

Европейский взгляд на ГРП

Требования европейских стандартов по регулированию давления в системах распределения природного газа и практика их реализации в странах – членах ЕС.

АВТОР: А. Полетто, секретарь CEN/TC 235

В статье рассматриваются следующие требования, содержащиеся в стандартах EN и применяемые в странах – членах Европейского союза:

- минимальные требования к линиям регулирования давления в станциях регулирования давления¹ согласно европейскому стандарту EN 12186
- минимальные требования согласно европейскому стандарту EN 12279 к узлам регулирования давления линий, напрямую питающих жилые, общественные здания, а также здания смешанного назначения с $Q \leq 200 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $MOP \leq 16 \text{ бар}$ (где Q – пропускная способность, MOP – максимальное давление, при котором система может работать постоянно при нормальных условиях эксплуатации)

При этом любая страна – член ЕС может вводить на собственной территории и более жесткие требования.

Согласно стандартам EN, системы контроля давления станций регулирования давления газа состоят из систем регулирования давления и систем обеспечения безопасности. На рис. 1 OP_u – рабочее давление, обозначенное индексами d и u на входном и выходном газопроводах, соответственно. MOP – максимальное давление, при котором система может работать постоянно при нормальных условиях эксплуатации. MIP – максимальное давление, ограниченное предохранительными устройствами, которое система может

испытывать непродолжительное время.

В табл. 1 представлены стандартные значения показателей давления согласно европейским нормам. На их основании производится настройка систем безопасности. В первом столбце даны различные варианты максимального рабочего давления. Значения, указанные во втором столбце, будут рассмотрены ниже. Третий и четвертый столбцы касаются максимально допустимого давления. Здесь появляется параметр TOP – давление, при котором система может работать некоторое время под контролем регулирующих устройств. В качестве такого устройства обычно выступает регулятор-монитор. Настройки давления регулятора-монитора в системе обеспечения безопасности должны быть немного выше, чем настройки давления основного регулятора. Значение этой разницы зависит от максимального рабочего давления газа на выходе основного регулятора. Так,

если максимальное рабочее давление на выходе основного регулятора равно 10 бар, настройка регулятора-монитора производится на давление, не превышающее 12 бар, а отсечной клапан сработает только в случае превышения давления 13 бар.

На графике (рис. 2) представлено изменение регулируемого давления на выходе (OP_d) при резком уменьшении расхода для одной линии регулирования давления при нормальных условиях работы.

Нижняя линия на графике показывает изменение рабочего давления. Зеленая линия – это максимальное допустимое рабочее давление для данного газопровода. Желтая линия – максимальное рабочее давление в том случае, если в работу вступает монитор. Красная линия – максимальное давление, которое может возникнуть в случае аварии.

Рабочее давление может превысить установленное значение по причине динамической природы системы.



¹ В европейских странах для пунктов редуцирования газа и для газорегуляторных станций действуют единые требования

² Линии регулирования давления на станции регулирования давления согласно EN12186

Соотношения между MOP, пиковым OP, TOP и MIP

MOP Макс. рабочее давление, бар	Пиковое OP ≤	TOP Временное рабочее давление ≤	MIP Макс. давление в случае аварии ≤
MOP > 40	1,025 MOP	1,1 MOP	1,15 MOP
16 < MOP ≤ 40	1,025 MOP	1,1 MOP	1,20 MOP
5 < MOP ≤ 16	1,050 MOP	1,2 MOP	1,30 MOP
2 < MOP ≤ 5	1,075 MOP	1,3 MOP	1,40 MOP
0,1 < MOP ≤ 2	1,125 MOP	1,5 MOP	1,75 MOP
MOP ≤ 0,1	1,125 MOP	1,5 MOP	2,50 MOP

Под контролем регулятора давления Под контролем системы обеспечения безопасности по давлению

Система регулирования давления не должна допускать, чтобы давление на выходе трубопровода превысило пиковое OP. Однако необходимо помнить, что основное назначение регулятора – правильно работать при изменении давления – как на входе, так и на выходе. В нашем примере расход газа снижается значительно и очень резко. В такой ситуации регулятору нужно определенное время, чтобы среагировать. В результате на графике возникает пик давления. Пиковое давление OP_d – лимит, который при этом не должен быть превышен. Его значение приведено в таблице.

Основная функция регулирования давления, то есть регулятора, состоит в редуцировании давления с OP_v (на

входе) до OP_d (на выходе) и удержании стабильного давления на выходе – вне зависимости от изменения расхода, температуры и давления на входе. Функция системы обеспечения безопасности по давлению (отсекающий клапан и/или монитор) – гарантирование того, что в случае аварии регулятора давление на выходе никогда не поднимется выше нормы (MIP_d). Однако часто от системы контроля давления требуется также сводить к минимуму риск прекращения подачи газа, в том числе и при выходе из строя какого-либо оборудования по линии регулирования давления. Это позволяет отсрочить вмешательство аварийной бригады для проведения необходимых ремонтных работ.

Система регулирования давления состоит из:

- регулятора давления согласно EN334 (при этом одно из введенных недавно требований состоит в том, что он не должен нуждаться в каких-либо дополнительных внешних источниках энергии для своей работы)

или

- иного устройства, которое должно соответствовать всем требованиям, предъявляемым к системе регулирования (в первую очередь по такому параметру, как время реагирования на изменения расхода газа и/или входного давления)

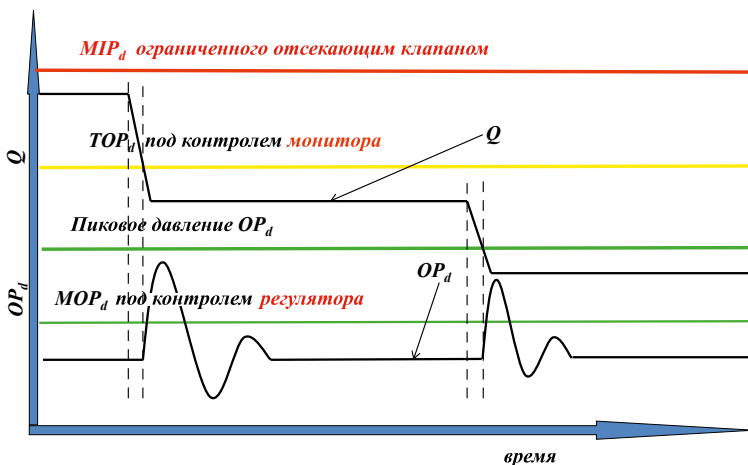
Примером таких альтернативных устройств являются контролирующие клапаны, которые используют сигнал 3,15 PSA.

Система обеспечения безопасности по давлению должна срабатывать автоматически, когда выходное давление превышает установленный лимит. Она состоит из:

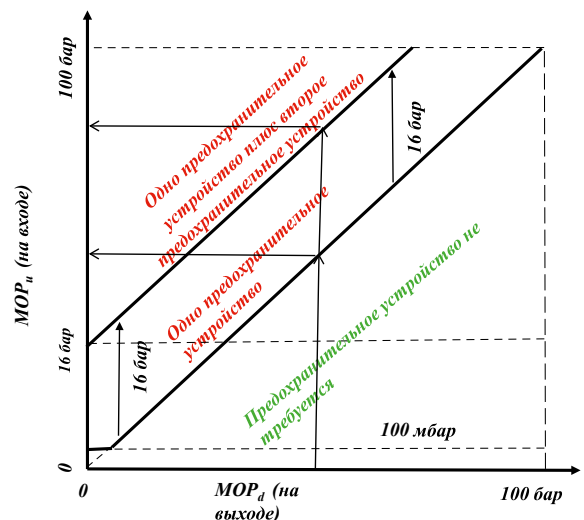
- одного или более устройств без сброса в атмосферу: отсекающие клапаны (согласно EN14382) и/или монитор (согласно EN334)

или

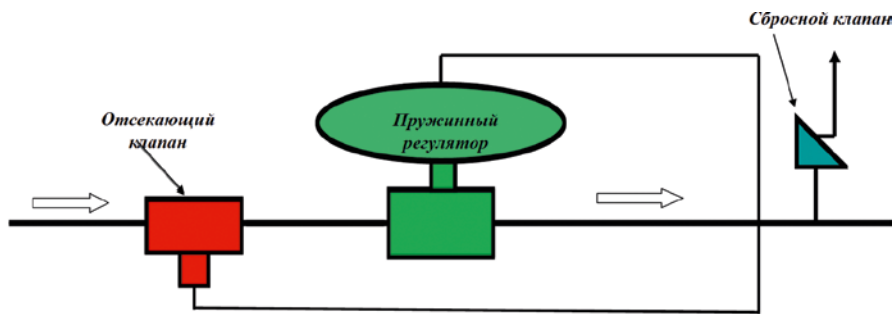
- предохранительных устройств со сбросом газа в атмосферу. В настоящее время такие устройства в Европе практически не исполь-



2 Изменение регулируемого давления OP_d при резком уменьшении расхода газа для одной линии редуцирования при нормальных условиях работы

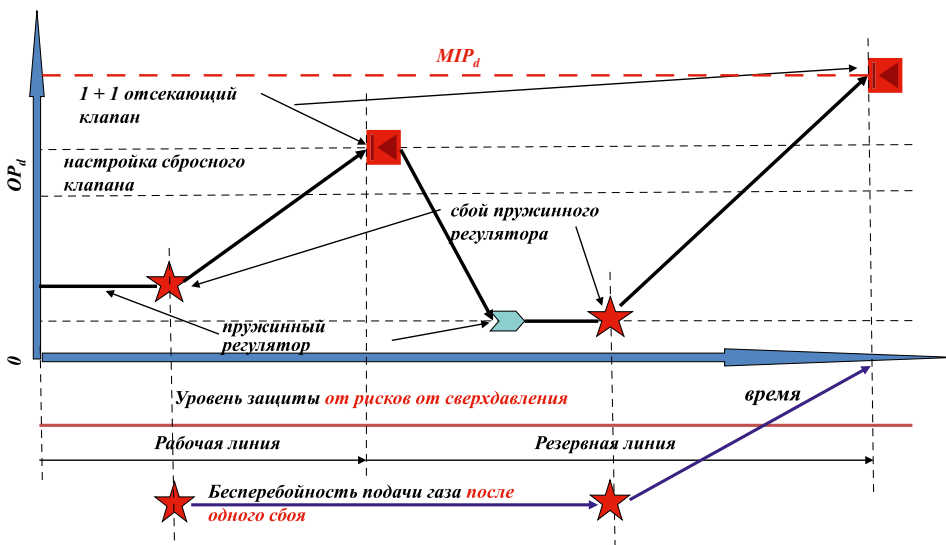


3 Минимальные общие требования для системы обеспечения безопасности по давлению

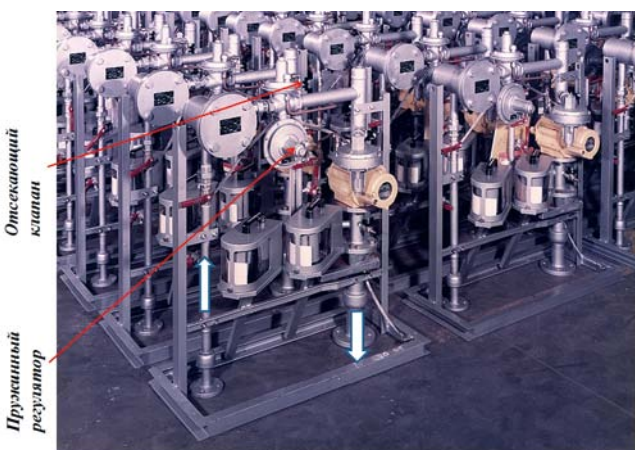


Сбросной клапан используется во избежание сверхдавлений, обусловленных небольшими внутренними утечками регулятора давления и/или увеличениями температуры при $Q = 0$, которые могут вызвать закрытие отсекающего клапана

4 Схема 1 – Станция регулирования давления с двумя линиями контроля давления, каждая из которых оборудована пружинным регулятором (fail-open (в случае аварии открыт)) и отсекающим клапаном



5 Принцип работы системы контроля давления по схеме 1



6 Пример готовых линий редуцирования, построенных по схеме 1

зуются, и для этого есть две причины. Первая – охрана окружающей среды: парниковый эффект от выбросов метана в 20-25 раз больше, чем от углекислого газа. Вторая причина – это высокая стоимость газа

На рис. 3 представлено графическое определение минимального количества защитных устройств, которые требуется установить в зависимости от входного и выходного давления. Согласно EN, необходимо использовать два устройства безопасности, когда разница максимального рабочего давления на входе и выходе превышает 16 бар. Если эта разница находится в пределах 16 бар, достаточно одного устройства системы безопасности. Если максимальное рабочее давление на входе не превышает 100 мбар, устройства безопасности не требуются.

Как уже говорилось ранее, каждая европейская страна может вводить свои более жесткие требования. В каких случаях это происходит? Как правило, на количество и тип применяемых предохранительных устройств влияют:

1. Тип пользователя. Количество предохранительных устройств может быть увеличено:

- если осуществляется прямое запитывание конечного потребителя
- если конечный потребитель не обладает достаточной профессиональной подготовкой по контролю и техническому обслуживанию газового оборудования

2. Необходимость гарантировать бесперебойную подачу газа даже при наличии неисправностей. Так, в некоторых европейских странах, например в Италии, применяются штрафные санкции в случае прерывания подачи газа.

На схемах 1-3 представлены наиболее общие решения станций регулирования давления, запитывающих распределительные сети, для рабочих давлений на входе до 16 бар ($MOP_u \leq 16$ бар) и рабочих давлений на выходе примерно от 20 мбар до нескольких бар ($MOP_d \geq 20$ мбар).

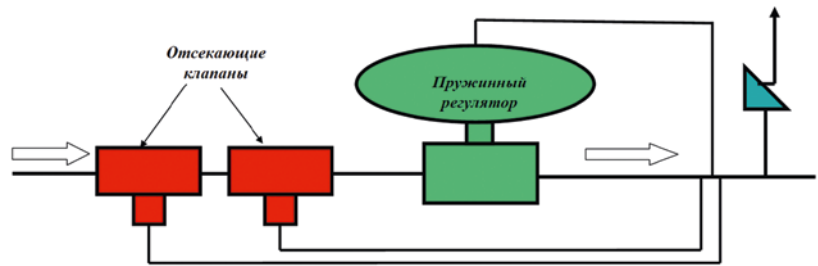
В каждой из этих схем хотелось бы обратить особое внимание на надежность системы и на риски, которые возможны в случае прерывания подачи газа, а также чрезмерного повышения давления.

На рис. 4 (схема 1) представлена самая простая схема комплектации оборудования на линии редуцирования газа, включающая один регулятор давления типа fail-open и отсекающий клапан. Система содержит сбросной клапан – весьма непрактичный, который нужен для того, чтобы выбросить излишки газа, если возникают протечки через затвор регулятора. Повышение давления может быть вызвано тем, что последний потребитель в данный момент газом не пользуется и утечек после регулятора недостаточно для выхода газа. Таким образом, не срабатывает отсекающий клапан, поскольку маленький сбросной клапан постоянно помогает поддерживать нужное давление. Другая возможная причина повышения давления – исключительное повышение температуры.

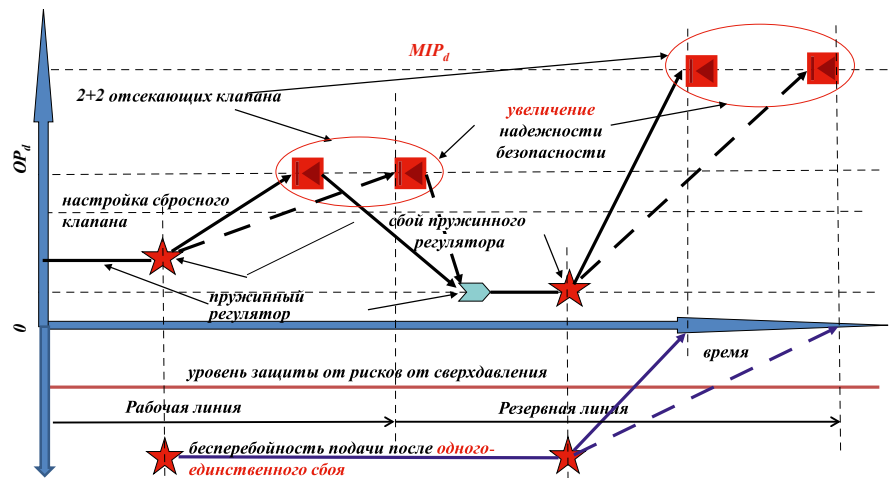
Такой тип станций регулирования давления применяется, например, в Италии для запитывания промышленных потребителей, при $MOP_u \leq 5$ бар, $MOP_u = 5 \div 12$ бар и $MOP_d > 0,5$ бар.

На диаграмме (рис. 5) красными звездочками обозначены аварии регулятора давления. Если регулятор неисправен, то давление растет. Если поломка долго не устраняется, сбросному клапану не удается выпустить лишний газ, давление продолжает подниматься, и когда оно достигает значения калибровки, отмеченного на диаграмме красным квадратом, блокирующий клапан закрывается. Если станция регулирования давления имеет две линии редуцирования (первая обычно называется рабочей линией, вторая – резервной, stand by), то в случае закрытия отсекающего клапана на рабочей линии резервная линия включает автоматически и обеспечивает бесперебойную подачу газа потребителям. Если происходит сбой второго регулятора, подача газа потребителю прекращается, так как срабатывает и второй отсекающий клапан.

Под всей диаграммой есть красная линия – это уровень надежности системы защиты подобной схемы. Здесь



7 Схема 2 – Станция регулирования давления с двумя линиями контроля давления, каждая из которых оборудована пружинным регулятором давления типа fail-open (в случае аварии открыт) и двумя отсекающими клапанами



8 Принцип работы системы контроля давления по схеме 2

безопасность поддерживается на постоянной основе, то есть риск достигнуть значений предельного давления, которое указано наверху схемы, отсутствует. Синий график внизу свидетельствует о бесперебойности подачи. Как можно увидеть, после первой поломки пункт редуцирования еще поставляет газ, в случае второй поломки подача газа прекращается. Как было сказано выше, в ряде стран ЕС перерыв в поставке газа чреват штрафом и уголовной ответственностью.

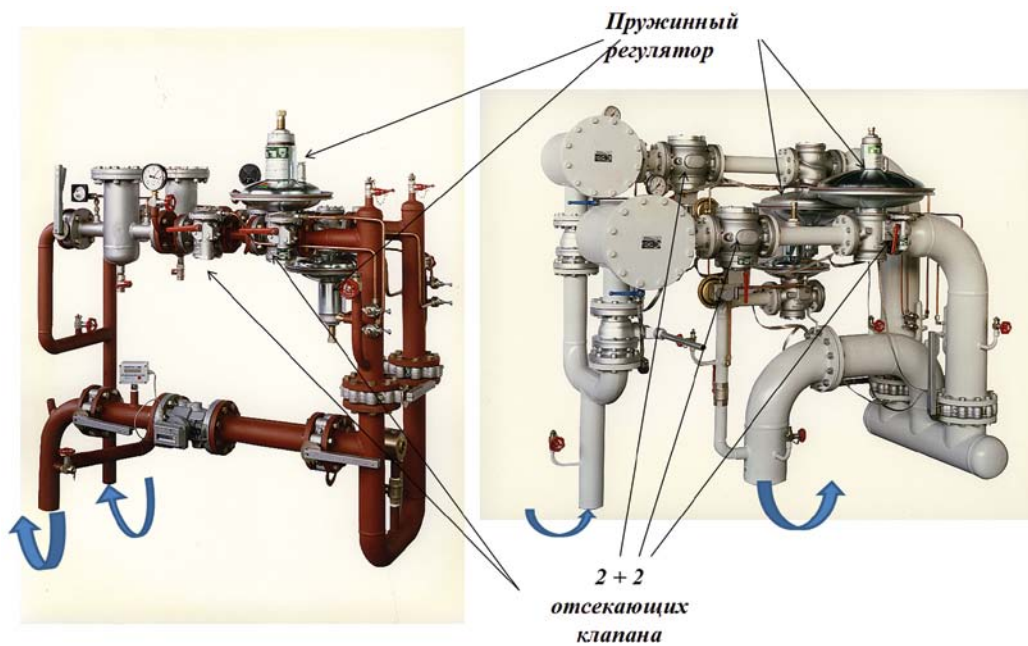
На рис. 6 представлена фотография готовых линий редуцирования такого типа.

Пример другого решения представлен на схеме 2 (рис. 7). Здесь два отсекающих клапана, пружинный регулятор типа fail-open и еще один маленький сбросной клапан. Сбросной клапан

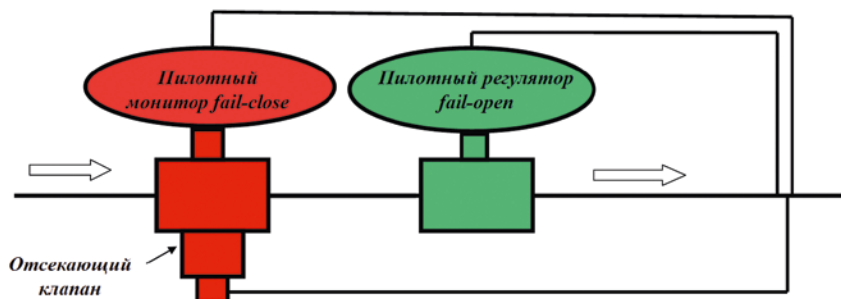
используется во избежание сверхдавлений, обусловленных небольшими внутренними утечками регулятора давления и/или увеличениями температуры при $Q = 0$, которые могут вызывать закрытие отсекающих клапанов.

В Италии станции подобного типа поставляет газ для промышленных потребителей с $MOP_u = 5-12$ бар и $MOP_d \leq 0,5$ бар.

В случае сбоя регулятора на рабочей линии редуцирования газа нарастает давление (рис. 8). После срабатывания сбросного и отсекающего клапанов бесперебойная подача газа потребителям обеспечивается работой второго регулятора на резервной линии. Если происходит сбой второго регулятора, то подача газа потребителю прекращается. Два отсекающих клапана на линии ре-



9 Примеры компоновки пунктов редуцирования газа, построенных по схеме 2

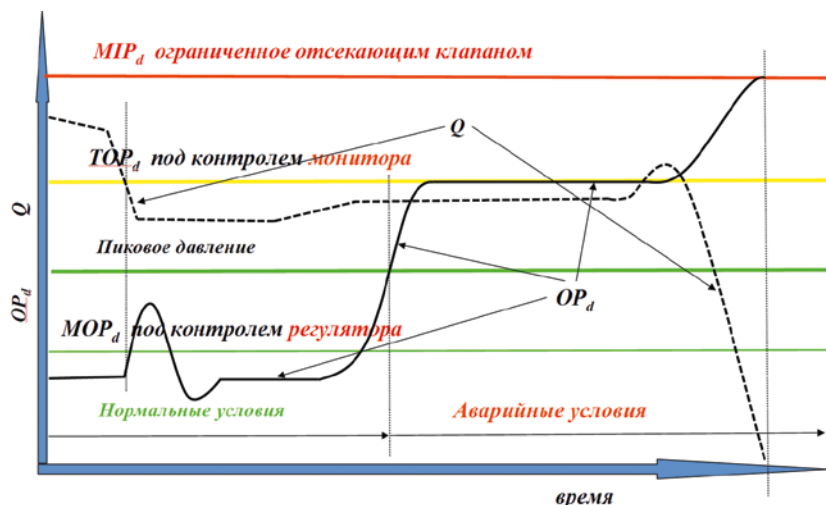


10 Схема 3 – Станция регулирования давления с двумя линиями для контроля давления, каждая из которых оборудована пилотным регулятором давления fail-open (открыт в случае аварии) и пилотным монитором fail-close (закрыт в случае аварии), а также отсекающим клапаном

дуцирования обеспечивают повышение надежности системы безопасности. В нижней части диаграммы проходит красная линия уровня защиты от рисков. При первой поломке бесперебойная поставка газа продолжается, после второй поломки начинается подъем синей линии графика. Бесперебойность подачи газа обеспечена на уровне одного сбоя регулятора основной линии редуцирования газа.

На рис. 9 представлены схемы компоновки таких пунктов редуцирования.

Посмотрим на другую систему, с технологической точки зрения, несомненно, еще более прогрессивную (схема 3, рис. 10). Данная система включает один регулятор fail-open и монитор fail-close, а также один отсекающий клапан. Сейчас мы начинаем говорить о концепции регулятора fail-close, используемого в качестве монитора. Основная разница между регулятором fail-open и монитором fail-close в том, что в случае аварии в регуляторе fail-open происходит открытие – газ проходит. Регулятор-монитор, отмеченный на схеме красным цветом, при поломке закрывается – газ не проходит. Отсечной клапан сработает только в случае одновременной поломки основного регулятора и регулятора-монитора.



11 Принцип работы системы контроля давления по схеме 3 для одной линии редуцирования

В Италии этот тип станций применяется для запитывания газораспределительной сети к бытовым потребителям с $MOP_v \leq 5$ бар или для запитывания напрямую промышленных потребителей с $MOP_v \leq 12$ бар.

На рис. 11 представлен график изменения давления на выходе в случае аварии для одной линии регулирования, согласно схеме 3. Работа линии не прерывается из-за выхода из строя основного регулятора, а продолжается под контролем регулятора-монитора. На нижней линии можно наблюдать небольшое изменение давления. Когда расход газа вновь стабилизируется регулятором, линия будет продолжать работать в нормальном режиме. В случае аварии регулятора давление растёт. Когда значение давления достигнет значения калибровки монитора, монитор включается автоматически и начинает регулировать давление на соответствующем уровне. Если же монитор ломается, давление на нашей схеме продолжает расти и может достигнуть следующего максимального давления. Тогда в работу вступает отсечной клапан.

После поломки регулятора-монитора вступает в действие вторая линия редуцирования (stand by), которая включается автоматически. Рассмотрим ситуацию, при которой со второй линией происходит то же, что и с первой (рис. 12). Как видно на графике, после трех поломок поставка газа все еще продолжается. Соответственно, здесь очень высокий уровень надежности при соблюдении того же уровня безопасности, что и в предыдущей схеме. Четвертая поломка уже останавливает работу системы.

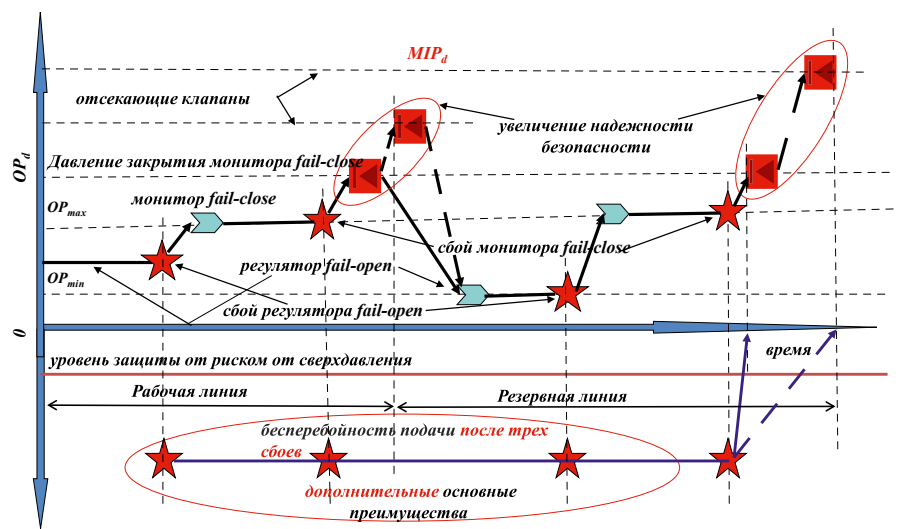
В схемах 2 и 3 используются по три устройства: регулятор и два клапана (схема 2) или регулятор, монитор и отсечной клапан (схема 3). Однако в схеме 2 надежность обеспечивалась на уровне одной поломки, а в схеме 3 – на уровне трех поломок, после которых данная система может продолжать поставлять газ при полном обеспечении требований к системе безопасности.

На рис. 13 представлена схема пункта редуцирования, построенного по рассмотренному принципу.

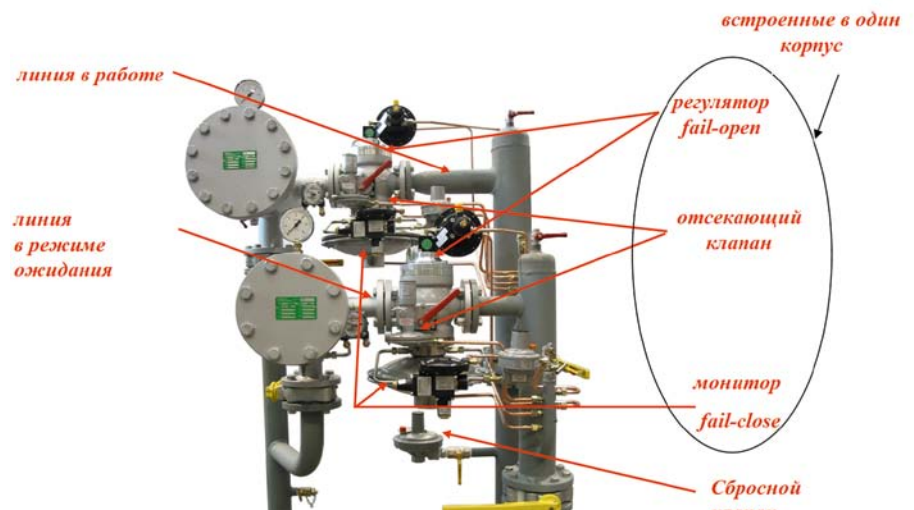
Чтобы гарантировать функционирование пункта редуцирования,

нужно, чтобы работал только один прибор. Кроме того, нормальная работа первого прибора не должна никак влиять на работу остальных устройств или узлов. Также очень важно, чтобы регуляторы давления и отсечные клапаны имели достаточно высокий класс точности. На рис. 14 представлено соотношение настройки различных

приборов в пункте редуцирования и их влияние на суммарное отклонение давления на выходе. Указано максимальное и минимальное давление, которое может изменяться во время работы. Разница между минимальной калибровкой нормального редуцирования и максимальной калибровкой отсечного клапана зависит от типа оборудования и от класса

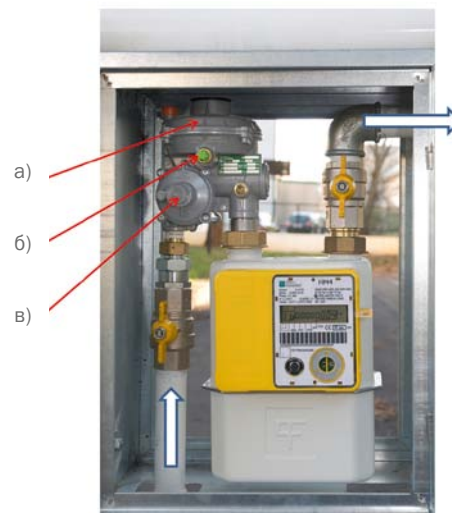
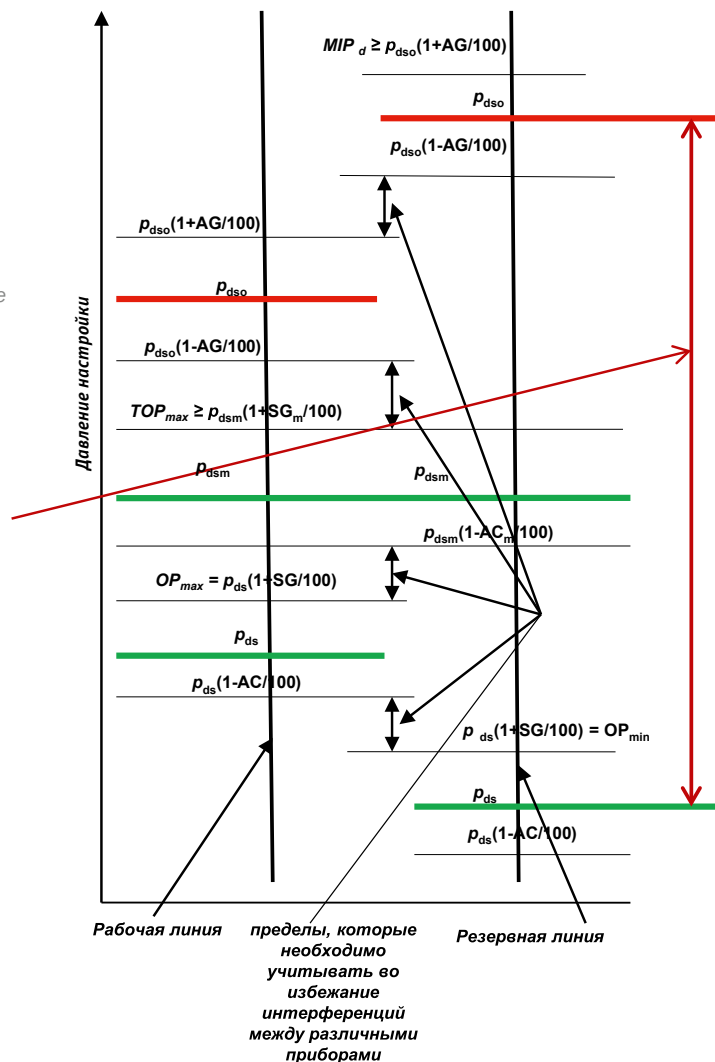


12 Принцип работы системы контроля давления по схеме 3 для двух линий редуцирования



13 Пример компоновки пункта редуцирования газа, построенного по схеме 3

Минимальное расстояние между этими двумя пределами достигается при помощи пилотных регуляторов, точность выше, чем у пружинных регуляторов



а) Сбросное устройство. Регулятор для 2 ступеней
 б) Устройство ручного взвода
 в) Отсекающее устройство для p_{max}

15 Узел редуцирования согласно EN12279

14 Соотношение настройки различных приборов в пункте редуцирования и их влияние на суммарное отклонение давления на выходе

точности используемых в установке приборов, а также, разумеется, от адекватного выбора калибровок различных компонентов системы. Обратите внимание на монитор, на обеих линиях редуцирования он имеет настройку на одном и том же уровне.

На основании вышесказанного очевидно, что настройки различных предохранительных устройств должны быть разнесены между собой на определенное процентное значение, зависящее от рабочих давлений и точности срабатывания.

Стандарт EN12279 прежде всего касается маленьких пунктов (узлов)

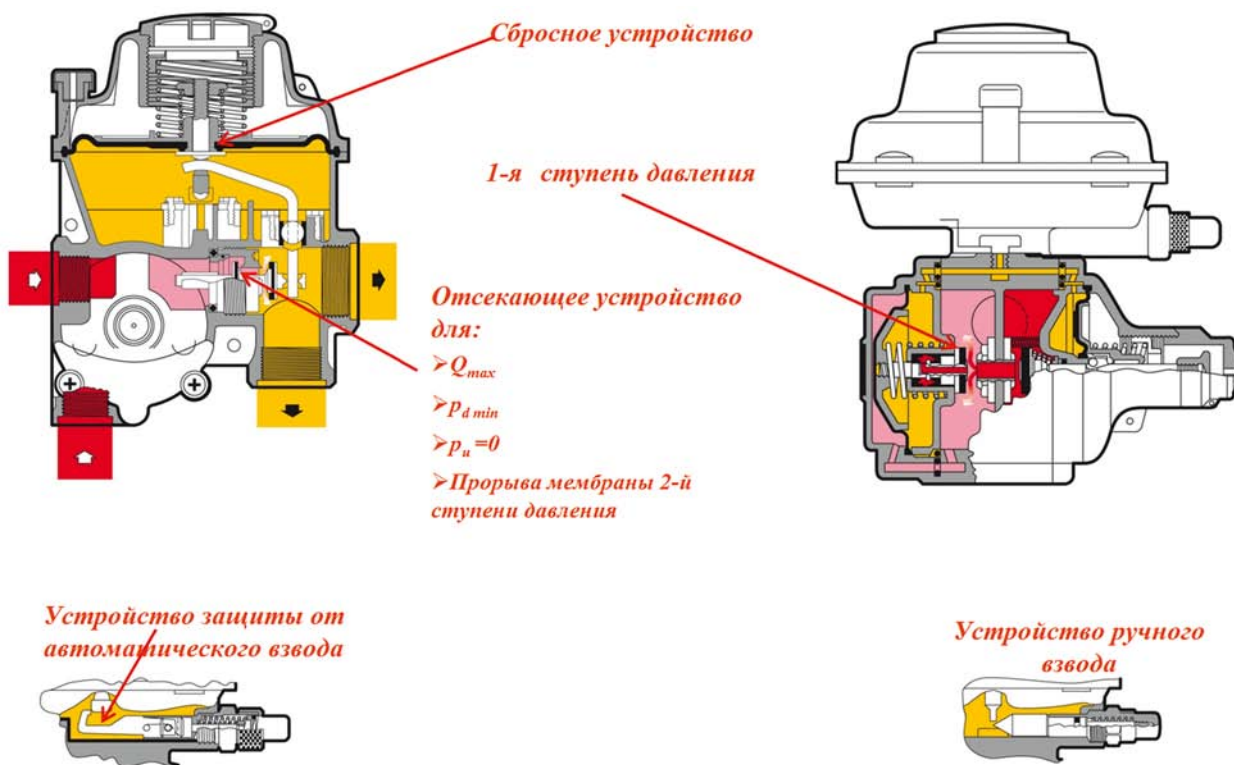
редуцирования, которые запитывают жилые/общественные здания, а также здания смешанного назначения и устанавливаются обычно на входе счетчика газа ($Q \leq 200 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $MOP_v \leq 16 \text{ бар}$). На рис. 15 представлен внешний вид такого пункта редуцирования газа.

Требования, касающиеся контроля давления в этом стандарте, практически эквивалентны требованиям стандарта EN12186. Однако из-за того, что жилые помещения или здания со свободным доступом запитываются напрямую, отдельные страны в разное время вводили намного более жесткие требования по безопасности,

прежде всего для Q до $\approx 6-100 \text{ м}^3/\text{ч}$ и $MOP_v \leq \approx 8 \text{ бар}$.

Такие узлы регулирования, в зависимости от предписаний, применяемых внутри разных стран – членов ЕС, включают следующие меры обеспечения безопасности:

- Две ступени регулирования давления у пружинных регуляторов. В случае сбоя 1-й ступени 2-я ступень обеспечит поддержание регулируемого давления в пределах допустимых границ
- Отсекающее устройство для максимального давления



16 Устройство компактного узла редуцирования согласно EN12279

- Отсекающее устройство для макс. Q и/или для мин. регулируемого давления и/или для отсутствия давления на входе и/или прорыва мембраны 2-й ступени давления
- Исключительно ручной взвод в случае срабатывания вышеописанного отсекающего устройства
- Сбросное устройство во избежание срабатывания отсекающего устройства из-за увеличения давления, обусловленного повышением температуры при $Q = 0$ и небольшими утечками регулятора

Система безопасности должна сработать при достижении максимального давления и/или чрезвычайного превышения расхода газа. Когда давления на выходе недостаточно, система безопасности также должна включиться – например, когда экскаватор повреждает трубу газопровода. Поэтому регулятор давления, согласно EN, должен подключаться так, чтобы обезопасить систему в любой ситуации. К примеру, мы отодвигаем кухонную плиту и каким-то образом нарушаем соединение, в результате чего у нас повышается расход. Если редуктор не сработает сразу, может произойти взрыв.

На рис. 16 показаны технические решения, которыми достигается необходимый уровень безопасности. ■■■■

Телефон: **(8452) 400-115**

E-mail: **zakaz@gazmashstroi.ru**