 58 36 или по e-mail: [info@burkert.ru](mailto:info@burkert.ru)

Компания	Контактное лицо
Должность	Отдел
Адрес	Тел./факс
Мобильный телефон	E-Mail

Расходомер   
  Регулятор расхода   
  кол-во   
  желаемый срок поставки

#### Характеристики среды

Газ (содержание газа в смеси) 
  
 Плотность [кг/м<sup>3</sup>] 
  
 Температура среды [°C или °F]  °C     °F

Содержание влаги [г/м<sup>3</sup>] 
  
 Абразивные примеси/твердые частицы   
  нет   
  да, следующие:

#### Характеристики потока

**Максимальный расход  $Q_{\text{ном}}$**    
  л<sub>N</sub>/мин.<sup>1)</sup>   
  см<sup>3</sup>/мин.<sup>1)</sup>
  
   
  м<sup>3</sup>/ч.<sup>1)</sup>   
  см<sup>3</sup>/мин.<sup>2)</sup>
  
   
  кг/ч   
  л<sub>N</sub>/мин.<sup>2)</sup>
  
**Минимальный расход  $Q_{\text{мин}}$**    
  л<sub>N</sub>/мин.<sup>1)</sup>   
  см<sup>3</sup>/мин.<sup>1)</sup>
  
   
  м<sup>3</sup>/ч.<sup>1)</sup>   
  см<sup>3</sup>/мин.<sup>2)</sup>
  
   
  кг/ч   
  л<sub>N</sub>/мин.<sup>2)</sup>

Давление на входе при  $Q_{\text{ном}}$      $P_1 =$   бар (изб.) ●

Давление на выходе при  $Q_{\text{ном}}$      $P_2 =$   бар (изб.) ●

Макс. давление на входе  $P_{1\text{max}}$      бар (изб.) ●

Трубопровод (наружный Ø)  мм     дюймов

Присоединение к трубопроводу
   
 без резьбового соединения
   
 резьба G 1/4 (DIN ISO 228/1)
   
 резьба NPT 1/4 NPT (ANSI B1.2)
   
 с резьбовым соединением
   
 фланцевое исполнение

Положение при монтаже
   
 горизонтальное, клапан стоит (стандарт)     горизонтальное, клапан лежит
   
 вертикальное, поток вниз     вертикальное, поток вверх

Температура окр. среды  °C

#### Характеристики материалов

Материал корпуса   
 алюминий   
 нержавеющей сталь

Материал уплотнения   
 FKM   
 EPDM   
 иной:

#### Электрические характеристики

Сигналы для входа заданного значения/выхода фактического значения	<input type="checkbox"/> стандартный сигнал	<input type="checkbox"/> PROFIBUS-DP
	<input type="checkbox"/> 0-5 В	<input type="checkbox"/> DeviceNet
	<input type="checkbox"/> 0-10 В	<input type="checkbox"/> CANopen
	<input type="checkbox"/> 0-20 мА	<input type="checkbox"/> CANopen

● Все значения давления указывайте в виде избыточного давления относительно атмосферного [бар(изб.)]  
 1) при 1.013 бар(a) и 0°C    2) при 1.013 бар(a) и 20°C

Больше информации о продукции компании Bürkert смотрите на сайте [www.burkert.ru](http://www.burkert.ru)

Мы с удовольствием проконсультируем Вас при нестандартных решениях   
 Права на технические изменения защищены © Christian Bürkert GmbH & Co. KG   
 09055\_DE-de\_00890872

стр. 6/6

## Стандартные области применения

На рисунках ниже показаны возможные области применения расходомеров/регуляторов расхода газа.

### Управление горением

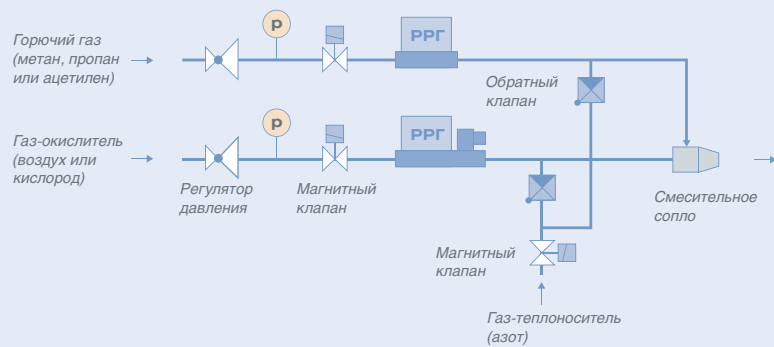


Рис. 7: Расходомеры и регуляторы массового расхода газа используются для смешивания горючего газа и кислорода в точных пропорциях.

### Плазменное регулирование

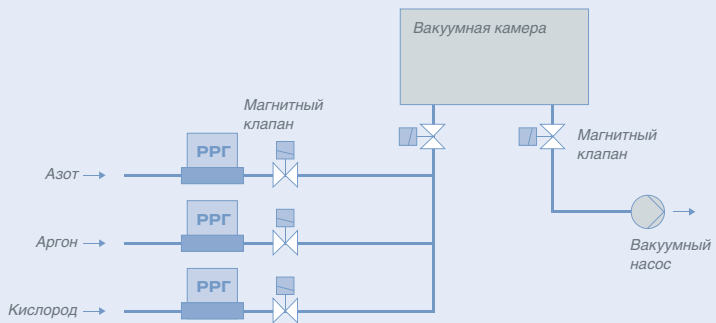


Рис. 8: При помощи регуляторов расхода газа осуществляется точная дозировка газа или газосмесей в вакуумной камере и тем самым обеспечивается обработка продукции в плазменной среде.

### Регулирование атмосферы

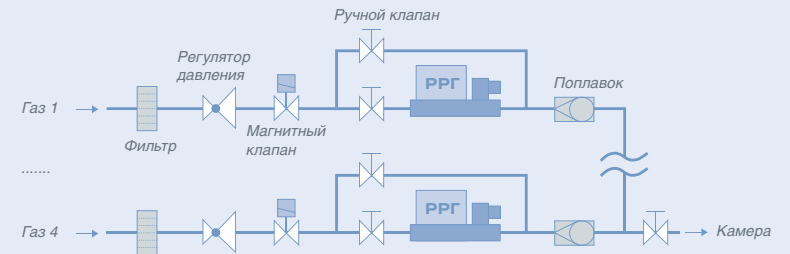


Рис. 9: Регуляторы массового расхода газа используются в воспроизводимых процессах. Объем атмосферы может простирается от точечной области в зоне сварного шва до объема камеры печи для термообработки.



## Системная техника

Технологические процессы многообразны. Техника комплексна. Ассортимент продукции широк. И хорошо, если у вас есть партнер, чья репутация уже давно не жидется только на разработке высококачественных инновационных продуктов. Ведь за последние десятилетия фирма Bürkert прекрасно зарекомендовала себя как поставщик системных решений по всему миру.

Преимущества системной техники Bürkert очень убедительны: указав всего один номер заказа, вы получаете пакет, который полностью удовлетворяет вашим специальным требованиям. Таким образом, вы экономите время и деньги на закупку и монтаж. И даже больше: благодаря системным решениям Bürkert вы экономите на прокладке сложных систем трубопроводов и на крепежном материале. Все это дает чувство уверенности и надежности. Вся система проходит проверку на герметичность и имеет минимальное количество стыков. В области регулирования газов все компоненты взаимодействуют между собой: магнитные клапаны, регуляторы массового расхода газа, сенсоры, выключатели, встроенные обратные клапаны, сменные фильтры и ручные клапаны. Всем этим компонентам требуется место. Но если техника поставляется одним производителем, то это будет модульное компактное исполнение. Приобретая масштабируемую системную технику Bürkert, вы получаете все необходимые опции, в том числе и на будущее. Модули Bürkert подготовлены для последующих обновлений. Доукомплектация или переоснащение - уже сейчас мы подготовим для вас дополнительное место под клапаны, которые могут понадобиться вам в дальнейшем.

Все это - убедительные аргументы для приобретения системных решений. И если поставщик систем Bürkert, то вы получите всестороннюю поддержку лидера на рынке технологий.

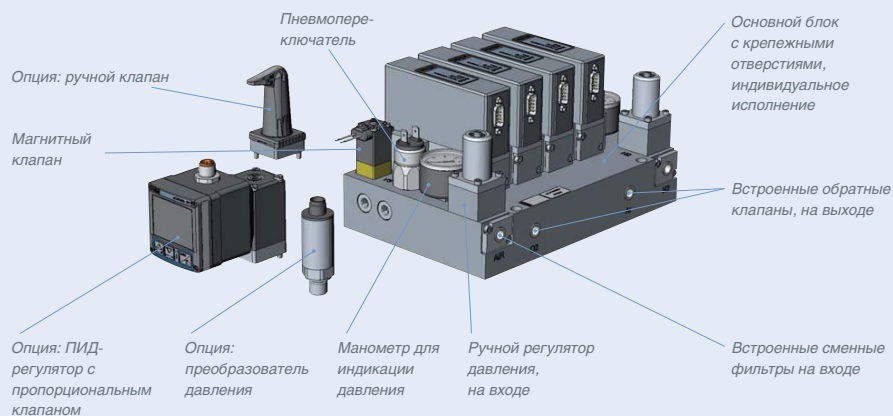


Рис. 10: Пример системы



## Характеристики и единицы измерения

Диапазон предельных значений/номинальный расход ( $Q_{ном}$ )  
 Диапазон предельных значений - это возможные предельные значения диапазона измерения. Наименьшим значением является минимально возможное предельное значение/номинальный расход, наибольшим значением - максимально возможное предельное значение/номинальный расход. Данные основываются на определенных эталонных условиях (напр., нормолитр в минуту или стандартный кубический сантиметр в минуту).

Рабочая среда/калибровочная среда

Как правило, для калибровки используется рабочая среда, в исключительных случаях - эталонный газ (напр., азот).

Диапазон измерений

Характеристика задается в виде пропорции, например, 1:50. Соотношение минимального регулируемого расхода и номинального расхода.

Время регулирования

Время, которое требуется регулятору массового расхода газа для достижения 95% разности между новым и старым значением расхода после скачка заданного значения; указывается в мс (миллисекундах).

Время отклика

Время, которое требуется регулятору расхода газа для того, чтобы после внезапного изменения расхода с  $Q_1$  до  $Q_2$  привести индикацию в соответствие с новым значением на 95%.

$$Q_{МФМ}(t_{95}) = Q_1 + 0,95(Q_2 - Q_1)$$

Точность измерения

Параметр указывается в  $\pm$  x% от измеряемого значения  $\pm$  у% от конечного значения. Первое значение является относительной составляющей, второе - основной составляющей.

Воспроизводимость

Параметр указывается в  $\pm$  x% от конечного значения. Воспроизводимость является единицей разброса фактических значений, получаемых, исходя из определенного начального значения, при повторном вводе заданного значения.

$K_v$ -фактор (коэффициент расхода)

Коэффициент  $K_v$  также называют фактором или коэффициентом расхода. Это величина, обозначающая расход желаемого количества жидкости или газа через клапан и служащая для выбора и определения размеров клапанов. Единицей коэффициента  $K_v$  является  $m^3/ч$ . Коэффициент  $K_v$  соответствует расходу воды через клапан (в  $m^3/ч$ ) при дифференциальном давлении 1 бар и температуре воды от +5 до +30°C.

$c_v$ -фактор (коэффициент расхода)

Аналогичен коэффициенту  $K_v$ , но базирующийся на англо-саксонской системе мер. Единицей является галлон США в минуту при дифференциальном давлении 1 psi и температуре 60°F.

$$c_v = K_v * 1,17$$

Нормы (DIN 1343)

Нормы определены при

$$p_n = 1,013 \text{ бар, абсолютное}$$

$$t_n = 0^\circ\text{C} (273 \text{ K})$$

Стандартные условия

Стандартные условия определены при

$$p_{ст} = 1,013 \text{ бар, абсолютное}$$

$$t_{ст} = 20^\circ\text{C} (293 \text{ K})$$

Плотность

Плотность ( $\rho$ ) отображает соотношение между массовым расходом ( $\dot{m}$ ) и объемным расходом ( $\dot{V}$ ). При этом необходимо учитывать параметры давления и температуры (см. выше).

$$\rho = \dot{m}/\dot{V}$$

Авторитет клапана  $t(\psi)$

$$\psi = (\Delta p)_{00} / (\Delta p)_0$$

$(\Delta p)_{00}$  = потеря давления у регулятора массового расхода газа при полностью открытом клапане

$(\Delta p)_0$  = потеря давления на всей установке

Расход (объем)	$m^3/ч$	$dm^3/ч$	$dm^3/мин.$	$cm^3/ч$	$cm^3/мин.$	$ft^3/ч$	$ft^3/мин.$
1 $m^3/ч$ =	1	10	16,67	$10^6$	$16,67 * 10^3$	35,32	$58,87 * 10^{-2}$
1 $dm^3/ч$ (л/ч) =	$10^{-3}$	1	$16,67 * 10^{-3}$	10	16,67	$35,32 * 10^{-3}$	$58,87 * 10^{-5}$
1 $dm^3/мин.$ (л/мин.) =	0,06	60	1	$60 * 10^3$	$10^3$	2,119	$35,32 * 10^{-3}$
1 $cm^3/ч$ (мл/ч) =	$10^{-6}$	$10^{-3}$	$16,67 * 10^{-6}$	1	$16,67 * 10^{-3}$	$35,32 * 10^{-6}$	$58,87 * 10^{-8}$
1 $cm^3/мин.$ (мл/мин.) =	$60 * 10^{-6}$	0,06	$10^{-3}$	60	1	$21,19 * 10^{-4}$	$35,32 * 10^{-6}$
1 $ft^3/ч$ =	$28,32 * 10^{-3}$	28,32	0,472	$28,32 * 10^3$	472	1	$16,67 * 10^{-3}$
1 $ft^3/мин.$ =	1,69	$1,69 * 10^3$	28,32	$1,69 * 10^6$	$28,32 * 10^3$	60	1

Расход (масса)	кг/ч	г/ч	г/мин.
1 кг/ч =	1	10	16,67
1 г/ч =	$10^{-3}$	1	$16,67 * 10^{-3}$
1 г/мин. =	0,06	60	1

Давление	бар	мбар	Па	Torr	psi
1 бар =	1	10	$10^5$	750,1	14,505
1 мбар =	$10^{-3}$	1	10	$750,1 * 10^{-3}$	$14,50 * 10^{-3}$
1 Па = 1 N/m <sup>2</sup> =	$10^{-5}$	$10^{-2}$	1	$750,1 * 10^{-5}$	$14,50 * 10^{-5}$
1 Torr = 1 мм рт. ст. =	$1,33 * 10^{-3}$	1,33	133	1	$19 * 10^{-3}$
1 psi =	$68,9 * 10^{-3}$	68,95	$68,96 * 10^2$	51,71	1

Температура	°C	°F
	-10	14
	0	32
	10	50
	20	68
	30	86
	40	104
	50	122
	60	140
	70	158
	80	176
	90	194
	100	212