

**А. В. ЧУРИЛИН, Л. В. ДЕМИЧЕВА**

# **ПУНКТЫ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА**



**Тамбов  
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»  
2014**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Тамбовский государственный технический университет»

**А. В. Чурилин, Л. В. Демичева**

## **ПУНКТЫ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА**

*Рекомендовано Учёным советом университета  
в качестве учебного пособия для бакалавров, обучающихся  
по направлению 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника»  
дневной и заочной форм обучения*



---

Тамбов  
Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ»  
2014

УДК 629.063.2  
ББК Н763я73-5  
Ч-81

Рецензенты:

Заместитель главного инженера  
ОАО «Газпром газораспределение Тамбов»  
*А. М. Боев*

Доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «ТГТУ»  
*Н. П. Жуков*

Ч-81      **Чурилин, А. В.** Пункты редуцирования газа : учебное пособие для бакалавров направления 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника» дневной и заочной форм обучения / А. В. Чурилин, Л. В. Демичева. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 92 с. – 50 экз. – ISBN 978-5-8265-1256-2.

Изложены основные сведения о горючих газах, оборудовании пунктов редуцирования газа, описаны последовательность пуска в эксплуатацию, настройке и текущему обслуживанию. Содержат лабораторные работы и практические задания по настройке оборудования и обслуживанию пунктов редуцирования газа, контрольные вопросы.

Предназначено для студентов бакалавров направления 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника» дневной и заочной форм обучения и может быть использовано для профессиональной подготовки рабочих по направлениям: «Слесарь по эксплуатации и ремонту газового оборудования», «Слесарь по эксплуатации и ремонту подземных газопроводов», «Слесарь аварийно-восстановительных работ в газовом хозяйстве».

УДК 629.063.2  
ББК Н763я73-5

ISBN 978-5-8265-1256-2

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «ТГТУ»), 2014

## ВВЕДЕНИЕ

---

На состояние надёжности и безопасности работы газораспределительной сети и эффективность транспортировки природного газа до конечного потребителя влияют внешние и внутренние факторы. Внешние факторы: природные; антропогенные; техногенные (воздействие других инженерных инфраструктур: электроснабжение, теплоснабжение и т.д.). Внутренние факторы: техническое состояние сетей газораспределения; оптимальность эксплуатационных процедур; уровень квалификации персонала.

Важнейшими структурными элементами сети газораспределения являются пункты редуцирования газа (ПРГ), которые в значительной степени определяют эффективность транспортировки газа до конечного потребителя.

Крупные промышленные предприятия (в металлургии, химии, нефтехимии и т.д.) и предприятия энергетики (ТЭЦ, центральные котельные) получают газ от индивидуальных ПРГ, имеющих значительную производительность.

ПРГ крупных предприятий – уникальные сооружения, часто выполненные по индивидуальным проектам. Их количество в сети газораспределения населенного пункта исчисляется единицами. Однако в целом несколько головных газорегуляторных пунктов (ГРП) и больших газорегуляторных пунктов (ГРП) предприятий могут обеспечивать до 95...100% подачи природного газа в населенном пункте.

Потенциальные последствия аварий на крупных ГРП всегда весьма значительны, хотя могут иметь разные последствия в зависимости от конфигурации сети. Так, скачок давления в тупиковой сети скажется на ограниченном числе потребителей, равно как и отключение ГРП. В кольцевой сети с несколькими ГРП при отключении одного наибольшие отрицательные последствия ожидают потребителей, расположенных непосредственно около аварийного ГРП. Остальные потребители при наличии резерва пропускной способности сети обеспечиваются газом от другого источника. Однако, теоретически скачок давления в кольцевой сети могут ощутить большее количество потребителей, чем в тупиковой.

Учебное пособие составлено при сотрудничестве кафедры «Энергоэффективные системы» ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет» и учебно-методического центра ОАО «Газпром газораспределение Тамбов» в соответствии с ФГОС ВПО по направлению подготовки 140100 «Теплоэнергетика и теплотехника» (квалификация (степень) «бакалавр»), учебным планом, программой дисциплины «Системы газоснабжения» с учётом особенностей региона и условий организации учебного процесса в Тамбовском государственном техническом университете.

# 1. ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ И ИХ СВОЙСТВА

## 1.1. ПРИРОДНЫЕ ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ

Для газоснабжения городов и промышленных предприятий используют природные горючие газы. Газы – это одно из агрегатных состояний вещества, в котором его частицы движутся хаотически, равномерно заполняя весь возможный объём.

Природные горючие газы в основном состоят из углеводородов метанового ряда (табл. 1). Они содержат метан, этан, пропан, пентан и гексан, а также их изомеры. Кроме углеводородов в составе природных газов могут присутствовать азот, диоксид углерода, сероводород, водород и инертные газы.

Природные газы добывают из недр земли. Месторождения подразделяют на газовые, газоконденсатные, газонефтяные.

Углеводородные газы содержатся кроме того в растворённом виде в нефтяных месторождениях. Такие газы называют попутными или нефтяными.

### 1. Состав природных газов в зависимости от месторождения

Месторождение	Состав газа, об. %							
	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	Азот + редкие
<i>Газовые месторождения</i>								
Уренгойское	97,88	0,82	–	–	–	0,21	–	1,09
Медвежье	99,2	0,12	–	–	0,01	0,01	–	0,6
Угерское	98,3	0,45	0,25	0,3	Нет	0,1	–	0,6
Газлинское	94,7	3,7	0,12	0,29	0,11	0,4	–	1,1
Кара-Дагское	95,6	1,86	0,92	0,57	–	0,82	–	0,23
<i>Газоконденсатные месторождения</i>								
Ачакское	92,4	3,94	1,16	0,34	0,51	0,4	Нет	1,3
Оренбургское	92,7	2,2	0,8	0,22	0,1	0,2	2,6	1,1
Вуктыльское	84,5	7,5	2,0	0,6	0,3	0,1	Нет	4,0
<i>Попутные (нефтяные) газы</i>								
Ромашкинское	40	19,5	18,0	7,5	4,9	0,1	Нет	10
Туймазинское	39,5	20,0	18,5	7,7	4,2	0,1	Нет	10
Жирновское	81,6	6,5	3,0	1,9	1,4	4,0	0,1	1,5

Природные газы газовых месторождений состоят в основном из метана. Природные газы газоконденсатных месторождений кроме метана содержат в незначительных количествах более тяжелые углеводороды: пропан, бутан и гексан. Эти углеводороды при повышении давления и понижении температуры превращаются в конденсат (жидкая фаза).

В состав газообразного топлива входят горючие и негорючие газы. Физико-химические и теплотехнические характеристики природных газов обусловлены различием в составе горючих компонентов и наличием в газе негорючих компонентов и вредных примесей. Негорючая часть горючих газов называется балластом. Поэтому, чем больше балласта содержится в газе, тем ниже его качество.

Помимо балластных газов, горючие газы содержат в своём составе вредные примеси в виде пыли, влаги, смолы, нафталина и сернистых соединений.

К горючим компонентам относят следующие вещества.

Метан  $\text{CH}_4$ . Содержание метана в природных газах достигает 98%, и его свойства практически полностью определяют свойства природных газов.

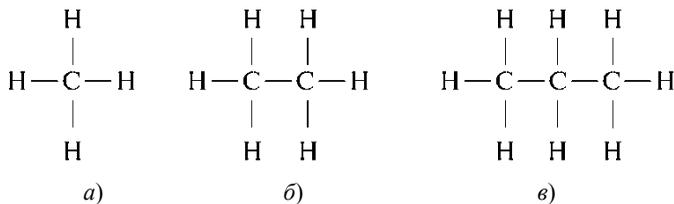
В состав метана входит 75% углерода и 25% водорода;  $1 \text{ м}^3$  метана имеет массу 0,717 кг. При атмосферном давлении и температуре 111 К метан сжимается и его объём уменьшается в 60 раз.

Вследствие содержания в метане 25% водорода (по массе) имеется большое различие между высшей и низшей теплотой сгорания.

Высшая теплота сгорания метана  $Q_v$  составляет  $39\,820 \text{ кДж/м}^3$ ,  $9510 \text{ ккал/м}^3$ ; низшая  $Q_n$  –  $35\,880 \text{ кДж/м}^3$ ,  $8570 \text{ ккал/м}^3$ .

Кроме метана в горючих газах могут содержаться этан  $\text{C}_2\text{H}_6$ , пропан  $\text{C}_3\text{H}_8$ , бутан  $\text{C}_4\text{H}_{10}$ . Углеводороды метанового ряда имеют общую формулу  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ , где  $n$  – углеродное число, равное 1 – для метана, 2 – для этана и 3 – для пропана. Структура молекул этих углеводородов может быть представлена на рис. 1.

С увеличением числа атомов в молекуле тяжёлых углеводородов возрастают их плотность и теплота сгорания.



**Рис. 1. Структура молекул:**  
*a* – метана; *b* – этана; *в* – пропана

Метан не ядовит, он обладает удушающими свойствами за счёт вытеснения воздуха из объёма помещения. Метан опасен тогда, когда содержание кислорода становится недостаточным для нормального дыхания. При значительном содержании метана в воздухе, свыше 10%, человек будет испытывать недостаток кислорода и может задохнуться.

Оксид углерода CO – бесцветный газ без запаха и вкуса; масса 1 м<sup>3</sup> составляет 1,25 кг; теплота сгорания 13 250 кДж/м<sup>3</sup>, 3016 ккал/м<sup>3</sup>. В газах, содержащих метан и другие углеводороды, увеличение процентного содержания оксида углерода понижает теплоту сгорания газа. На организм человека оксид углерода оказывает токсическое воздействие, так как легко вступает в соединение с гемоглобином крови. Влияние оксида углерода на организм человека при различных его концентрациях показано в табл. 2.

Водород H<sub>2</sub> – бесцветный нетоксичный газ без вкуса и запаха, масса 1 м<sup>3</sup> равна 0,09 кг. Он в 14,5 раз легче воздуха; водородно-воздушные смеси имеют широкие пределы воспламенения и взрывоопасны.

Теплота сгорания водорода составляет: Q<sub>в</sub> – 12 750 кДж/м<sup>3</sup>, 3040 ккал/м<sup>3</sup>; Q<sub>н</sub> – 10 790 кДж/м<sup>3</sup>, 2580 ккал/м<sup>3</sup>. 1 м<sup>3</sup> водорода, сгорая в теоретически необходимом количестве воздуха, образует 2,88 м<sup>3</sup> продуктов горения. Реакция горения выражается формулой



В негорючую часть газообразного топлива входят азот и диоксид углерода.

Азот N<sub>2</sub> – двухатомный бесцветный газ без вкуса, без запаха, масса 1 м<sup>3</sup> азота 1,25 кг. Атомы азота соединены между собой в молекуле тройной связью, на разрыв этой связи расходуется 170 200 ккал/моль. Теплота

## 2. Физиологическое воздействие оксида углерода CO на организм человека

Содержание CO в воздухе		Длительность и характер воздействия
Объём, %	(мл/л)	
0,01	0,125	В течение нескольких часов не оказывает воздействия
0,05	0,625	В течение 1 ч нет заметного воздействия
0,1	1,25	Через 1 ч наблюдается головная боль, тошнота, недомогание
0,5	6,025	Через 20...30 мин оказывает смертельное воздействие

разрыва связи настолько велика, что взаимодействие молекулярного азота и кислорода с образованием закиси азота сопровождается затратой большого количества теплоты. Азот практически не реагирует с кислородом, поэтому при расчётах процесса горения его рассматривают как инертный газ. Содержание азота в различных газах колеблется в значительных пределах.

Диоксид углерода  $\text{CO}_2$ . Бесцветный газ, тяжелый, малореакционный при низких температурах. Имеет слегка кисловатый запах и вкус. Концентрация  $\text{CO}_2$  в воздухе в пределах 4...5% приводит к сильному раздражению органов дыхания; 10%-ная концентрация вызывает сильное отравление. Масса  $1 \text{ м}^3$  составляет 1,98 кг. Диоксид углерода тяжелее воздуха в 1,53 раза, при температуре  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении 5,8 МПа превращается в жидкость, которую можно перевозить в стальных баллонах.

В горючих газах могут содержаться также сероводород и кислород.

Сероводород  $\text{H}_2\text{S}$  – тяжёлый газ с сильным и неприятным запахом, напоминающим запах тухлых яиц, обладает высокой токсичностью. Масса  $1 \text{ м}^3$  сероводорода равна 1,54 кг; является газообразной кислотой поэтому, при воздействии на металлы, образует сульфиды. Сероводород сильно корродирует газопроводы особенно при одновременном содержании  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , и  $\text{O}_2$ . При сжигании сероводорода образуется сернистый газ, вредный для здоровья человека. Содержание сероводорода в природном газе не должно превышать 2 г на  $100 \text{ м}^3$ .

Кислород  $\text{O}_2$  – без запаха, вкуса и цвета; масса  $1 \text{ м}^3$  кислорода 1,43 кг. Содержание кислорода в газе понижает его теплотворную способность и делает газ взрывоопасным. Содержание кислорода в газе не должно быть более 1% по объёму.

Все природные газы бесцветны и не имеют запаха. Поэтому при утечках газа, чтобы горючие смеси не остались незамеченными и были вовремя обнаружены, им придают специфический запах, по которому их легко обнаружить даже при небольших концентрациях. Процесс этот называется «одоризация». В качестве одоранта наиболее часто используют этилмеркаптан. При этом запах природных топливных газов для коммунально-бытового назначения должен ощущаться при содержании 1% в воздухе. Запах сжиженных углеводородных газов должен ощущаться при содержании их в воздухе 0,5% по объёму.

Основными показателями природных газов являются: состав, теплота сгорания, плотность, температура горения и воспламенения, границы взрываемости и давление при взрыве.

Теплота сгорания – это количество тепла, которое выделяется при полном сгорании  $1 \text{ м}^3$  газа. Измеряется в  $\text{ккал/м}^3$ ,  $\text{кДж/м}^3$  газа. Различают высшую теплоту сгорания, когда учитывается тепло, затраченное на конденсацию водяных паров, которые находятся в дымовых газах, и низшую теплоту сгорания, когда это тепло не учитывается.

Плотность вещества – это отношение массы вещества к его объёму. Единица измерения  $\text{кг/м}^3$ . Плотность природного газа зависит от состава и находится в диапазоне 0,73...0,85  $\text{кг/м}^3$ .

Жаропроизводительность – максимальная температура, которая может быть достигнута при полном сгорании газа, если количество воздуха, необходимого для горения, точно отвечает химическим формулам горения, а начальная температура газа и воздуха равна нулю. Жаропроизводительность природных газов составляет 2000...2100 °С, метана – 2043 °С. Жаропроизводительность зависит от условий сжигания.

Температура воспламенения – это температура, при которой смесь начинает гореть без источника воспламенения. Для природного газа она составляет 645...700 °С.

Границы взрываемости: газозвдушная смесь, в составе которой газа находится до 5%, – не горит, от 5 до 15% – взрывается, больше 15% – горит при подаче воздуха.

Взрыв – моментальное сгорание газозвдушной смеси с выделением большого количества теплоты, света, химических веществ. Давление при взрыве природного газа в помещениях достигает 0,8 МПа. При взрывах газозвдушной смеси в трубах с большим диаметром и длиной скорость распространения пламени может превзойти скорость распространения звука и достичь 2000...4000 м/с. Наиболее опасными являются газы с наиболее низкими пределами взрываемости. При близких величинах нижних пределов взрываемости двух газов наиболее опасен газ, у которого шире область взрываемости и ниже температура самовоспламенения.

Природные газы не ядовиты, но при концентрации 10% и более в объёме помещения возможно удушье вследствие уменьшения количества кислорода в воздухе.

Природный газ по сравнению с другими видами топлива имеет следующие преимущества:

- стоимость добычи природного газа значительно ниже, чем при добыче угля и нефти;
- высокая теплота сгорания;
- полнота сгорания, и лучшие условия труда обслуживающего персонала;
- отсутствие оксида углерода, что предотвращает возможность отравления при утечках газа;
- возможность автоматизации процессов горения, достижения высоких КПД;
- минимальный избыток воздуха, необходимый для горения;
- отсутствие потерь от механического недожога.

## 1.2. ИСКУССТВЕННЫЕ ГАЗЫ

Искусственные газы получают при переработке твердого или жидкого топлива. К таким газам относятся коксовый, сланцевый и генераторный, используемые для газоснабжения городов, населённых пунктов и промышленных объектов в чистом или смешанном виде. Характеристики искусственных газов представлены в табл. 3.

### 3. Характеристики искусственных газов

Газ	Состав газа, %							Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Q <sub>n</sub> , МДж/м <sup>3</sup>
	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub>	CO	C <sub>m</sub> H <sub>n</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>		
Коксовый	24,0	57,0	6,0	3,0	3,0	7,0	–	0,342	17,58
Сланцевый	16,2	24,7	10,0	5,0	16,4	26,8	0,7	1,040	13,85
Генераторный смешанным	0,6	13,0	27,0	–	6,0	53,2	0,2	1,141	5,15
Генераторный, полученный при парокислородном дутье под давлением	15,3	53,4	23,1	2,7	2,9	2,3	0,3	0,576	15,70
Водяной газ	0,5	50,0	37,0	–	6,5	5,5	0,2	0,67	10,40
Доменный газ		3,0	30,0	–	9,0	58,0	–	1,283	4,10

Коксовый газ получают в специальных печах, в которых каменный уголь нагревается до температуры 900...1000 °С без доступа воздуха. При нагревании твердого топлива в бескислородной среде происходит разложение массы топлива с образованием твёрдого остатка – кокса и газа с теплотой сгорания, равной примерно 4350 ккал/м<sup>3</sup>. Полученный коксовый газ отсасывают из камер печи специальным вентилятором – эксгаустером. Коксовый газ является побочным продуктом при получении кокса, который необходим для металлургической промышленности. Из 1 т каменного угля можно получить 300...350 м<sup>3</sup> коксового газа.

Сланцевый газ получают в особых печах, в которых сланец нагревается до температуры 1000...1100 °С без доступа воздуха. В результате разложения около 75% сланца переходит в горючий газ, в то время как в каменных углях переходит в газ не более 30%. Из 1 т сланца можно получить 300...400 м<sup>3</sup> сланцевого газа.

Генераторный газ получают в специальных аппаратах – газогенераторах, в которых процесс нагревания твёрдого топлива (каменного угля, торфа, древесины) происходит при температуре до 900...1100 °С. Слой топлива продувают паром или воздухом. При этом почти всё топливо превращается в газ с низкой теплотой сгорания (около 2500 ккал/м<sup>3</sup>). Если в процессе выработки газа в генераторе парокислородное дутьё, то получают газ с высокой теплотой сгорания (около 3300 ккал/м<sup>3</sup>).

Нефтяной газ получают в специальных аппаратах, в которых в процессе нагревания жидкого топлива до 500...600 °С без доступа воздуха происходит его разложение. Основным назначением этого процесса является получение моторного топлива, при этом происходит значительный выход высококалорийного газа (примерно 10 500...11 500 ккал/нм<sup>3</sup>).

Искусственные газы перед использованием очищают от вредных примесей: пыли, смолы, газового бензина, бензола, сернистых и цианистых соединений, аммиака, нафталина, двуокиси углерода, водяных паров. Сложность обработки газа зависит от того, для каких потребителей он предназначен. Наиболее сложна обработка газа при использовании его для бытового снабжения. После очистки искусственные газы, так же как и природные, подвергают одоризации.

Смешанные газы представляют собой смесь из нескольких природных и искусственных газов. Часто калорийность одного или нескольких газов не соответствует требуемой теплотворной способности, поэтому прибегают к их смешиванию. Например, водяной газ, имеющий сравнительно невысокую теплоту сгорания (около 2500 ккал/нм<sup>3</sup>), смешивают с незначительным количеством такого высококалорийного газа, как пропан или бутан. В результате смешивания получают газ с теплотой сгорания, равной примерно 4200...4500 ккал/нм<sup>3</sup>.

### **1.3. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ПРИРОДНОГО ГАЗА ДЛЯ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ**

В качестве топлива используют природный газ, добываемый из газовых месторождений; попутный газ, получаемый при разработке нефтяных месторождений; сжиженные углеводородные газы, получаемые при переработке попутных газов нефтяных месторождений, и газы, добываемые из газоконденсатных месторождений.

Природные газы однородны по составу и состоят в основном из метана. Попутные газы нефтяных месторождений содержат также этан, пропан и бутан. Сжиженные газы являются смесью пропана и бутана, а газы, получаемые на нефтеперерабатывающих заводах при термической переработке нефти, кроме пропана и бутана содержат этилен, пропилен и бутутилен.

Кроме горючих компонентов в природных газах содержатся сероводород, кислород, азот, диоксид углерода, пары воды и механические примеси.

Нормальная работа газовых приборов зависит от постоянства состава газа и вредных примесей, содержащихся в нём. Приведём физико-химические показатели природных топливных газов, используемых для коммунально-бытовых целей:

Число Воббе, кДж/м <sup>3</sup> .....	39 400...52 000
Допустимые отклонения числа Воббе от номинального значения, %, не более .....	±5
Масса меркаптановой серы в 1 м <sup>3</sup> , г, не более .....	0,02
Масса механических примесей в 1 м <sup>3</sup> , г, не более .....	0,001
Объёмная доля кислорода, %, не более .....	1
Интенсивность запаха при объёмной доле 1% газов в воздухе, баллы, не менее .....	3

Согласно ГОСТ 5542–87\* горючие свойства природных газов характеризуются числом Воббе, которое представляет собой отношение теплоты сгорания к корню квадратному из относительной (по воздуху) плотности газа:

$$W_0 = \frac{Q}{\sqrt{\rho_{\text{отн}}}}$$

Так как пределы колебания числа Воббе широки, ГОСТ 5542–87\* требует устанавливать для газораспределительных систем номинальное значение его с отклонением не более ±5%.

#### 1.4. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗА

Газообразным состоянием называется такое состояние вещества, при котором силы, действующие между молекулами этого вещества, ничтожно малы, так же как и размеры самих молекул, по сравнению со средними расстояниями между ними. Движение молекул газа в межмолекулярном пространстве до их столкновения совершается в среднем равномерно, прямолинейно и беспорядочно. Состояние газа характеризуется его параметрами: давлением, плотностью или удельным объёмом и температурой.

Давление газа обусловлено ударами молекул о стенки сосуда, заполненного газом, и определяется средней силой их действия на единицу площади поверхности. Давление, отсчитываемое от абсолютного вакуума, называется абсолютным. Оно представляет собой давление газа на ограждающие его поверхности. Абсолютное давление  $p_{\text{абс}}$  – параметр состояния вещества рассчитываемое следующим образом:

– если давление в системе выше давления окружающей среды ( $p_{\text{атм}}$ ), то для его измерения используется манометр. Манометр определяет разность ( $p_{\text{абс}} - p_{\text{атм}}$ ), которая называется избыточным  $p_{\text{изб}}$  или манометрическим давлением  $p_{\text{ман}}$ ; таким образом,  $p_{\text{абс}} = p_{\text{ман}} + p_{\text{атм}}$ ;

– если абсолютное давление в системе ниже барометрического, то для его измерения используется вакуумметр. Вакуумметр определяет разность ( $p_{\text{атм}} - p_{\text{абс}}$ ), получившую название вакуум –  $p_{\text{вак}}$ . В этом случае  $p_{\text{абс}} = p_{\text{атм}} - p_{\text{вак}}$ .

Единицей измерения давления в системе СИ служит паскаль, Па; [Па = 1 Н/м<sup>2</sup>].

Давление может также измеряться в миллиметрах ртутного столба, мм рт. ст., или водяного столба, мм вод. ст. Соотношение указанных единиц измерения следующее: 1 мм вод. ст. = 1 кгс/м<sup>2</sup> = 9,807 Па; 1 мм рт. ст. = 133,3 Па.

Плотность  $\rho$  – это масса вещества в единице объёма, т. е. отношение массы вещества  $m$  к его объёму  $V$ :  $\rho = m / V$ .

Объём, занимаемый единицей массы, называется удельным, или массовым, объёмом и представляет собой величину, обратную плотности:  $V = 1 / \rho$ .

Плотность в системе СИ измеряется в кг/м<sup>3</sup>, а удельный объём – в м<sup>3</sup>/кг.

Плотность газовой смеси определяется по формуле

$$\rho_{\text{см}} = 0,01(p_1V_1 + p_2V_2 + \dots + p_nV_n),$$

где  $p_1, p_2, p_n$  – плотность компонентов газового топлива;  $V_1, V_2, V_n$  – содержание компонентов по объёму, %.

На практике часто пользуются понятием «относительная плотность»  $\rho_{\text{отн}}$ , которая представляет собой отношение плотности газа  $\rho_{\text{г}}$  к плотности воздуха  $\rho_{\text{возд}}$ :  $\rho_{\text{отн}} = \rho_{\text{г}} / \rho_{\text{возд}}$ .

При этом плотности газа и воздуха берутся при одинаковых давлении и температуре. Зависимость плотности газа от температуры и давления определяется соотношением

$$\rho_{\text{г}} = \frac{\rho_0 p T_0}{p_0 T},$$

где  $\rho_0$  – плотность газа при нормальных условиях ( $T_0 = 273$  К и  $p_0 = 101,3$  кПа);  $p$  – давление газа, Па;  $T$  – температура газа, К.

Температура характеризует энергию, с которой движутся молекулы газа, т.е. кинетическое состояние молекул газа, степень его нагретости.

В России приняты две температурные шкалы: термодинамическая и международная практическая. Термодинамическая температурная шкала основана на законах термодинамики и, в частности, на идеальном цикле Карно. Эта шкала теоретическая, так как идеальный цикл Карно неосуществим.

Измерение температур в технике производится по международной практической шкале температур. Международная практическая шкала температур по мере совершенствования температурных измерений все время уточняется и приближается к термодинамической.

Единицей температуры в СИ является кельвин (К).

Наряду с этим температура измеряется по международной стоградусной шкале в градусах Цельсия (°С). Температура, отсчитываемая от абсолютного нуля, называется абсолютной.

Соотношение между температурой  $t$  в градусах Цельсия и температурой  $T$  в Кельвинах с достаточной для практики точностью может быть выражено следующей зависимостью:  $T = t + 273,15$ .

*Измерение количества теплоты.* В качестве основной единицы измерения количества теплоты ранее принималась калория (кал). Калория – это количество теплоты, которое необходимо сообщить 1 г дистиллированной воды для повышения её температуры с 19,5 до 20,5 °С при давлении 101,325 кПа.

В теплотехнике применялась укрупнённая единица измерения – килокалория (ккал), равная 1000 кал. Килокалория (ккал) – это такое количество теплоты, которое необходимо сообщить 1 кг дистиллированной воды для повышения её температуры на 1 °С.

Теплота – один из видов энергии, способный производить работу. В системе единиц СИ теплота выражается универсальной единицей – джоулем (Дж).

Джоуль – это работа, которую совершает сила в 1 Н на пути в 1 м. Можно применить и более крупную и удобную единицу (килоджоуль, кДж), равную 1000 Дж, 1 Дж = 0,239 кал.

Горение любого топлива, в том числе и газового, сопровождается выделением теплоты. При этом количество теплоты, выделяемое при сжигании различных видов топлива, неодинаково, в связи с чем введено понятие удельной теплоты сгорания.

Количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании 1 м<sup>3</sup> газа, называется удельной теплотой сгорания газового топлива. Теплоту сгорания газообразного топлива измеряют в ккал/м<sup>3</sup> при температуре 20 °С и давлении 101,325 кПа. Теплоту сгорания определяют с помощью специальных приборов – калориметров – или расчётным путём, если известен химический состав газового топлива.

Различают низшую теплоту сгорания  $Q_n$  и высшую  $Q_v$ . Высшую и низшую теплоту сгорания природного газа подсчитывают по следующим формулам:

$$Q_v = 95CH_4 + 167C_2H_6 + 237C_3H_8 + 307C_4H_{10},$$

$$Q_n = 85,5CH_4 + 152C_2H_6 + 218C_3H_8 + 284C_4H_{10},$$

где  $CH_4$ ,  $C_2H_6$ ,  $C_3H_8$ ,  $C_4H_{10}$  – содержание в природном газе метана, этана, пропана и бутана в процентах по объёму. Цифровые значения обозначают низшие и высшие теплоты сгорания метана, этана и т.д., пересчитанные на 1 % горючего компонента (табл. 4).

Для удобства сравнения различных видов топлива введено понятие условного топлива, теплоту сгорания которого принимают равной 7000 ккал/кг, или 29 288 кДж/кг.

Чтобы привести любое топливо к условному, необходимо значение его низшей теплоты сгорания разделить на эту величину.

#### 4. Теплота сгорания чистых горючих газов

Газ	Теплота сгорания					
	высшая	низшая	высшая	низшая	высшая	низшая
	кДж/кмоль		кДж/кг		кДж/м <sup>3</sup> при 0 °С и 101,3 кПа	
Ацетилен	1 308 560	1 264 600	50240	48 570	58 910	56 900
Водород	286 060	242 940	141 900	120 080	12 770	10 800
Оксид углерода	283 170	283 170	10 090	10 090	12 640	12 640
Серо-водород	553 780	519 820	16 540	15 240	25 460	23 490
Метан	890 900	803 020	55 560	50 080	39 860	35 840
Этан	1 560 960	1 429 020	51 920	47 520	70 420	63 730
Пропан	2 221 500	2 045 600	50 370	46 390	101 740	93 370
<i>n</i> -Бутан	2 880 400	2 660 540	49 570	45 760	133 980	123 770
<i>изо</i> -Бутан	2 873 580	2 653 720	49 450	45 680	131 890	121 840
Пентан	3 549 610	3 227 750	49 200	45 430	158 480	146 340

Величина, показывающая во сколько раз теплота сгорания данного топлива больше теплоты сгорания условного топлива, называется тепловым эквивалентом.

Для метана тепловой эквивалент

$$K_{\text{кал}} = Q_{\text{н}} / 7000 = 8558 / 7000 = 1,22,$$

где  $Q_{\text{н}}$  – низшая теплота сгорания метана, ккал/м<sup>3</sup>; 7000 – теплота сгорания условного топлива. 1 м<sup>3</sup> метана эквивалентен 1,22 кг условного топлива.

#### 1.5. ВЛАЖНОСТЬ И КРИСТАЛЛОГИДРАТЫ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ

В природных газах содержание влаги зависит от температуры и давления. Чем выше температура газа, тем больше влаги содержится в единице объема газа. Давление газа имеет обратное действие: с повышением давления влажность газа уменьшается.

Пары воды могут насыщать газ до определённого давления, равного давлению насыщенного водяного пара при данной температуре. Если со-

держание водяных паров превысит этот предел, то произойдет их конденсация, т.е. переход в жидкое состояние.

Температура, при которой газ полностью насыщен водяными парами, называется точкой росы данного газа. Наличие влаги в газе нежелательно, так как при транспортировании газа происходит внутренняя коррозия трубопроводов и арматуры, а также образование закупорок газопроводов. Кроме того, содержание влаги снижает теплоту сгорания газа. Поэтому до подачи газа в городские газовые сети производится его тщательная осушка путём поглощения водяных паров твердыми или жидкими поглотителями. Однако несмотря на тщательную очистку, газовое топливо, распределяемое по городским газопроводам, содержит некоторое количество водяных паров. Может произойти и дополнительное насыщение газа водой, попадающей в газопроводы при их строительстве.

Различают абсолютную и относительную влажность. Абсолютная влажность – это количество паров в граммах в  $1 \text{ м}^3$  газа.

Под относительной влажностью понимают процентное отношение фактического количества водяных паров к максимально возможному его содержанию при данных температуре и давлении. Относительная влажность насыщенного газа равна 1.

При транспортировании газа, насыщенного влагой, возможно образование кристаллогидратов, которые представляют собой химические соединения газов с водой, внешне похожие на лед. Их состав  $M \times 6\text{H}_2\text{O}$ , где  $M$  – молекула углеводорода. Метан образует соединения:  $\text{CH}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{C}_2\text{H}_6 \times 7\text{H}_2\text{O}$ . Кристаллогидраты образуются при определённых температуре и давлении газа.

Устойчивое существование кристаллогидратов природного газа возможно при температуре от  $-5$  до  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  и при давлениях соответственно  $6...20 \text{ кгс/см}^2$  ( $0,6...2 \text{ МПа}$ ). При более высоких температурах или более низких давлениях газа кристаллогидраты не образуются.

Для индивидуальных газов существует максимальная температура, сверх которой повышение давления не может вызвать образование кристаллогидратов. Эта температура называется критической температурой гидратообразования. Для метана она  $21,5$ , для этана  $14,5$  и пропана  $5,5 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## 5. Зависимость влагосодержания насыщенного газа от температуры

Показатель, $^\circ\text{C}$	Температура, $^\circ\text{C}$									
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Влагосодержание, г на $1 \text{ м}^3$ сухого газа при $0 \text{ }^\circ\text{C}$ и $101,3 \text{ кПа}$	5	10,1	19,4	35,9	64,6	114	202	370	739	1950

Образование кристаллогидратов вызывает закупорки промысловых и магистральных газопроводов. Разрушают кристаллогидраты путём снижения давления в системе, разогрева участка трубопровода или ввода в поток газа метанола, способствующего разрушению кристаллогидратов.

Во избежание образования гидратов газ осушают до точки росы, температура которой должна быть на 6...7 °С ниже температуры газа в газопроводе.

*Тепловой эффект сжатия и расширения газов.* Из основных законов газового состояния можно сделать вывод, что при сжатии газы нагреваются, а при расширении охлаждаются. Поэтому при сжатии природного газа, например на компрессорных станциях, для транспортирования по магистральным газопроводам приходится охлаждать его в водяных или воздушных теплообменниках.

После прохождения природного газа через задвижки, фильтры, регулирующие клапаны пунктов редуцирования газа (далее – ПРГ), сужения газопроводов происходит его резкое расширение. Процесс, при котором происходит необратимое превращение работы, затрачиваемой на изменение давления при движении газа, в теплоту, называется дросселированием. При транспортировании газа по магистральным газопроводам дросселирование влечёт за собой резкое падение давления и понижение температуры газа. Этот процесс называется положительным эффектом Джоуля–Томсона. На ПРГ это явление может вызвать обмерзание трубопроводов, запорных, регулирующих и сужающих устройств.

Для характеристики процесса введён коэффициент Джоуля–Томсона. Так, для метана при  $P = 0,52$  МПа (5,2 кгс/см<sup>2</sup>) и  $t = 25$  °С этот коэффициент равен 0,4 град/МПа, т.е. снижение его давления на 0,1 МПа (1 кгс/см<sup>2</sup>) вызывает понижение температуры на 0,4 °С. Для природного газа во всём диапазоне давлений и температур, которые имеют место при редуцировании газа на ГРС, среднее значение коэффициента Джоуля–Томсона принимается равным 5,5 град/МПа, т.е. при снижении давления газа на 1 МПа его температура понижается на 5,5 °С.

При дросселировании газа во всех случаях снижается температура и уменьшается относительная влажность.

### **Контрольные вопросы**

1. Состав природных газов и их происхождение.
2. Перечислите основные показатели природного газа.
3. Что такое теплота сгорания, дайте определение.
4. Назовите границы взрываемости газов.
5. Что такое температура воспламенения?
6. Какое воздействие на организм человека оказывает природный газ?
7. Назовите опасные концентрации природного газа?
8. В каких целях проводят одоризацию природного газа?

## 2. ПУНКТЫ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА

---

### 2.1. УСТРОЙСТВО ПУНКТОВ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА

Пунктами редуцирования газа называют комплекс технологического оборудования и устройств, который предназначен для понижения входного давления газа до заданного уровня и поддержания его на выходе не зависимо от расхода постоянным.

В зависимости от размещения оборудования пункты редуцирования газа (далее – ПРГ) подразделяются на несколько типов:

- газораспределительный пункт шкафной (ГРПШ) – оборудование размещается в шкафу из негорючих материалов;
- газорегуляторная установка (ГРУ) – оборудование монтируют на раме и размещают в помещении, в котором расположена газоиспользующая установка, или в помещении, соединённом с ним открытым проёмом;
- стационарный газораспределительный пункт (ГРП) – оборудование размещают в специально предназначенных для этого зданиях или помещениях или на открытых площадках. Принципиальное отличие ГРП от ГРПШ и ГРУ состоит в том, что ГРП не является в отличие от вышеперечисленных типовым изделием полной заводской готовности.

Газорегуляторные пункты и установки классифицируют по числу выходов: шкафы и установки с одним выходом; шкафы и установки с двумя выходами.

По технологическим схемам: с одной линией редуцирования (домовые), с одной линией редуцирования и байпасом, с основной и резервной линией редуцирования, с двумя линиями редуцирования, с двумя линиями редуцирования и байпасом.

Шкафы и установки с двумя линиями редуцирования по схеме установки регуляторов подразделяют на: шкафы и установки с последовательной установкой регуляторов, шкафы и установки с параллельной установкой регуляторов.

По обеспечиваемому выходному давлению подразделяются на: шкафы и установки, поддерживающие на выходах одинаковое давление; шкафы и установки, поддерживающие на выходах разное давление.

Шкафы и установки, которые поддерживают на выходах одинаковое давление, могут иметь как одинаковую, так и различную пропускную способность обеих линий. Шкафы с различной пропускной способностью применяют для управления сезонными режимами газоснабжения.

В состав оборудования ГРП, ГРУ входят: запорная арматура, регуляторы давления, предохранительно-запорные клапаны, предохранительно-сбросные клапаны, приборы замера расхода газа, приборы КИП.

При выборе оборудования ГРП, ГРУ необходимо учитывать: рабочее давление газа в газопроводе, к которому подключается объект; состав газа, его плотность, температуру точки росы, теплоту сжигания; потери давления в газопроводе; температурные условия эксплуатации оборудования и приборов КИП ГРП, ГРУ.

Пункты редуцирования газа – одни из наиболее ответственных элементов системы газоснабжения городов и микрорайонов, поселков, промышленных и коммунально-бытовых предприятий, использующих газовое топливо.

В зависимости от назначения различают ПРГ городские, которые питают сети высокого или среднего давления общегородской системы, районные, которые питают газом низкого давления сети микрорайонов или кварталов и объектовые.

ПРГ – автоматические устройства, которые выполняют следующие функции: снижают давление газа до заданного значения; поддерживают заданное давление не зависимо от изменений расхода и его давления; прекращают подачу газа при повышении или понижении его давления сверх установленных пределов; очищают газ от механических примесей.

Наличие в системе газоснабжения постоянного давления (в заранее заданном диапазоне его колебания) является одним из важнейших условий безопасной и надёжной работы.

ГРП и ГРУ оснащаются практически одним и тем же оборудованием и отличаются друг от друга в основном своим расположением. ГРУ монтируют непосредственно в помещениях, где расположены агрегаты, использующие газовое топливо (цеха, котельные и т.п.). ГРП размещают в зависимости от назначения и технической целесообразности этой системы и подключённых к ней газопотребляющих объектов и агрегатов.

ГРП размещают: отдельно стоящими; пристроенными к газифицированным производственным зданиям, котельным, общественным зданиям и помещениям производственного характера; встроенными в одноэтажные газифицируемые производственные здания и котельные (кроме помещений, расположенных в подвалах); на покрытиях газифицируемых зданий I и II степени огнестойкости; вне зданий на открытых площадках под навесом на территории промышленных предприятий.

Здание ГРП должно быть надземным, одноэтажным, из материалов I и II степени огнестойкости. Отдельно стоящие ГРП должны быть одноэтажными с совмещённой кровлей. Крыша выполняется легкообрасываемой, т.е. масса  $1 \text{ м}^2$  перекрытия не должна превышать 120 кг.

Полы в ГРП выполняются не искрообразующими. На фасаде здания, на видном месте, несмываемой эмалью выполняется предупредительная надпись «Огнеопасно», высота букв – 300 мм.

Двери из ГРП открываются наружу. Дверное полотно обшивается оцинкованной кровельной сталью толщиной 0,8 мм по асбесту или войлоку, пропитанному глиняным раствором.

Освещение ГРП должно быть естественным (через окна) и искусственным (электрическим) светом. Проводку электрического освещения выполняют во взрывобезопасном исполнении. В целях безопасности допускается кососвет, освещение рефлекторами, которые устанавливают снаружи.

Устройство дымовых и вентиляционных каналов в разделяющих стенах, а также в стенах зданий, к которым пристраиваются ГРП, не разрешается.

Вентиляция помещения должна быть естественной и обеспечивать трёхкратный обмен воздуха в 1 час. Приток свежего воздуха осуществляется через жалюзийную решётку, а вытяжка – через дефлектор в перекрытии помещения.

Электрооборудование и электроосвещение ГРП выполняется во взрывобезопасном исполнении, согласно требованиям ПУЭ. Вводы в ГРП сетей электроснабжения и связи выполняются кабелем.

В регуляторном зале ГРП телефонный аппарат допускается устанавливать только во взрывозащищённом исполнении. Температура теплоносителя в помещении ГРП не должна превышать 130 °С, нагревательных приборов – 95 °С.

При устройстве местного отопления отопительная установка размещается в изолированном помещении с самостоятельным выходом, отделенном от других помещений ГРП глухими газонепроницаемыми и противопожарными стенами. В настоящее время в качестве отопительных приборов начали использоваться газовые конвекторы. В этом случае конвекторы устанавливаются непосредственно в технологическом помещении с применением коаксиальной системой отвода продуктов сгорания. Помещение ГРП можно отапливать водяными или паровыми системами от близлежащей котельной или от АГВ и других котлов, расположенных в пристройке. Температура в помещении ГРП должна быть не ниже 5 °С.

Необходимо предусматривать грозозащиту помещения ГРП в тех случаях, когда здание не попадает в зону грозовой защиты соседних объектов. В этом случае устанавливают молниеотвод. Если здание ГРП находится в зоне грозозащиты других объектов, то в нём делают только контур заземления.

Помещение ГРП оборудуют пожарным инвентарём (ящик с песком, огнетушители, кошма).

На вводе газопровода в ГРП и на выходном газопроводе устанавливают отключающие устройства на расстоянии не менее 5 м и не более 100 м.

Для ГРП с входным давлением свыше 0,6 МПа и пропускной способностью более 5000 м<sup>3</sup>/ч вместо байпаса устанавливается дополнительная резервная линия регулирования.

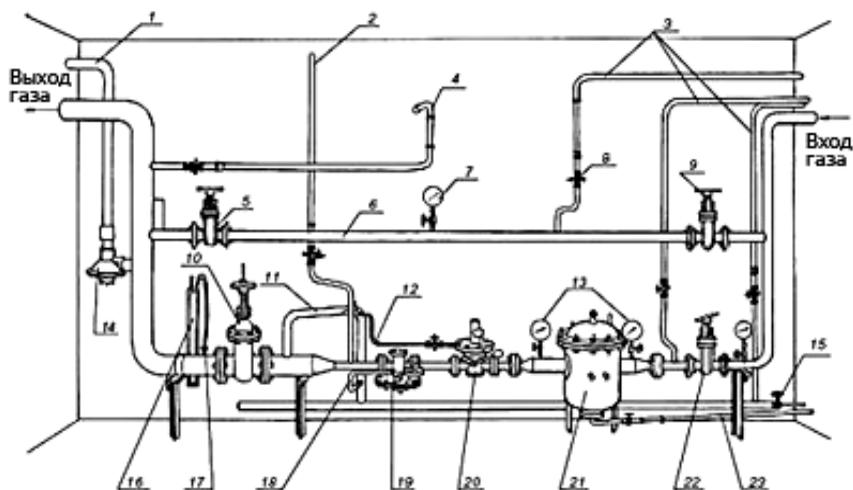
Средствами измерений в ГРП проверяют: давление газа перед регулятором и за ним (манометры показывающие и самопишущие); перепады давления на фильтре (дифманометры или технические манометры); темпе-

ратуру газа (термометры показывающие и самопишущие). В ГРП (ГРУ), в которых не учитывается расход газа, допускается не предусматривать регистрирующие приборы для замера температуры.

Импульсные трубки служат для соединения с регулятором, запорным и сбросным клапанами и подключения средств измерения.

Сбросные и продувочные трубопроводы используют для сбрасывания в атмосферу газа от сбросного устройства и при продувке газопроводов и оборудования. Продувочные трубопроводы размещают на входном газопроводе после первого отключающего устройства; на байпасе между двумя запорными устройствами; на участке газопровода с оборудованием, отключаемым для, осмотров и ремонта. Условный диаметр продувочного и сбросного трубопроводов принимается не менее 20 мм. Продувочные и сбросные трубопроводы выводятся наружу в места, обеспечивающие безопасное рассеивание газа, но не менее чем на 1 м выше карниза здания.

Запорные устройства должны обеспечить возможность отключения ГРП (ГРУ), а также оборудования и средств измерения без прекращения подачи газа.



**Рис. 2. Стационарный газорегуляторный пункт:**

- 1, 3 – сбросные свечи; 2 – настроечная свеча; 4 – газопровод газоснабжения котла для обогрева помещения ГРП; 5, 9, 10, 22 – задвижки; 6 – байпас;
- 7, 13 – пружинные манометры; 8, 15 – краны пробковые; 11 – импульсная трубка; 12 – импульсная трубка для ПЗК; 14 – предохранительный сбросной клапан;
- 16 – U-образный жидкостный манометр; 17 – кран пробковый на манометр; 18 – импульсный газопровод на регулятор; 19 – регулятор давления газа;
- 20 – предохранительный запорный клапан; 21 – фильтр газозовый; 23 – газопровод от фильтра для слива конденсата

ГРП (ГРУ) могут быть одно- или двухступенчатыми. В одноступенчатых входное давление газа редуцируется до выходного одним, в двухступенчатом – двумя последовательно установленными регуляторами. При этом регуляторы должны иметь примерно одинаковую производительность при соответствующих входных давлениях газа.

Классическая компоновка и расположение газового оборудования стационарного ГРП показаны на рис. 2.

Основная линия состоит из следующего последовательно соединённого трубопроводами оборудования: входного отключающего устройства 22, фильтра газового 21, очищающего газ от механических примесей и оборудованного манометрами 13 для измерения перепада давления (по показаниям манометров 13 судят о степени загрязнённости фильтра 21; предохранительного запорного клапана 20, перекрывающего трубопровод в случае выхода из заданных пределов давления после регулятора 19 (контролируемого через импульсную трубку 12); регулятора давления газа 19, понижающего давление до требуемого; выходного отключающего устройства 10; предохранительного сбросного клапана 14, стравливающего газ в атмосферу в случае кратковременного повышения давления сверх установленного. Для настройки ПСК 14 перед ним должно устанавливаться запорное устройство, которое на рисунке не показано.

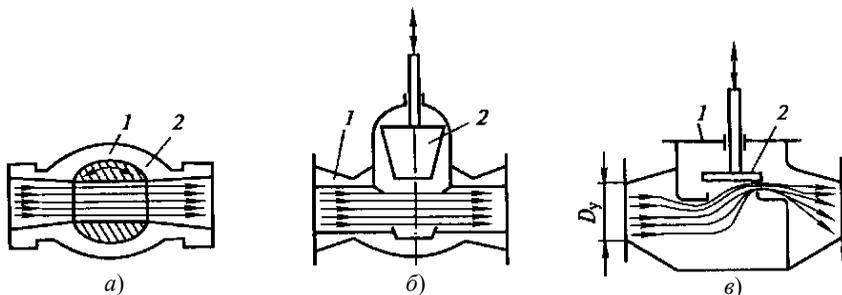
Байпасная линия б служит для ручного регулирования давления газа на период ремонта (замены) оборудования на основной линии и состоит из трубопровода с двумя отключающими устройствами 5, 9 (задвижками), оборудованного манометром 7 для измерения давления.

## 2.2. ЗАПОРНАЯ АРМАТУРА

К запорным устройствам ПРГ относятся краны, задвижки, вентили.

Запорные устройства должны обеспечивать: герметичность отключения, минимальные потери давления в открытом положении, удобство обслуживания и ремонта.

Принципиальные схемы работы различных запорных устройств приведены на рис. 3.



**Рис. 3. Принципиальные схемы работы запорных устройств:**  
а – кран; б – задвижка; в – вентиль; 1 – корпус; 2 – запирающий орган

Запирающий орган (затвор) крана (рис. 3, а) представляет собой пробку, вращающуюся в корпусе вокруг своей оси. В шаровых кранах пробка имеет шарообразную форму, а в остальных – форму усечённого конуса. Имеющееся в пробке сквозное отверстие в шаровых кранах круглое, а в остальных – шелевидное. Для полного открытия пробку необходимо повернуть на  $90^\circ$ .

Проход в задвижке (рис. 3, б) перекрывается затвором, имеющим форму плоского диска или клина и передвигающимся в плоскости, перпендикулярной направлению движения газа. Для полного открытия затвор выдвигают на расстояние, равное условному диаметру прохода  $D_y$ .

Вентильный затвор (рис. 3, в) перемещается вдоль оси седла, и для полного открытия его достаточно поднять на  $1/4D_y$ .

*Краны.* Применяемые на газопроводах краны различают по способу присоединения – муфтовые, цапковые, фланцевые и с концами под приварку; форме затвора – конические, цилиндрические и сферические (шаровые); способу уплотнения – натяжные и сальниковые; проходу в пробке – полнопроходные и суженные; применению смазки – со смазкой и без неё; приводу – с управлением ручным, гидравлическим, пневматическим и электрическим.

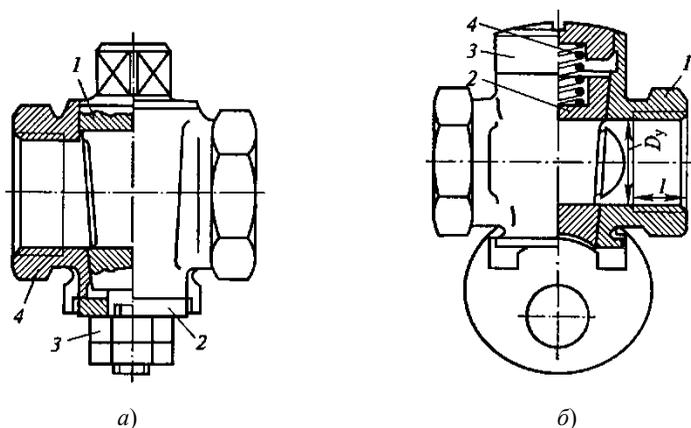
Краны более компактны, чем задвижки и вентили, их уплотнительные поверхности меньше подвержены внутренней коррозии и эрозии. Конструкция кранов позволяет повышать их герметичность путём смазки уплотнительных поверхностей. К недостаткам кранов относят трудность их притирки, возможность заедания пробки в корпусе и лёгкую повреждаемость твёрдыми частицами запирающих поверхностей. Эти недостатки особенно проявляются у кранов больших размеров, поэтому при  $D_y > 80$  мм применяют только краны с уплотняющей принудительной смазкой и шаровые.

Площадь проходного сечения пробки в газовых кранах должна составлять на менее 0,7 площади условного прохода.

Натяжные краны (рис. 4, а) состоят из корпуса 4, конусной пробки 1, оканчивающейся хвостиком с винтовой нарезкой, натяжной гайки 3, расположенной на нарезке хвостика пробки, и шайбы 2. Герметичность между корпусом и пробкой достигается притиркой и прижатием их поверхностей друг к другу при помощи натяжной гайки.

В конструкции муфтовых кранов (рис. 4, б) предусмотрена пружина 4, которая прижимает конусную пробку 2 к уплотнительной поверхности корпуса 1. Усилие, создаваемое пружиной, регулируется изменением положения крышки 3, имеющей на поверхности шлиц. Для поворота пробки в нижней её части установлена ручка.

Кран шаровой (рис. 5) отличается тем, что его пробка 2 имеет сферическую форму, а герметичность затвора обеспечивается двумя фторопла-



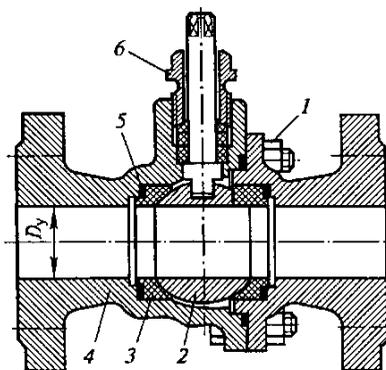
**Рис. 4.**

*a* – кран натяжной муфтовый 11B10bk-1: 1 – конусная пробка; 2 – шайба; 3 – натяжная гайка; 4 – корпус; *б* – кран пружинный муфтовый 11B12bk-1: 1 – корпус; 2 – конусная пробка; 3 – крышка; 4 – пружина

стовыми кольцами 3 со сферической рабочей поверхностью. Корпус экрана состоит из двух частей, соединяющихся с помощью четырёх болтов 1 на резиновой уплотнительной прокладке 5, благодаря упругости которой достигается необходимый натяг шаровой пробки. Уплотнение шпинделя сальниковое. Подтяжку сальника производят регулирующей гайкой 6.

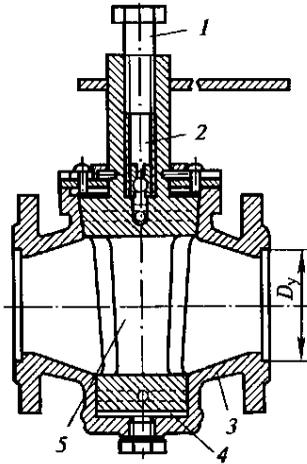
На газопроводах среднего и высокого давлений диаметром более 40 мм устанавливают краны с уплотняющей смазкой. Герметичность таких кранов достигается подачей смазки под давлением в канавки, имеющиеся на поверхности пробки и корпуса, и в зазор между конусными уплотняющими поверхностями. Конструкция крана со смазкой типа КС показана на рис. 6.

Корпус 3 и пробка 5 такого крана имеют систему канавок, через которые смазка передаётся при ввертывании болта 1 из камеры 2 под нижний торец пробки в камеру 4. Из-за давления смазки пробка чуть припод-



**Рис. 5. Кран сальниковый шаровой фланцевый 11ч37п:**

1 – болт; 2 – пробка;  
3 – фторопластовые кольца;  
4 – корпус; 5 – уплотнительная прокладка; 6 – регулирующая гайка



**Рис. 6. Кран чугунный со смазкой типа КС и ручным управлением:**  
 1 – болт; 2, 4 – камеры;  
 3 – корпус; 5 – пробка

В клиновых задвижках боковые поверхности затвора наклонены к вертикальной оси корпуса. Этим достигается плотное прилегание уплотнительных поверхностей клина и корпуса. Клин таких задвижек может состоять из двух шарнирно соединённых дисков или быть сплошным, причём задвижки со сплошным клином более просты и надёжны в работе. Боковые поверхности клина имеют пазы для фиксирования посадки затвора на седло.

В чугунном корпусе 8 параллельной задвижки с выдвижным шпинделем (рис. 7) путь газу перекрывает затвор 6, состоящий из двух дисков. Перемещение затвора обеспечивается вращением в резьбовой втулке 1 шпинделя 3, соединённого с маховиком 2. Уплотнение прохода шпинделя через крышку 5 осуществляется сальниковым устройством 4. В корпусе задвижки имеются направляющие, по которым перемещаются диски затвора. При опускании затвора вниз до упора распорный клин 7 упирается в выступ корпуса и, раздвигая диски, прижимает их к уплотнительным поверхностям седла корпуса.

Задвижка с невыдвижным шпинделем (рис. 8) имеет двухдисковый клиновой затвор с шарнирным соединением. Плоское прилегание дисков 6 и 7 затвора к уплотнительным поверхностям седла корпуса достигается путём их распора за счёт сферической формы внутренней поверхности клина: сферическая выпуклость внутренней поверхности диска 6 упи-

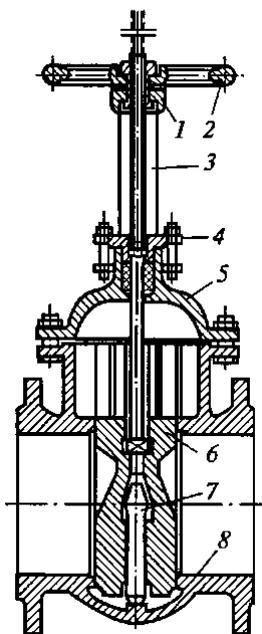
нята, а образующаяся уплотняющая пленка между корпусом и пробкой обеспечивает герметичность затвора и уменьшает трение при повороте пробки.

Если во время эксплуатации пробка «заедает», то, ввёртывая болт 1, увеличивают давление смазки в камере 4 под пробкой, и она приподнимается.

Достоинствами кранов являются многоцелевое назначение, возможность обеспечения полнопроходности, малые строительные длина и высота. Основные параметры указаны в ГОСТ 9702–87.

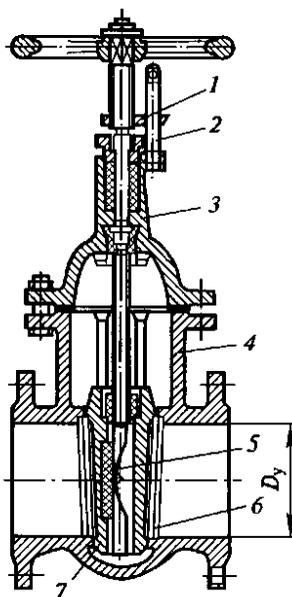
Недостаток кранов значительный крутящий момент для управления.

*Задвижки.* По устройству затвора различают задвижки параллельные и клиновые, по устройству подъёма затвора – задвижки с выдвижным и не выдвижным шпинделем, по приводу – задвижки с ручным, электрическим, пневматическим и гидравлическим управлением.



**Рис. 7. Задвижка параллельная с выдвижным шпинделем 30ч76к:**

- 1 – резьбовая втулка; 2 – маховик;  
 3 – шпиндель; 4 – сальниковое устройство;  
 5 – крышка; 6 – затвор;  
 7 – распорный клин; 8 – корпус



**Рис. 8. Задвижка клиновья с не выдвижным шпинделем 30ч176к:**

- 1 – указатель; 2 – стержень;  
 3 – крышка; 4 – корпус;  
 5 – подпятник; 6, 7 – диски

рается в сферическую вогнутость подпятника 5, закреплённого винтами на диске 7. Задвижка имеет указатель 1 положения затвора, включающий в себя стержень 2, закреплённый на крышке 3 корпуса 4.

Задвижки не всегда обеспечивают герметичность отключения, так как уплотнительные поверхности и дно задвижки загрязняются. При эксплуатации задвижек с не полностью открытым затвором диски истираются и приходят в негодность. Устранение этих недостатков связано с большими трудностями. Все отремонтированные и вновь устанавливаемые задвижки необходимо проверять на плотность керосином. Для этого задвижку устанавливают в горизонтальное положение и заливают сверху керосин, с другой стороны затвор окрашивают мелом. Если задвижка плотная, на затворе не будет керосиновых пятен.

В сравнении с другими видами запорной арматуры задвижки обладают преимуществами: незначительным гидравлическим сопротивлением

при полностью открытом проходе, отсутствием поворотов рабочей среды, простотой обслуживания, относительно небольшой строительной длиной, возможностью подачи среды в любом направлении.

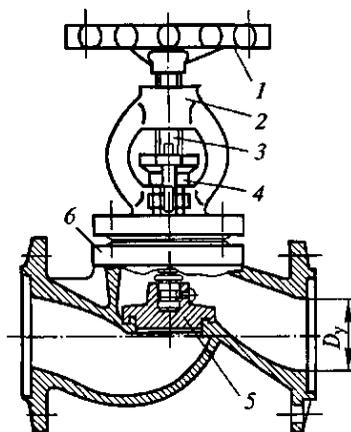
К недостаткам относят: небольшой допустимый перепад давлений на затворе; невысокую скорость срабатывания затвора; трудности ремонта изношенных уплотнительных поверхностей затвора при эксплуатации; нарушение герметичности сальника по штоку; быстрый износ уплотнительной поверхности, что приводит к потере герметичности затвора при эксплуатации.

*Вентили.* Для вентилей характерны обеспечение хорошей герметичности и небольшой ход тарелки клапана, необходимый для полного открытия затвора. В то же время применение вентилей ограничивается гидравлическим сопротивлением.

Плоское основание тарелки клапана (золотника) вентиля имеет уплотнительное кольцо из металла (баббита), резины или фторопласта. Для ремонта сальника 4 (рис. 9) без прекращения подачи газа потребителю вентили имеют верхнее уплотнение, обеспечивающее отключение сальниковой камеры при полном подъёме клапана 5. Верхняя часть клапана имеет конический выступ, который при вывертывании шпинделя 3 до упора входит в коническую проточку в крышке корпуса 6. Сальник 4 требует периодической набивки. Ходовая гайка жёстко крепится в стойке 2 вентиля. Шпиндель 3 при вращении маховика против часовой стрелки поднимается, открывая затвор. Вентили устанавливают так, чтобы поток газа был направлен под тарелку клапана.

Наиболее широко вентили применяют в установках по регазификации сжиженных углеводородных газов.

Вся арматура, применяемая в газовом хозяйстве, стандартизирована (табл. 5). По условному обозначению шифр каждого изделия арматуры состоит из четырёх частей. На первом месте стоит номер, обозначающий вид арматуры, на втором – условное обозначение материала, из которого изготовлен корпус арматуры. На третьем – порядковый номер изделия. На четвёртом – условное обозначение материала уплотнительных колец: бр – бронза или латунь; нж – нержавеющая сталь; р – резина; э – эбонит; бт – баббит; бк – в корпусе и на затворе нет специальных уплотнительных колец.



**Рис. 9. Вентиль фланцевый  
15кч16н:**

- 1 – маховик; 2 – стойка вентиля;  
3 – шпиндель; 4 – сальник;  
5 – клапан; 6 – корпус

## 5. Условные обозначения вида арматуры

Вид арматуры	Обозначение вида	Вид арматуры	Обозначение вида
Краны для трубопроводов	11	Клапаны обратные поворотные	19
Вентили запорные	14 и 15	Клапаны регулирующие	25
Клапаны обратные подъёмные	16	Задвижки запорные	30, 31
Клапаны предохранительные	17	Затворы	32

## 6. Условные обозначения материалов корпуса арматуры

Материал корпуса	Обозначение материала	Материал корпуса	Обозначение материала
Сталь углеродистая	с	Латунь и бронза	б
Сталь кислотостойкая и нержавеющая	нж	Винипласт	вп
Чугун серый	ч	Сталь легированная	лс
Чугун ковкий	кч	Алюминий	а

### 2.3. ФИЛЬТРЫ ГАЗОВЫЕ

Фильтры газовые предназначены для очистки газа от пыли, ржавчины, смолистых веществ и предотвращения засорения импульсных трубок, дроссельных отверстий, износа запорных и дроссельных органов арматуры. Качественная очистка газа позволяет повысить герметичность запорных устройств, увеличить межремонтное время эксплуатации этих устройств за счёт уменьшения износа уплотняющих поверхностей. Правильный выбор фильтров и их квалифицированная эксплуатация являются одним из важнейших мероприятий по обеспечению надёжного и безопасного функционирования системы газоснабжения.

По направлению движения газа через фильтрующий элемент фильтры бывают прямоточные и поворотные.

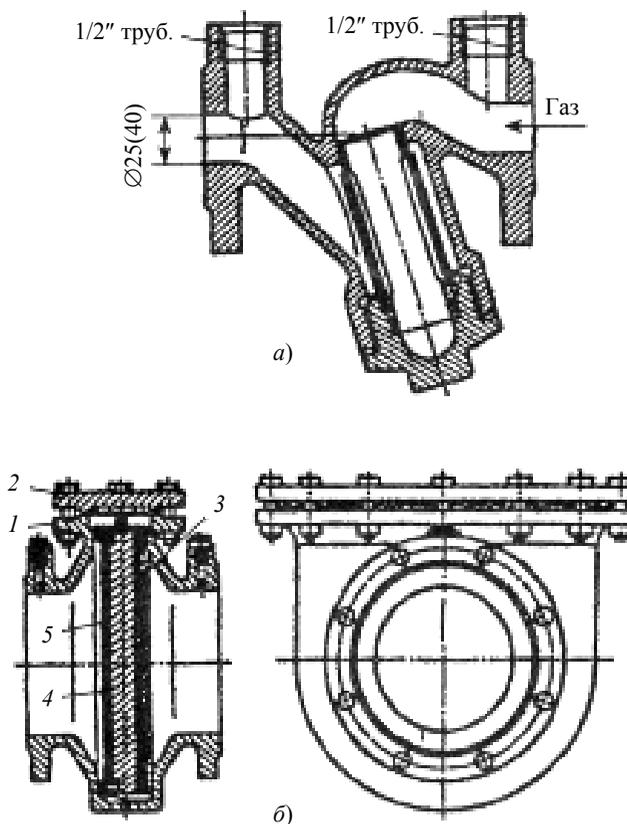
По конструктивному исполнению – линейные и угловые.

По материалу корпуса и методу его изготовления – чугунные (или алюминиевые) литые и стальные сварные.

При выборе фильтра особенно важен фильтрующий материал. Он должен быть химически инертен к газу, должен обеспечивать требуемую степень очистки и не разрушаться под воздействием рабочей среды и в процессе периодической очистки фильтра.

По фильтрующему материалу фильтры подразделяются на сетчатые и волосяные (рис. 10). В сетчатых фильтрах используют плетёную металлическую сетку, а в волосяных – кассеты, набитые капроновой нитью или прессованным конским волосом, которые пропитаны висциновым маслом.

Сетчатые фильтры, особенно двухслойные, отличаются повышенной тонкостью и интенсивностью очистки. По мере засорения сетки повышается тонкость фильтрования, но уменьшается пропускная способность фильтра.



**Рис. 10. Газовые фильтры:**

*а* – угловой сетчатый; *б* – волосяной;

*1* – корпус; *2* – крышка; *3* – сетка; *4* – капроновое волокно; *5* – кассета

У волосяных фильтров, наоборот, в процессе эксплуатации фильтрующая способность снижается за счёт уноса частиц фильтрующего материала потоком газа.

Для обеспечения достаточной степени очистки без уноса твёрдых частиц, фильтрующего материала скорость газового потока лимитируется и характеризуется максимально допустимым перепадом давления на сетке или кассете фильтре.

В качестве фильтрующего элемента используют однослойную плетёную металлическую сетку заводского изготовления, которую припаивают к каркасу, вставленному внутрь цилиндра, предварительно сетке придают форму цилиндра. В корпусе 1 расположена обойма, которая состоит из проволочного каркаса 2 и обтягивающей её мелкочаеистой сетки 3. Обойма прижимается к выступам корпуса пробкой 4. Газ из входного патрубка фильтра поступает внутрь обоймы, твёрдые частицы задерживаются на сетке. Пройдя через сетку, очищенный газ попадает в выходной патрубок и из него направляется к основному оборудованию.

Фильтры оборудованы штуцерами для присоединения к ним дифманометров или других устройств для определения потери давления на фильтре (степени засорённости). Если потеря давления на фильтре станет больше максимально допустимой, кассета с фильтрующим материалом подлежит замене. Максимально допустимый перепад давления на фильтре определяется заводом изготовителем и прописывается в паспорте на фильтр.

Для очистки фильтра при закрытых запорных устройствах до и после него вывертывают пробку, обойму и сетку вынимают из корпуса и тщательно промывают. Штуцеры 5 служат для подключения манометров.

Кассета 3 находится в чугунном корпусе 1 фильтра. Перед ней, по ходу газа установлен отбойный лист 2, который предотвращает повреждение кассеты крупными твёрдыми частицами. Торцевые части кассеты затянуты проволочными сетками, пространство между ними набивается капроновой нитью или конским прессованным волосом, пропитанной висциновым маслом. Через эту набивку осуществляется очистка газа. За кассетой расположена решетка 4, которая предохраняет заднюю стенку от разрыва и уноса фильтрующего материала при превышении допустимого перепада давления. Сверху корпус перекрыт крышкой 6. Крышку крепят болтами. Штуцеры 7 служат для подключения дифманометра для измерения перепада давления.

Работа по чистке фильтра относится к газоопасным, выполняется по наряду – допуску бригадой в составе не менее трёх рабочих под руководством инженерно-технического работника. Чистку фильтра производят по графику, утверждённому главным инженером, по мере необходимости, но не реже одного раза в год. Перепад давления на фильтре устанавливается заводом-изготовителем.

Перед чисткой фильтра проводятся подготовительные работы:

- работа ГРП производится по байпасной (обводной) линии;
- закрываются задвижки на основной линии ГРП;
- открываются краны продувочных трубопроводов и для сброса газа в атмосферу. По манометрам на фильтре убеждаются в отсутствии давления;
- после рабочей задвижки по ходу газа и перед рабочей задвижкой устанавливаются заглушки для предотвращения выхода газа;
- двери ГРП на протяжении всей работы должны быть открыты, а с наружной стороны должен стоять слесарь, в обязанности которого входит контроль за состоянием работающих, положением шлангов противопожарных, не допущении посторонних лиц, огня.

Снимается крышка фильтра, вынимается фильтрующая кассета, ложится в металлическое ведро и быстро выносится на улицу во избежание воспламенения пирофорных соединений в помещении ГРП, имеющихся в фильтрующей кассете. Пирофорные соединения в фильтрующей кассете образуются за счёт одоранта, подаваемого в газ ( $C_2H_2SH$ ). Пирофорные соединения способны самовоспламениться при контакте с кислородом воздуха.

Фильтрующую кассету чистят на улице не ближе 5 м от здания ГРП в местах, удалённых от легковоспламеняющихся веществ и материалов.

Фильтрующую кассету вытряхивают, промывают керосином, затем смачивают висциновым маслом, дают маслу стечь, затем вставляют в заранее очищенный корпус фильтра.

В фильтрующую кассету при необходимости добавляется фильтрующий материал. При установке крышки прокладка меняется на новую. Затем снимают заглушки и производят переход с байпаса на основную линию, согласно инструкции.

После пуска газа обмывают соединения корпуса фильтра с крышкой на предмет утечки газа в ГРП.

## **2.4. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНО-ЗАПОРНЫЕ УСТРОЙСТВА**

Повышение или понижение давления газа после регулятора давления сверх заданных пределов может привести к аварийной ситуации. При чрезмерном повышении давление газа возможны отрыв пламени у горелок и появление в рабочем объёме газоиспользующего оборудования взрывоопасной смеси, нарушение герметичности, утечка газа в соединениях газопроводов и арматуры, выход из строя контрольно-измерительных приборов и т.д.

Значительное понижение давления газа может привести к проскоку пламени в горелку или погасанию пламени, что при не отключении подачи газа вызовет образование взрывоопасной газозоооздушной смеси в топках и газоходах агрегатов, в помещениях газифицированных зданий.

Для предотвращения недопустимого повышения или понижения давления в ГРП (ГРПШ) устанавливают быстродействующие предохранительные запорные клапаны (ПЗК) и предохранительные сбросные клапаны (ПСК).

Предохранительно-запорные устройства – устройства, которые обеспечивают прекращение подачи газа, у которых скорость приведения рабочего органа в закрытое положение составляет не более 1 с.

Предохранительно-сбросные устройства – устройства, обеспечивающие защиту газового оборудования от недопустимого повышения давления газа в сети.

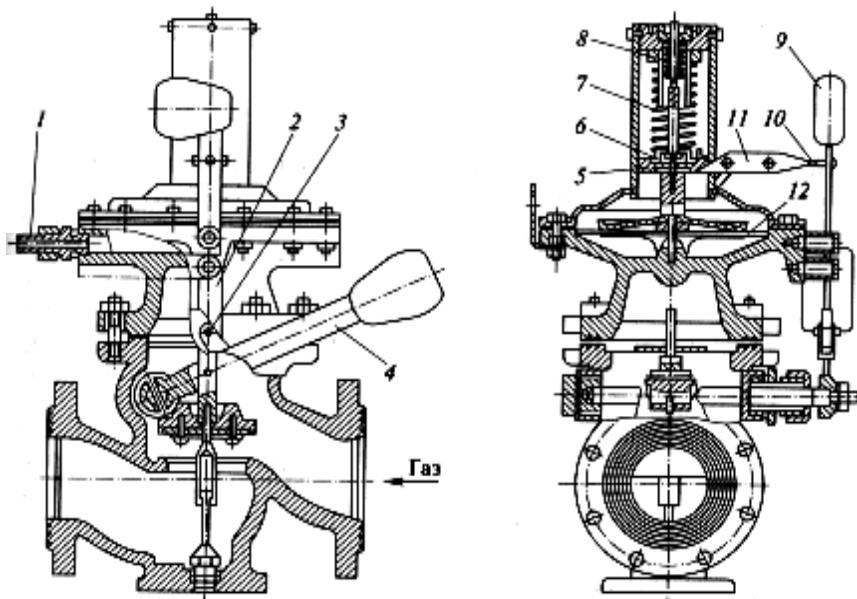
Предохранительно-запорные устройства устанавливают перед регулятором давления газа. Их мембранная головка через импульсную трубку соединена с газопроводом конечного давления. При увеличении конечного давления или его уменьшении ПЗК автоматически отсекает подачу газа на регулятор.

Предохранительно-запорные клапаны низкого (ПКН) и высокого давления (ПКВ) контролируют верхний и нижний пределы выходного давления газа, выпускаются с условными проходами 50, 80, 100, 200 мм. Клапан ПКВ отличается от клапана ПКН тем, что у него активная площадь мембраны меньше за счёт наложения на неё стального кольца.

В открытом положении клапан удерживается рычагом 4 (рис. 11). Рычаг в верхнем положении удерживается за штифт 3 крючком анкерного рычага 2. Ударник 9 за счёт штифта 10 упирается в коромысло 11 и удерживается в вертикальном положении.

Импульс конечного давления газа через штуцер 1 подаётся в подмембранное пространство клапана и оказывает противодействие на мембрану 12. Пружина 7 препятствует перемещению мембраны вверх. Если давление газа повысится сверх нормы, то мембрана переместится вверх и соответственно переместится вверх гайка 5. Вследствие этого левый конец коромысла переместится вверх, а правый опустится и выйдет из зацепления со штифтом 10. Ударник, освободившись от зацепления, упадёт и ударит по концу анкерного рычага 2. Рычаг, таким образом, выводится из зацепления со штифтом и клапан перекрывает проход газа. Если давление газа понизится ниже допустимой нормы, то давление газа в подмембранном пространстве клапана становится меньше усилия, создаваемого пружиной 8, опирающейся на выступ штока мембраны 12. В результате мембрана и шток переместятся с гайкой 5 вниз, увлекая конец коромысла 11 вниз. Правый конец коромысла поднимется, выйдет из зацепления со штифтом 10 и произойдёт падение ударника 9.

*Порядок настройки.* Сначала клапан настраивают на нижний предел срабатывания. Давление за регулятором во время настройки поддерживают выше установленного предела, затем медленно снижая давление, необходимо убедиться, что клапан срабатывает при установленном нижнем



**Рис. 11. Предохранительно-запорные клапаны ПКН и ПКВ:**  
 1 – штуцер; 2, 4 – рычаги; 3, 10 – штифты; 5 – гайка; 6 – тарелка;  
 7, 8 – пружины; 9 – ударник; 11 – коромысло; 12 – мембрана

пределе. При настройке верхнего предела необходимо поддерживать немного больше настроенного нижнего предела. По окончании настройки давление нужно повысить и убедиться, что клапан срабатывает при заданном верхнем пределе допустимого давления газа.

К наиболее часто встречающимся неисправностям относят трудность фиксирования в рабочем вертикальном положении штифта 10 ударника 9 с выступом коромысла 11 по причине засорения импульсной трубки, повреждения мембраны или изменения характеристики пружин настройки. Устраняется это прочисткой импульсной трубки, уплотнением мест защемления мембраны или заменой последней, а также изменением сжатия настроечных пружин. Если обнаруживается неплотность закрытого клапана, то следует проверить чистоту кромок седла, а также сменить уплотнительную прокладку на торце тарельчатого плунжера, которая должна быть изготовлена из мягкой маслбензостойкой резины.

Клапан-отсекатель предохранительный ПКК-40М (рис. 12) устанавливают в шкафных ГРУ. Клапан имеет муфтовый или фланцевый корпус вентильного типа с встроенным седлом. На верхнем фланце корпуса расположена коробка мембраны, сверху которой установлена крышка с регулировочным стаканом и пружиной. Между торцами корпуса, коробки и

крышки вставлены нижняя и верхняя мембраны и зажаты болтами мембранной камеры. В верхней мембране закреплён малый (верхний) клапан. В резьбовые отверстия коробки мембраны ввёрнута пусковая пробка 10 и обратный клапан.

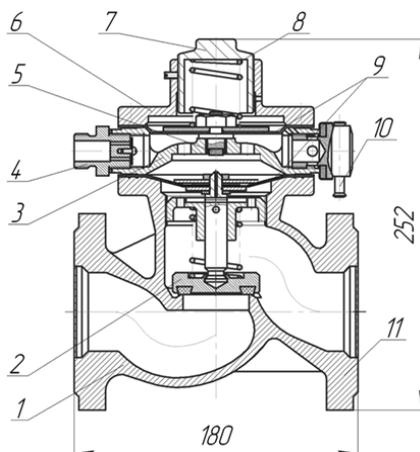
При медленном открытии входного вентиля не допускается подскока клапана, газ заполняет подмембранную полость и через два взаимно перпендикулярных отверстия в штоке заполняет пространство между мембранами.

Для открытия клапана необходимо отвернуть пусковую пробку. При этом газ, находящийся между мембранами, быстро через отверстия в пробке выйдет в атмосферу.

Входное давление газа, преодолевая усилие пружины основного клапана, поднимет нижнюю мембрану вверх до упора, а отверстие в конце штока окажется закрытым малым клапаном верхней мембраны. После этого пусковая пробка завинчивается обратно.

Газ через открытый основной клапан поступает в сеть и из контролируемого участка, по импульсной трубке, через обратный клапан попадает в полость между мембранами.

Если контролируемое давление газа превысит установленное верхней пружиной значение, то верхняя мембрана приподнимается, отверстие на штоке откроется, и по обе стороны нижней мембраны установится одинаковое входное давление газа.



**Рис. 12. Клапан-отсекатель предохранительный ПКК-40М:**

- 1 – корпус; 2 – основной клапан; 3 – коробка мембраны; 4 – обратный клапан;  
5 – верхний клапан; 6 – крышка; 7 – регулировочный стакан; 8 – пружина;  
9 – мембраны; 10 – пусковая пробка; 11 – фланец DN50; 12 – фильтр

Под действием пружины основной клапан опускается на седло, перекрывает подачу газа, при этом благодаря закрытию обратного клапана сообщение полости мембранной камеры с импульсной линией прекратится.

При уменьшении входного давления ниже величины, определяемой пружинной силой основного клапана, нижняя мембрана под действием этой пружины опустится, отверстие в штоке откроется, что также приведёт к закрытию основного клапана.

В эксплуатационных условиях могут наблюдаться следующие неисправности клапана ПКК-40М.

1. Запорный плунжер после открытия пусковой пробки или пускового устройства не открывается. Причины: недостаточное давление перед клапаном, прорыв нижней мембраны, малый размер проходного сечения пускового устройства и соединительной линии.

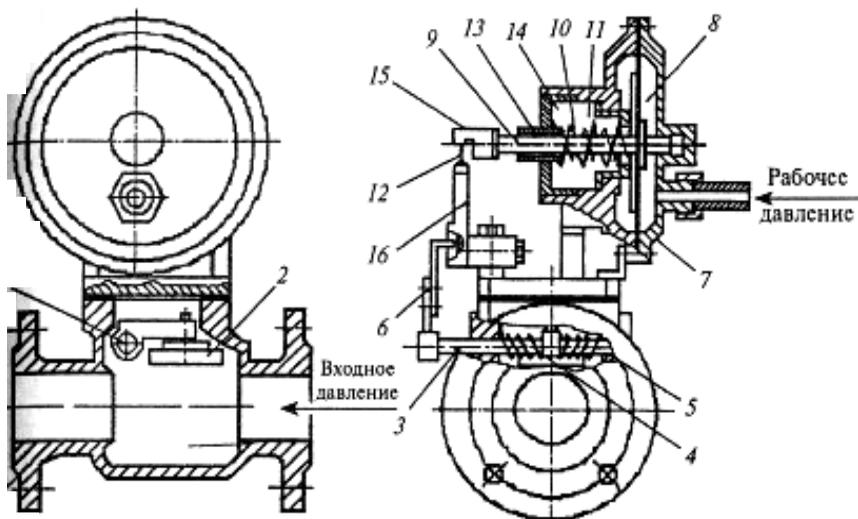
2. После открытия клапана происходит самопроизвольное его закрытие, хотя давление газа в контролируемой точке не превышает давления настройки. Причины: потеря упругости резиновой пробки верхней мембраны, прилипание диафрагмы к торцу корпуса обратного клапана, прорыв нижней мембраны, недостаточное давление газа перед клапаном.

3. При повышении контролируемого давления сверх установленно-го клапан не закрывается. Причины: разрыв верхней мембраны, засорение отверстий сопла Д (диаметр верхнего отверстия равен 1,2 мм), прилипание резиновой пробки верхней мембраны к соплу, неплотное закрытие пусковой пробки или пускового устройства.

Клапан предохранительно-запорный (КПЗ) устанавливается перед регулятором давления газа. Верхний предел срабатывания не должен превышать номинальное рабочее давление после регулятора более чем на 25%, а нижний предел срабатывания в правилах не установлен, он зависит от потери давления в подводящем газопроводе от диапазона регулирования.

КПЗ состоит из литого корпуса 1 (рис. 13). Внутри корпуса находится седло, которое перекрывается клапаном 2 с резиновым уплотнителем. Клапан 2 закреплён на оси 3, которая размещена в корпусе 1. На оси 3 установлены пружины 4, 5, один конец которых упирается в корпус 1, другой – в клапан 2. На конце оси 3, выходящей наружу, жёстко закреплён поворотный рычаг 6, который упирается в рычаг 16. На корпусе 1 закреплён механизм контроля 7, который имеет мембрану 8, шток 9 и жёстко закреплённый на штоке 9 наконечник 15. Наконечник 15 входит в зацепление с упором 12 рычага 16 и не даёт ему повернуться. Мембрана уравнивается контролируемым давлением и пружинами 10, 11, усилие которых регулируется втулками 13, 14.

Клапан КПЗ работает следующим образом: контролируемое давление подаётся в подмембранную полость механизма контроля 7, обуславливая положение наконечника 15 в среднем положении. При повышении или понижении давления в подмембранной полости сверх пределов



**Рис. 13. Клапан предохранительно-запорный:**

1 – корпус; 2 – клапан с резиновым уплотнителем; 3 – ось; 4, 5 – пружины; 6 – рычаг; 7 – механизм контроля; 8 – мембрана; 9 – шток; 10, 11 – пружины настройки; 12 – упор; 13, 14 – втулки; 15 – наконечник; 16 – рычаг

настройки происходит перемещение наконечника 15 влево или вправо, и упор 12, установленный на рычаге 16, выходит из зацепления с наконечником 15, освобождает связанные между собой рычаг 16 и поворотный рычаг 6 и даёт возможность оси 3 повернуться. Усилие от действия пружин 4, 5 передаётся клапану 2, который закрывает проход газа.

Приведение клапана 2 в рабочее состояние после срабатывания производится вручную поворотом рычага 6, при этом перепускной клапан, встроенный в клапан 2 открывается в первую очередь. После выравнивания давления до и после клапана 2 производится дальнейший подъем рычага 6 до зацепления с рычагом 16 и фиксации их с наконечником 15, при этом клапан 2 должен удерживаться в открытом положении.

*Настройка клапана предохранительно-запорного.* Рекомендуется следующий порядок настройки:

1. Настроить верхний предел срабатывания клапана, изменяя натяжение пружины 11, путём вращения втулки 14. Во время настройки давление в импульсной трубке следует поддерживать несколько ниже установленного верхнего предела, а затем медленно повысить давление и убедиться что клапан срабатывает при установленном верхнем пределе.

2. Настроить нижний предел срабатывания клапана, изменяя натяжение пружины 10, путём вращения втулки 13. Во время настройки давление в импульсной трубке следует поддерживать несколько выше уста-

новленного нижнего предела, а затем медленно понизить давление и убедиться что клапан срабатывает при установленном нижнем пределе.

3. После окончания настройки повысить давление в импульсной трубке и убедиться повторно в срабатывании клапана при установленном верхнем пределе.

Возможные неисправности предохранительно-запорных клапанов КПЗ.

Клапан не перекрывает подачу газа: засорение клапана или дефект седла, что можно обнаружить и устранить при разборке клапана; заедание штока или рычагов клапана, отчего при падении молотка клапан остаётся открытым, дефект обнаруживают при внешнем осмотре.

Клапан перекрывает подачу газа без повышения давления газа регулятором: произошли разрыв мембраны головки клапана или засорение импульсной трубки, плохая настройка клапана, самопроизвольное закрытие клапана от вибрации оборудования.

Клапан при настройке не открывается: засорение перепускного клапана, который не позволяет выровнять давление над и под основным клапаном; заедание штока клапана.

## **2.5. ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ СБРОСНЫЕ КЛАПАНЫ**

Предохранительные сбросные клапаны (ПСК) предназначены для сброса газа за регулятором в случае кратковременного повышения давления газа сверх установленного значения. Монтируют их на газопроводе конечного давления, а выходной штуцер подключают к отдельной свече.

ПСК – это закрытая в эксплуатационном состоянии арматура, которая открывается на короткий период времени, а после достижения давления в контролируемой точке номинального значения автоматически закрывается.

ПСК бывают пружинные и мембранные. Пружинные ПСК снабжены устройством для их принудительного открытия и контрольной продувки с целью предотвращения прикипания, примерзания и прилипания золотника к седлу и для удаления твёрдых частиц, попавших между уплотнительными поверхностями.

ПСК подразделяются на полноподъёмные и малоподъёмные. У малоподъёмных клапанов (типа ПСК) открытие затвора происходит постепенно, пропорционально увеличению давления в контролируемой точке газопровода. Полноподъёмные клапаны СППКР4Р-16 открываются полностью и резко, рывком, и так же резко, с ударом золотника о седло, закрываются при понижении давления. Полноподъёмный клапан имеет двухпозиционное положение: «закрыто» и «открыто».

При достижении максимально допустимого давления настройки затвор ПСК должен безотказно открываться до полного подъема и устойчиво работать в открытом положении. Закрывается затвор должен при по-

нижении давления до номинального или ниже его на 5% и обеспечивать герметичность. В случае запаздывания закрытия затвора давление газа в сети может понизиться, что приведёт к нарушению режима работы системы и значительному выбросу газа в атмосферу.

У малоподъёмных ПСК при закрытии затвора после сброса газа для того, чтобы достигнуть герметичности затвора надо приложить усилие. Такие ПСК сброс газа прекращают после уменьшения давления до 0,8...0,85% рабочего давления, что приводит к длительному сбросу газа в атмосферу. Главным преимуществом мембранных ПСК является наличие в их конструкции эластичной мембраны, которая выполняет роль чувствительного элемента. Если в пружинных клапанах золотник выполняет роль чувствительного элемента и запорного органа, то в мембранных клапанах золотник выполняет только запорные функции. Мембрана позволяет увеличить чувствительность клапана в целом и расширить область их использования, включая низкое давление газа. ПСК должны обеспечивать открытие при превышении установленного рабочего давления не более, чем на 15%.

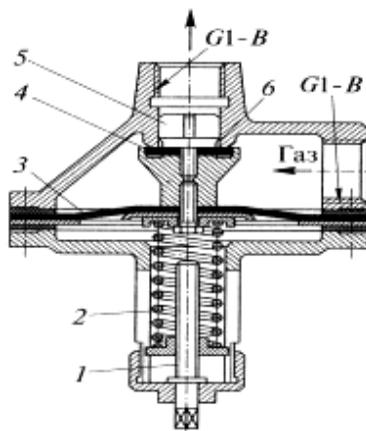
Выбор конструкции ПСК производят в соответствии с пропускной способностью.

Малоподъёмные мембранные и пружинные ПСК имеют небольшую пропускную способность. Это объясняется малой высотой подъёма золотника.

Клапан предохранительный сбросной ПСК-50 Ду50 мембранного типа прямого действия устанавливается на газопроводах низкого, среднего и высокого давления и на ГРП среднего давления. Изготавливается в климатическом исполнении для работы при температурах от  $-10$  до  $+35$  °С.

Клапан (рис. 14) имеет чугунный корпус, который выполнен в виде усеченного конуса с фланцем, седлом и двумя отверстиями с резьбой трубной цилиндрической два дюйма. Седло перекрывается клапаном 4 с резиновым уплотнением. Клапан собран с мембраной 3, которая жёстко закреплена между клапаном 4 и тарелкой. Мембрана 3 закреплена между корпусом и крышкой.

Путём вращения регулировочного винта 1 перемещается нижняя тарелка, при этом происходит изменение уси-



**Рис. 14. Предохранительно-сбросной клапан ПСК-50:**

- 1 – регулировочный винт;
- 2 – пружина; 3 – мембрана;
- 4 – клапан; 5 – золотник; 6 – седло

ля пружины 2, которая определяет настройку клапана 4 на давление в заданных пределах.

В зависимости от исполнения клапаны бывают: с пружиной низкого давления и шайбой вместо направляющей ПСК-50/Н/5; с пружиной среднего давления ПСК-50/С/50; с пружиной среднего давления, тарелкой мембраны, уменьшенной по диаметру, и специальной шайбой, зажатой между корпусом и крышкой.

Мембранно-пружинный ПСК устанавливают на газопроводах низкого давления и среднего давления. Клапаны ПСК-25 и ПСК-50 отличаются габаритами и пропускной способностью.

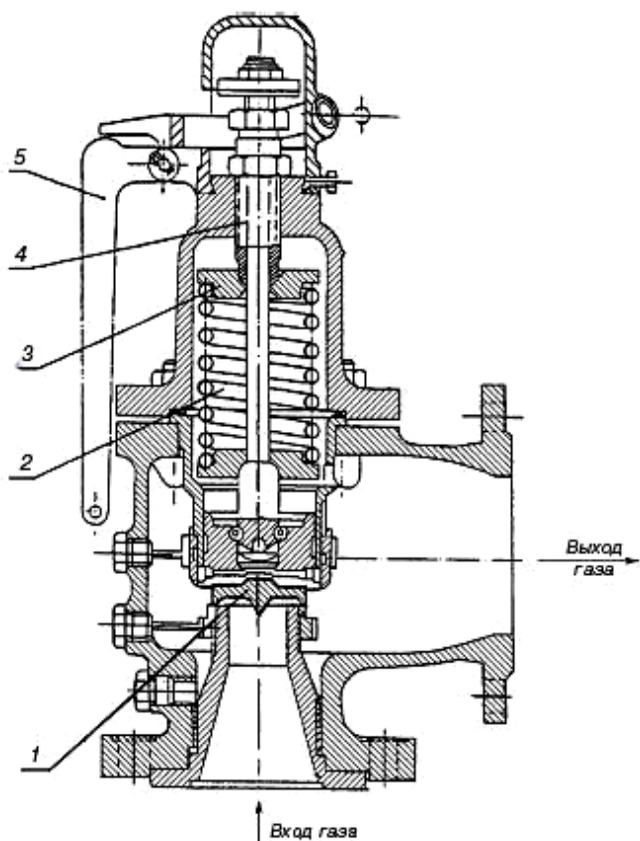
Основные недостатки малоподъёмных мембранных клапанов низкая пропускная способность при давлении газа во входном патрубке в пределах до 1,15 от заданного максимального рабочего давления в газопроводе и негерметичность затвора при снижении давления до заданного после срабатывания клапана. Для плотного прижатия плунжера к седлу необходимо дополнительное усилие, которое может возникнуть только при значительном уменьшении импульсного давления относительно давления настройки. Однако слишком малая пропускная способность этих клапанов практически не позволяет даже кратковременно понизить давление в контролируемой точке (за исключением систем очень малой ёмкости) настолько, чтобы пружина прижала плунжер к седлу. В результате при использовании этих клапанов всегда существует опасность, что после срабатывания плунжер не плотно перекроет седло и будет иметь место постоянное или длительное стравливание газа в атмосферу.

Кроме малой пропускной способности к недостаткам клапана следует отнести:

- отсутствие приспособления для принудительного открытия при проверке исправности работы;
- способность запорного плунжера находиться в «плавающем» состоянии после его подъёма и последующего снижения давления в контролируемой точке до давления настройки;
- часто наблюдаемое в эксплуатационных условиях накопление твёрдых частиц (пыли, окалины и т.п.) на уплотняющей торцевой прокладке плунжера, препятствующее плотному закрытию клапана.

Клапан предохранительный специальный полноподъёмный пружинный с рычагом для контрольной продувки типа СППК4Р-16. Устанавливается на газопроводах среднего и высокого давления.

Входной патрубок клапана (рис. 15) соединён с контролируемым участком газопровода после регулятора давления. В корпусе клапана установлен золотник 1, прижимаемый к седлу пружиной 2, усилие которой регулируется перемещением опорной шайбы 3 с помощью вращения в резьбе винта 4. При возрастании давления во входном патрубке выше заданного золотник немного приподнимается, давление газа начинает действовать на всю торцевую поверхность золотника, которая значительно



**Рис. 15. Клапан предохранительный СПК4Р-16:**  
 1 – золотник; 2 – пружина; 3 – опорная шайба; 4 – винт; 5 – рычаг

больше центральной части, в результате чего возрастает статическое давление, отжимающее золотник вверх. Кроме этого скошенная внутрь поверхность кромки золотника отклоняет вниз поток газа, вытекающего из седла. При таком отклонении потока создаётся реактивная сила, которая суммируется с уже увеличенным статическим давлением на золотник. Равновесие между усилием пружины и давлением газа на золотник нарушается, и золотник рывком поднимается в крайнее верхнее положение. При уменьшении давления в газопроводе давление газа на золотник не может преодолеть усилие сжатой пружины и золотник быстро садится на седло, герметично перекрывая поток газа. Клапан снабжён рычагом 5 для принудительного открытия.

## 2.6. РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА

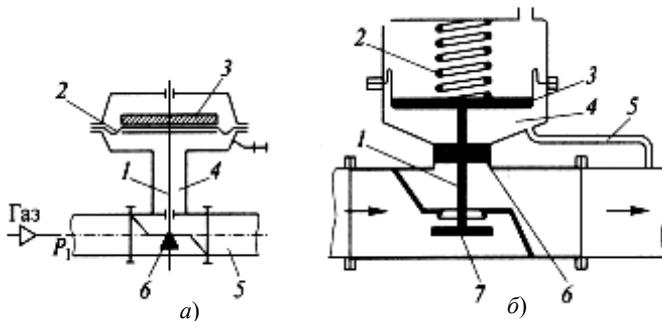
В настоящее время имеется большой спектр предложений регуляторов давления от производителей газорегулирующего оборудования. Ознакомиться со всеми в масштабах решаемых задач данного учебного пособия не представляется возможным. Поэтому рассмотрим регуляторы давления, получившие наиболее широкое применение.

Регуляторы давления предназначены для снижения давления газа и поддержания его на заданном уровне не зависимо от расхода потребителями.

Регуляторы классифицируют по назначению, характеру регулирующего воздействия, способу воздействия на регулирующий клапан.

Регуляторы подразделяют по характеру регулирующего воздействия на астатические и статические.

Мембрана 2 астатического регулятора давления газа (рис. 16) имеет поршневую форму, её активная площадь, которая воспринимает давление газа, практически не меняется при любых положениях регулирующего клапана 6. Если давление газа уравнивает силу тяжести мембраны 2, стержня 1 и клапана 6, то мембранной подвеске соответствует состояние астатического равновесия. Процесс регулирования давления газа будет проходить следующим образом. Если предположить, что расход газа через регулятор равен его притоку, то клапан 6 будет занимать какое-то определённое положение. Если расход газа увеличится, то давление уменьшится и произойдет опускание мембранного устройства. Опускание мембранного устройства приведёт к дополнительному открытию регулирующего клапана. После восстановления равенства между притоком и расхо-



**Рис. 16. Схема регуляторов давления:**

а – астатического: 1 – стержень; 2 – мембрана; 3 – грузы;  
4 – подмембранная полость; 5 – выход газа; 6 – клапан;

б – пропорционального: 1 – стержень; 2 – пружина; 3 – мембрана;  
4 – подмембранная полость; 5 – импульсная трубка; 6 – сальник; 7 – клапан

дом давление газа увеличится до заданной величины. При уменьшении расхода газа произойдет увеличение давления, процесс регулирования будет протекать в обратном направлении. Регулятор настраивают на определенное давление с помощью специальных грузов 3, причём с увеличением массы груза выходное давление газа возрастает.

Астатические регуляторы приводят регулируемое давление к заданному значению независимо от величины нагрузки и положения регулирующего клапана. Равновесие системы возможно только при заданном значении регулируемого параметра, при этом регулирующий клапан может занимать любое положение.

В статических регуляторах подмембранная полость 4 отделена от коллектора сальником и соединена с ним импульсной трубкой 5, узлы обратной связи находятся вне объекта. Вместо грузов на мембрану действует сила сжатия пружины 2. Если в астатическом регуляторе изменение выходного давления приводит к перемещению регулирующего клапана из одного крайнего положения в другое, то в статическом полное перемещение клапана из одного положения в другое происходит при сжатии пружины.

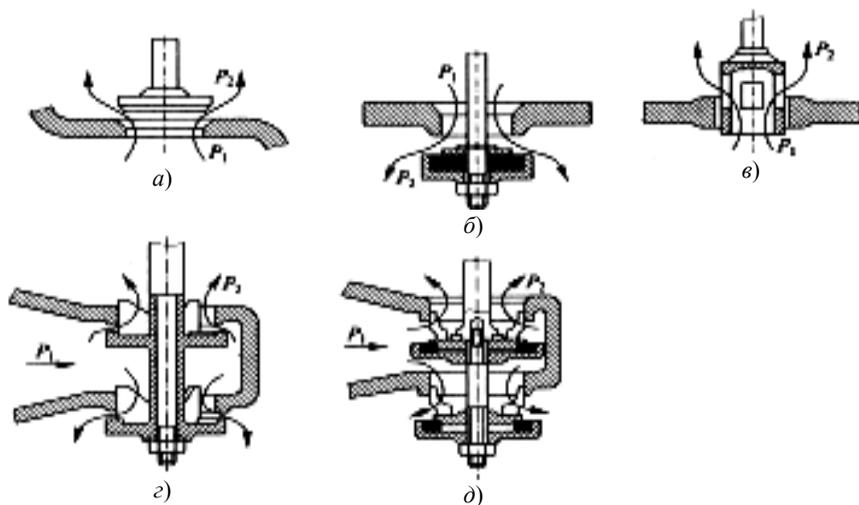
При работах с узкими пределами пропорциональности астатические и статические регуляторы работают по принципу «открыто–закрыто», это значит, что при незначительном изменении параметра газа перемещение клапана происходит мгновенно. Для устранения этого явления в штуцере устанавливают специальные дроссели, которые соединяют рабочую полость мембранного устройства с газопроводом или свечой. Установка дросселей позволяет уменьшить скорость перемещения клапанов и добиться более устойчивой работы регулятора.

По способу воздействия на регулирующий клапан регуляторы делятся на регуляторы прямого и непрямого действия.

В регуляторах прямого действия регулирующий клапан находится под действием регулирующего параметра прямо или через зависимые параметры и при изменении величины регулируемого параметра приводится в действие усилием, возникающим в чувствительном элементе регулятора, достаточным для перестановки регулирующего клапана без постороннего источника энергии.

В регуляторах непрямого действия чувствительный элемент воздействует на регулирующий клапан посторонним источником энергии (сжатый воздух, вода или электрический ток).

В регуляторах давления газа применяют односедельные и двухседельные клапаны (рис. 17). На односедельные клапаны (рис. 17, а, б) действует одностороннее усилие, которое равно произведению площади отверстия седла на разность давлений с обеих сторон клапана. Наличие усилия с одной стороны затрудняет процесс регулирования и одновременно увеличивает влияние изменения давления до регулятора на выходное давление.



**Рис. 17. Дроссельные устройства регуляторов давления газа:**

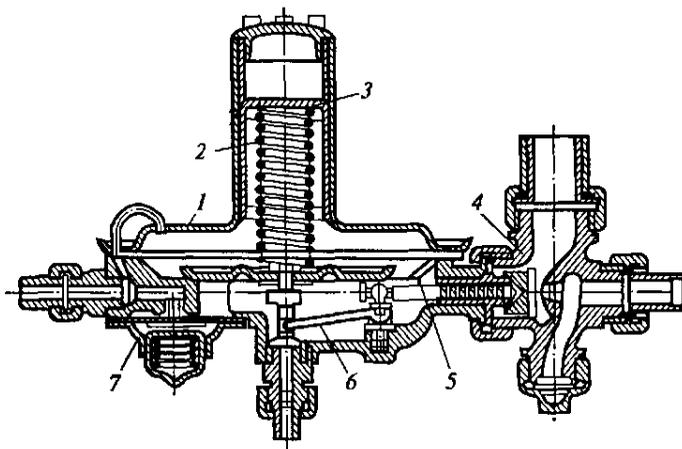
- а* – клапан жёсткий односедельный; *б* – клапан мягкий односедельный;  
*в* – клапан цилиндрический с окном для прохода газа;  
*г* – клапан жёсткий двухседельный неразрезной с направляющими перьями;  
*д* – клапан мягкий двухседельный

При отсутствии отбора газа эти клапаны обеспечивают надёжное его отключение, что обусловило их широкое применение в конструкциях регуляторов, используемых в ГРП.

Регуляторы РД-32М и РД-50М прямого действия различаются размером условного прохода, которые соответственно равны 32 и 50 мм.

На рисунке 18 показан регулятор РД-50М, состоящий из корпуса крестовины 4, соединяющихся с помощью нажимной шайбы 3. По импульсной трубке газ подаётся в подмембранное пространство регулятора и оказывает воздействие на эластичную мембрану 5, на которую сверху оказывает противодействие пружина 2. Если потребление газа увеличится, то давление в подмембранном пространстве упадёт, равновесие мембраны нарушится и она под действием пружины 2 переместится вниз. Перемещая вниз рычажный механизм 6, мембрана отводит поршень от клапана, расход газа увеличивается, и давление поднимается до требуемого. В случае уменьшения расхода газа потребителями давление в подмембранном пространстве повысится, и процесс регулирования произойдёт в обратной последовательности.

Вследствие негерметичности закрытого клапана выходное давление при отсутствии расхода газа будет повышаться, и мембрана регулятора поднимется, преодолевая усилие малой пружины. При этом клапан пре-



**Рис. 18. Принципиальная схема регулятора РД-50М:**

1 – корпус; 2 – пружина; 3 – нажимная шайба; 4 – крестовина; 5 – мембрана;  
6 – система рычагов; 7 – предохранительное устройство

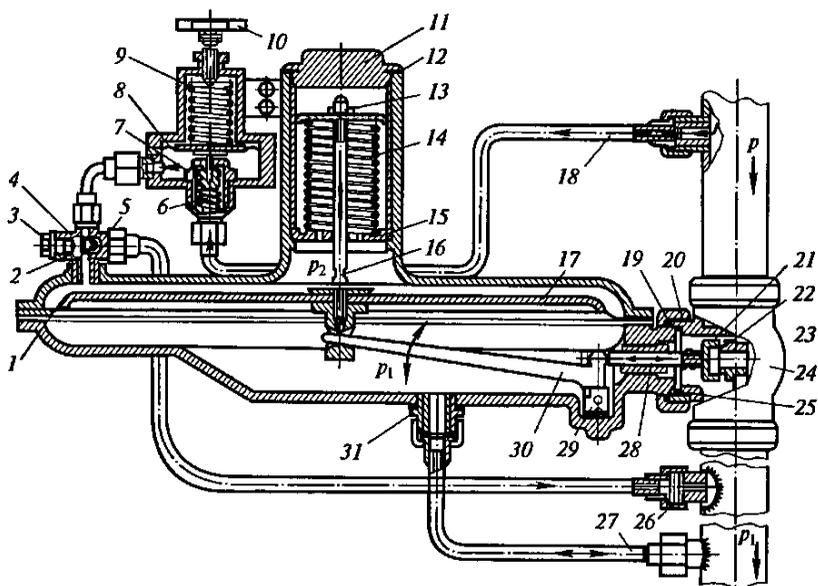
дохранительного устройства 7 откроется, и за счёт сброса определённого количества газа в атмосферу дальнейший рост давления в сети за регулятором прекратится.

Регуляторы типа РСД прямого действия, различающиеся размером условного прохода (32 и 50 мм), обеспечивают снижение давления газа с 0,3 до 0,01...0,11 МПа.

Разработаны они на базе регуляторов РД-32М и РД-50М. Регулятор типа РСД, принципиальная схема которого представлена на рис. 19, работает следующим образом. По импульсной трубке 27 через штуцер 31 в подмембранное пространство регулятора поступает газ с давлением на выходе и стремится переместить мембрану вверх.

Мембрана сжимает пружину 14, которая упирается в шайбу 75, а сверху – в диск, закреплённый на штоке 16. Шток связывает мембрану с нажимной шайбой, установленной на верхнем торце пружины. Предварительно сжатая пружина удерживает мембрану в верхнем положении, когда золотник закрывает седло клапана.

По импульсной трубке 18 газ с начальным давлением подаётся на регулятор. После понижения давления до заданного значения газ поступает через дроссель 4 в надмембранное пространство, стремясь переместить мембрану вниз. Давления на мембрану сверху и снизу выравниваются, и клапан 23 устанавливается на определённом расстоянии от седла. Если потребление газа увеличится, то давление в импульсной трубке 27 и в подмембранном пространстве уменьшится, мембрана переместится вниз и



**Рис. 19. Принципиальная схема регулятора типа РСД:**

1 – мембрана регулятора; 2 – игла вентиля; 3, 11 – заглушка; 4 – дроссель; 5 – сбросное отверстие; 6 – малая пружина пилота; 7, 23 – клапаны; 8 – мембрана пилота; 9 – большая пружина пилота; 10 – рукоятка; 12, 25 – прокладки; 13 – нажимная гайка; 14 – пружина; 15, 26 – шайбы; 16 – шток; 17 – диск; 18 – импульсная трубка газа с начальным давлением; 19 – сухарь; 20 – накидная гайка; 21 – золотник; 22 – уплотнение; 24 – тройник; 27 – импульсная трубка газа с конечным давлением; 28 – толкатель; 29 – опора; 30 – рычаг; 31 – штуцер

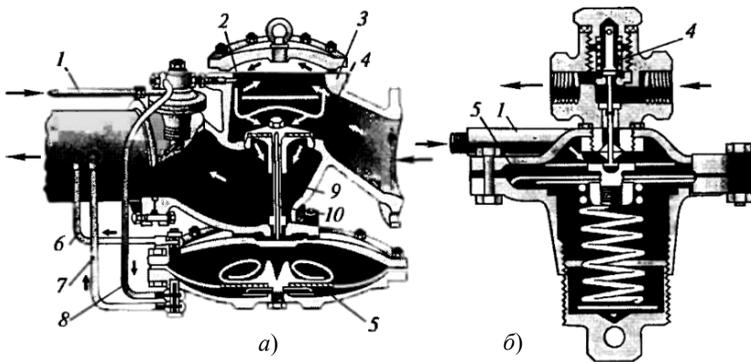
через рычажную передачу 30 клапан переместится влево, увеличив проход газа. Это приведёт к восстановлению давления газа на выходе из регулятора. Если потребление уменьшится, процесс регулирования осуществится в обратном направлении.

На рисунке 20 показано устройство регулятора РДУК-2. Регуляторы такого типа выпускают с условными проходами 50, 100, 200 мм.

Регуляторы давления состоят из следующих основных элементов: регулирующего клапана с мембранным приводом, регулятора управления, дросселей и соединительных трубок.

В середину гнезда тарелки мембраны упирается толкатель, на него давит шток 10, который свободно перемещается в колонке 9. В верхнем конце штока прикреплён золотник клапана.

Газ, выходящий из пилота, по импульсной трубке 8 поступает под мембрану регулятора и частично по трубке 7 сбрасывается в выходной газопровод. Для ограничения сброса в месте соединения трубки 7 с газо-



**Рис. 20. Устройство регулятора РДУК-2 (а) и его пилота (б):**

1 – импульсная трубка конечного давления; 2 – импульсная трубка начального давления; 3 – корпус регулятора; 4 – клапан; 5 – мембрана; 6 – импульсная трубка стабилизации; 7 – импульсная трубка сброса; 8 – импульсная трубка под мембрану регулятора; 9 – колонка; 10 – шток

проводом устанавливается дроссель диаметром 2 мм, устанавливающий необходимое давление газа под мембраной регулятора при незначительном расходе его через пилот.

Импульсная трубка 6 соединяет надмембранную полость регулятора с газопроводом после регулятора. Надмембранная полость пилота также сообщается с газопроводом после регулятора через импульсную трубку конечного давления 1.

Если сверху давление газа на мембрану 5 регулятора будет больше, снизу клапан будет закрыт и откроется он только в том случае, когда давление газа под мембраной будет достаточным для преодоления давления газа на клапан сверху и преодоления силы тяжести мембранной подвески.

Принцип работы регулятора заключается в следующем. Газ с начальным давлением, пройдя через фильтр, из надклапанной камеры регулятора попадает в пилот. Пройдя клапан 4 пилота, газ движется по импульсной трубке 8, переходит через дроссель и поступает в газопровод после регулятора давления.

Клапан пилота, дроссель и импульсные трубки 6 – 8 образуют усилитель дроссельного типа. Импульс газа с конечным давлением, воспринимаемый пилотом, усиливается дроссельным устройством, трансформируется в командное давление и по импульсной трубке 8 передается в подмембранное пространство исполнительного механизма, перемещая регулирующий клапан 4.

При уменьшении потребления газа растущее давление после регулятора по импульсной трубке 7 передается на мембрану пилота, которая опускается вниз, закрывая клапан. В этом случае газ из полости высокого

давления по импульсной трубке 2 не сможет пройти через пилот, поэтому давление его под мембраной регулятора станет постепенно уменьшаться. Когда давление под мембраной окажется меньше силы тяжести, действующей на её тарелку, и давления газа, оказываемого на клапан сверху, мембрана начнёт опускаться, вытесняя газ из подмембранной полости через импульсную трубку 7 на сброс.

При увеличении потребления газа давление после регулятора уменьшается. И этот импульс передаётся по трубке на мембрану пилота, которая под действием пружины пойдёт вверх, открывая клапан. Газ из полости высокого давления по импульсной трубке 2 поступит на клапан пилота и затем по трубке 8 попадёт под мембрану регулятора. Часть газа при этом пойдёт на сброс по трубке 7. Давление газа под мембраной регулятора возрастёт, станет больше силы тяжести мембранной подвески и давления газа на клапан сверху, что приведёт к перемещению мембраны вверх. Клапан регулятора при этом откроется, и расход газа возрастёт. Давление газа после регулятора повышается до заданного значения.

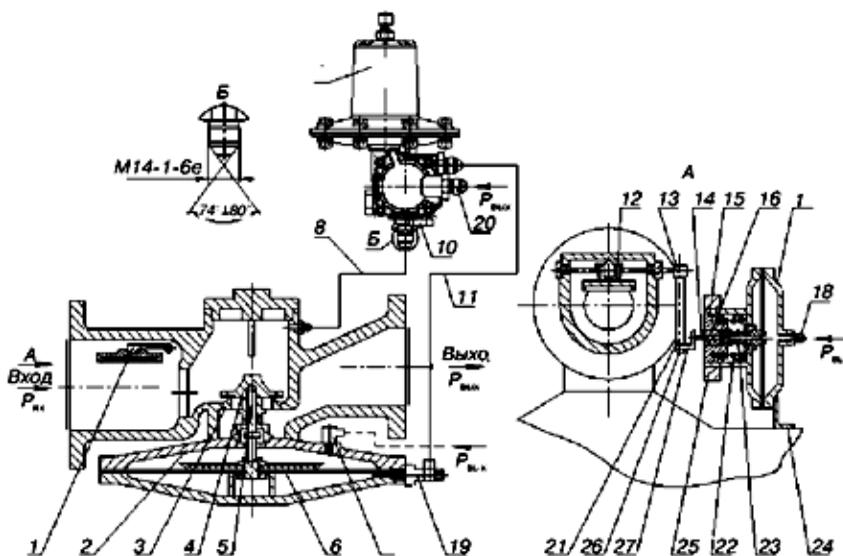
Регуляторы типа РДГ (РДГ-50Н(В), РДГ-80Н(В), РДГ-150Н(В) производства ЗАО «Сигнал-Прибор», Россия) представляют собой тип комбинированного регулятора со встроенным предохранительным клапаном (рис. 21).

Исполнительное устройство 2 состоит из корпуса с седлом 3, мембраны с жёстким центром 6, защемлённой по периметру между крышками верхней и нижней; жёсткий центр через толкатель и стержень 5 передаёт движение мембраны клапану 4, тем самым изменяя расход и выходное давление регулятора.

Пилот низкого давления 9 (рис. 22) состоит из трёх функциональных блоков: фильтра, стабилизатора и непосредственно пилота, смонтированных в одном корпусе. В пилоте высокого давления стабилизатор не применяется.

Фильтр смонтирован на корпусе пилота и обеспечивает тонкую очистку рабочей среды посредством фильтрующей сетки 5. Предназначен для обеспечения продолжительной работы пилота. Стабилизатор смонтирован на корпусе и обеспечивает снижение входного давления, поступающего по входному трубопроводу, до величины, необходимой для стабильной работы пилота и исполнительного механизма. Стабилизатор состоит из клапана 6 с седлом, мембранного узла 7 и пружины 8. Непосредственно пилот смонтирован в корпусе и служит для управления исполнительным механизмом регулятора.

Управление осуществляется путём создания пилотом управляющего давления, которое поступает через соединительный трубопровод 11 в управляющую полость исполнительного механизма. Пилот состоит из клапана 1, мембранного узла 2 с мембраной 10, регулировочной пружины 3, тарелки 4, регулировочного винта 9 и дросселя пилота 11.



**Рис. 21. Принципиальная схема регулятора давления РДГ-Н:**

1 – клапан отсечной; 2 – исполнительное устройство; 3 – седло; 4 – клапан рабочий; 5 – стержень; 6 – мембрана исполнительного устройства; 7 – штуцер исполнительного устройства; 8 – трубопровод входного давления; 9 – регулятор управления (низкого или высокого давления); 10 – дроссель регулятора управления; 11 – трубопровод давления управления; 12 – пружина отсечного клапана; 13 – рычаг отсечного клапана; 14 – шток механизма контроля; 15 – регулировочный винт большой пружины; 16 – регулировочный винт малой пружины; 17 – механизм контроля; 18 – штуцер механизма контроля; 19 – дроссель исполнительного устройства; 20 – штуцер регулятора управления; 21 – скоба; 22 – пружина большая; 23 – пружина малая; 24 – кронштейн; 25 – кронштейн; 26 – винт; 27 – кронштейн

Регулируемые дроссели 10, 28 и 19 (рис. 21) служат для настройки на спокойную (без автоколебаний) работу регулятора. Дроссель состоит из штуцера и ввёрнутой в него иглы. Вворачиванием-выворачиванием иглы меняется пропускное сечение штуцера, тем самым изменяется расход газа через дроссель и перепад давления на нём. За счёт увеличения перепада давления на дросселе происходит устранение автоколебаний выходного давления.

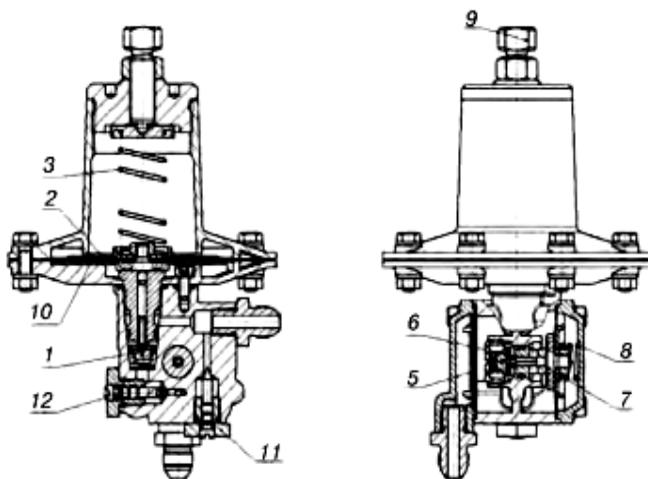
Механизм контроля 17 отсечного клапана предназначен для непрерывного контроля выходного давления и выдачи сигнала на срабатывание отсечного клапана в исполнительном устройстве при аварийных повышении и понижении выходного давления сверх допустимых заданных значений.

Механизм контроля состоит из двух разъёмных крышек, узла мембраны, защемлённой по периметру крышками, штока механизма контроля 14, большой 22 и малой 23 пружин, уравнивающих действие на мембрану импульса выходного давления.

*Регулятор работает следующим образом.* Газ поступает на вход исполнительного устройства 2 и в регулятор управления 9 (рис. 21). Регулятор управления вырабатывает управляющее давление, которое по трубопроводу 11 подаётся через дроссель 19 в подмембранную полость исполнительного устройства.

В установившемся режиме, когда расход газа постоянен, регулятор управления поддерживает в подмембранной полости постоянное давление управления. Вследствие этого клапан 4 устанавливается в соответствующее неизменное положение, что и определяет постоянство величины выходного давления регулятора. Диапазон выходных давлений задается регулировочным винтом 9 (рис. 22).

*Работа регулятора при изменении расхода.* Перед запуском регулятора, когда расход равен нулю, клапан 4 закрыт, так как перепад давления между подмембранной и надмембранной полостями равен нулю. В момент открытия регулятора, давление в надмембранной полости исполнительного устройства упадёт, вследствие чего появится перепад давления между подмембранной и надмембранной полостями. В результате мембрана



**Рис. 22. Схема устройства регулятора управления для РДГ-Н:**

1 – клапан пилота; 2 – узел мембранный пилота; 3 – пружина регулировочная;

5 – фильтрующая сетка; 6 – клапан стабилизатора;

7 – узел мембранный стабилизатора; 8 – пружина стабилизатора;

9 – регулировочный винт; 10 – мембрана пилота; 11, 12 – дроссель

со стержнем 5 и клапаном 4 придут в движение, и клапан 4 откроет проход газу через образующийся зазор между клапаном и седлом, при этом установится заданное ранее выходное давление.

При дальнейшем увеличении расхода увеличивается перепад давления между указанными выше полостями исполнительного устройства, клапан откроется еще больше, при этом выходное давление будет поддерживаться не заданном ранее значении.

При уменьшении расхода газа уменьшается перепад давления между полостями исполнительного устройства, вследствие чего уменьшится проход газа через уменьшающийся зазор между клапаном и седлом. При этом регулятор будет поддерживать ранее установленное выходное давление.

В случае аварийного повышения или понижения выходного давления мембрана механизма контроля 17 перемещается влево или вправо, рычаг отсечного клапана выходит из соприкосновения со штоком 14 механизма контроля, отсечной клапан под действием пружины 12 перекрывает ход газа в регулятор.

Для предотвращения попадания газа в помещение, где установлен регулятор, в случае прорыва мембраны стабилизатора или регулятора управления должен быть предусмотрен организованный сброс в атмосферу через штуцеры (М14×1) в крышках стабилизатора и регулятора управления. Регуляторы монтируют на горизонтальном участке газопровода мембранной камерой вниз. Расстояние от нижней камеры до пола и зазор между мембранной камерой и стеной при установке регулятора в ГРП и ГРУ должен быть не менее 300 мм.

Прямоточный регулятор давления РДГП представлен на рис. 23.

Регулятор давления (рис. 23) состоит из двух функциональных блоков, исполнительного механизма и регулятора управления (далее пилот).

Исполнительный механизм состоит из входного фланца 7, втулок 2, сильфонного разделительного узла 3, возвратной пружины 4, мембранного узла 5, затвора 6, ограничивающего кольца 7, выходного фланца 8, клапана регулятора 9.

Пилот состоит из четырёх функциональных блоков: фильтра, стабилизатора, форсирующего устройства и непосредственно пилота, смонтированных на одном корпусе.

Фильтр смонтирован на корпусе пилота и обеспечивает тонкую очистку рабочей среды посредством фильтрующей прокладки 14. Фильтр предназначен для обеспечения продолжительной бесперебойной работы пилота. Стабилизатор смонтирован на корпусе и обеспечивает снижение входного давления, поступающего по входному трубопроводу, до величины, необходимой для стабильной работы пилота и сервопривода.

Стабилизатор состоит из клапана 15 с седлом, мембранного узла 16 и пружины 17.

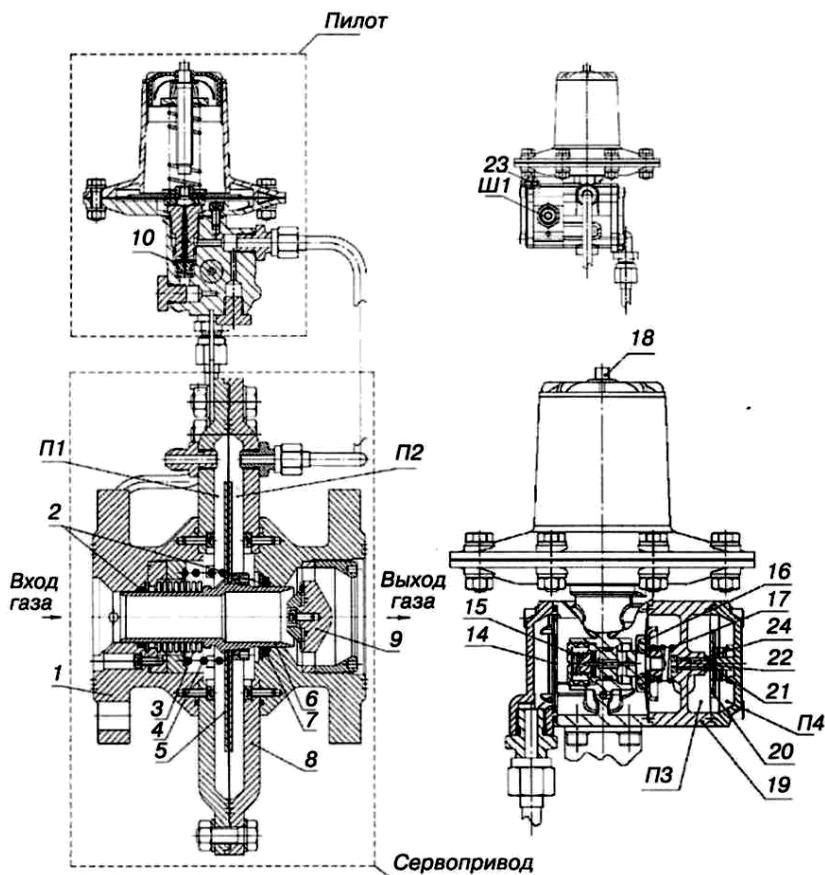


Рис. 23. Принципиальная схема регулятора РДГП-50Н(В)

Форсирующее устройство смонтировано на корпусе и служит для повышения быстродействия исполнительного механизма регулятора. Состоит из проставки 19, мембранного узла 20, пружины 21, клапана 22 и дросселя 23.

Непосредственно пилот смонтирован на корпусе и служит для управления основным исполнительным механизмом регулятора. Управление осуществляется путём создания пилотом управляющего давления, которое поступает через соединительный трубопровод в управляющую полость исполнительного механизма П2. Пилот состоит из клапана 10, мембранного узла 11, регулировочной пружины 12, тарелки 13 и регулировочного винта 18.

В конструкции регулятора предусмотрены штуцеры LU1 и LU2, по которым сигнал о выходном давлении поступает в исполнительный механизм и пилот.

Изделия РДГП-50Н(В) отличаются конструкцией мембранного узла пилота 11 и комплектом настроечных пружин.

*Принцип работы регулятора.* Входное давление, пройдя через входной фланец 7, затвор 6, дросселируется между уплотняющей кромкой затвора и клапаном 9, попадает в выходной фланец 8 и далее по трубопроводу. Зазор между затвором и клапаном регулируется автоматически с помощью пилота.

*Принцип работы пилота.* Газ с входным давлением через импульсный трубопровод проходит через фильтр 14, дросселируется до необходимой величины, пройдя через зазор между клапаном 15 и седлом стабилизатора. Величина зазора между клапаном и седлом стабилизатора обеспечивается автоматически. Пройдя через клапан 15, давление попадает в подмембранную полость стабилизатора и воздействует на мембранный узел 16, с другой стороны на мембранный узел действует выходное давление основного сервопривода и пружина 17. В результате этого взаимодействия возникает усилие, которое передаётся через шток на клапан стабилизатора, и тот в свою очередь перемещается либо в сторону увеличения зазора, либо в сторону его уменьшения.

При эксплуатации регуляторов могут возникнуть следующие неисправности:

1. Давление газа за регулятором резко снижается. Причины: заедание штока золотника в направляющей втулке, засорение или обмерзание седла импульсной трубки или недостаточное для данного потребления газа входное давление.

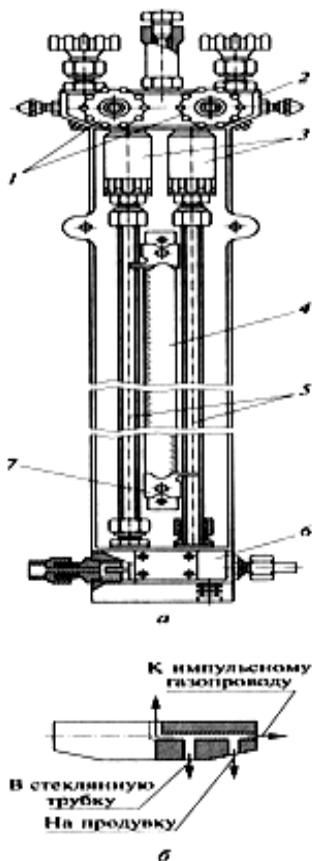
2. Давление газа за регулятором резко повышается. Причины: заедание штока золотника или обмерзание седла, прорыв рабочей мембраны или же недопустимо большое для установленного седла входное давление; поломки пружины регулятора или пилота; засорение дросселя.

## **2.7. КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ**

В ПРГ для контроля за работой оборудования и измерения параметров газа применяют ряд контрольно-измерительных приборов (КИП): термометры для замера температуры газа; показывающие и регистрирующие (самопишущие) манометры для замера давления газа; приборы для регистрации перепада давлений на скоростных расходомерах; приборы учёта расхода газа (газовые счётчики).

Все КИП должны подвергаться государственной или ведомственной проверке. Они должны быть в постоянной готовности. Готовность обес-

печивается метрологическим надзором. Метрологический контроль заключается в постоянном наблюдении за состоянием, условиями работы и правильностью показаний приборов, в периодической проверке и изъятии приборов из эксплуатации неисправных и не прошедших проверку. КИП устанавливают непосредственно у мест замера или на специальном приборном щитке.



**Рис. 24. Дифференциальный манометр ДТ-50:**

*а* – конструкция; *б* – схема расположения каналов:

- 1 – вентили высокого давления;
- 2, 6 – колодки; 3 – камеры-ловушки;
- 4 – измерительная шкала; 5 – стеклянные трубки; 7 – указатель

КИП присоединяют к газопроводам стальными трубами. Импульсные трубки присоединяют сваркой или резьбовыми муфтами.

Все КИП должны иметь клейма или пломбы. Контрольно-измерительные приборы с электрическим приводом должны быть во взрывозащищённом исполнении.

Наиболее распространённые виды КИП, применяемые в ПРГ. К ним относятся манометры, которые служат для измерения давления газа до и после регулятора, а также для замера перепадов давления у фильтра.

Манометры выбирают в зависимости от величины давления газа в газопроводе. Для измерения низких давлений применяют жидкостные и мембранные манометры; для средних и высоких давлений – пружинные и жидкостные с ртутным наполнителем.

В жидкостных измеряемое давление определяется величиной уравнивающего столба жидкости; пружинные, в которых измеряемое давление определяется величиной деформации упругих элементов (трубчатые пружины, сильфоны, мембраны).

Для измерения давления газа используют также самопишущие манометры, которые на специальной диаграмме чертят кривую, соответствующую каждому изменению давления газа в газопроводе.

*Дифманометр ДТ-50.* Толстостенные стеклянные трубки 5 (рис. 24) прочно закрепляют в верхней 2 и нижней 6

стальных колодках. Вверху трубки присоединяют к камерам-ловушкам 3, которые предохраняют трубки от выброса ртути в случае повышения максимального давления. Там же расположены игольчатые вентили 1, с помощью которых можно отключать стеклянные трубки 5 от измеряемой среды, продувать соединительные линии, включать и выключать дифманометр. Между трубками расположены измерительная шкала 4 и два указателя 7, которые можно устанавливать на верхний и нижний уровни ртути в трубках. Дифманометры можно использовать как обычные манометры для замера избыточных давлений газа, если одну трубку вывести в атмосферу, а другую в измеряемую среду.

Основной частью манометра с одновитковой трубчатой пружиной (рис. 25) является изогнутая пустотелая трубка 6, которая нижним неподвижным концом закреплена к штуцеру 9, с помощью которого манометр прикрепляют к газопроводу. Второй конец трубки запаян и шарнирно связан с тягой 7. Давление газа через штуцер 9 передаётся на трубку 6, свободный конец которой через тягу 7 вызывает перемещение сектора 5, зубчатого колеса 4 и оси 3. Пружинный волосок 8 обеспечивает сцепление зубчатого колеса и сектора и плавность хода стрелки. Перед манометром устанавливают отключающий кран, позволяющий при необходимости снять манометр и заменить его.

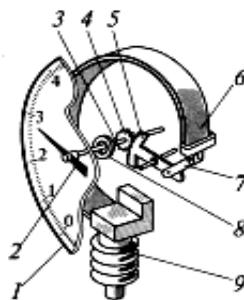
Рабочее давление, измеряемое манометром должно находиться в пределах от  $1/3$  до  $2/3$  их шкалы.

Количество газа проходящее через ПРГ контролируют счётные механизмы. Для этого применяют ротационные и турбинные счётчики.

Ротационный счётчик – камерный счётчик газа, в котором в качестве преобразовательного элемента применяются восьмиобразные роторы. Ротационный счётчик типа РГ состоит из корпуса 1, внутри которого вращаются два одинаковых восьмеркообразных ротора 2, коробки зубчатых колес, редуктора, счётного механизма и дифференциального манометра.

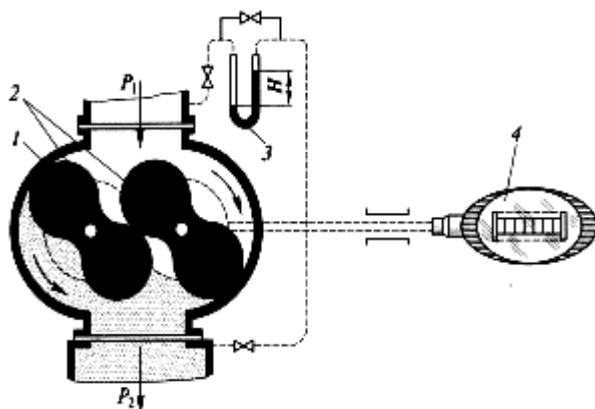
Газ через входной патрубок поступает в рабочую камеру. В пространстве рабочей камеры размещены роторы, которые под действием перепада давления на входе и выходе газа, протекающего по камере, приводятся во вращение.

При вращении роторов между одним из них и стенкой камеры образуется замкнутое пространство, которое заполнено газом. Вращаясь, ротор выталкивает газ в газопровод.



**Рис. 25. Манометр с одновитковой трубчатой пружиной:**

- 1 – шкала; 2 – стрелка;
- 3 – ось; 4 – зубчатое колесо;
- 5 – сектор; 6 – трубка;
- 7 – тяга; 8 – пружинный волосок; 9 – штуцер

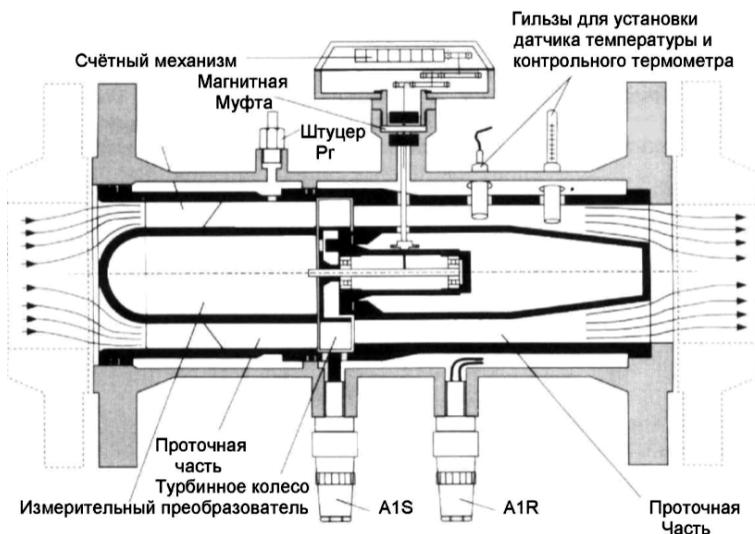


**Рис. 26. Схема ротационного счётчика типа РГ:**

- 1 – корпус счётчика; 2 – роторы; 3 – дифференциальный манометр;  
4 – указатель счётного механизма

Каждый поворот ротора передаётся через коробку зубчатых колёс и редуктор счётному механизму. Таким образом, учитывается количество газа, проходящего через счётчик.

*Турбинные счётчики.* В турбинном счётчике под воздействием потока газа колесо турбины приводится во вращение, число оборотов прямо пропорционально протекающему объёму газа.



**Рис. 27. Конструкция счётчика газа TRZ**

Число оборотов турбины через понижающий редуктор и газонепроницаемую магнитную муфту передаётся счётный механизм, показывающий суммарный объём газа прошедший через прибор.

На последнем зубчатом колесе редуктора закреплён постоянный магнит, а вблизи колеса – два геркона, частота замыкания контактов первого пропорциональна скорости вращения ротора турбины, т.е. скорости потока газа. При появлении мощного внешнего магнитного поля контакты второго геркона замыкаются, что используется для сигнализации о несанкционированном вмешательстве.

Конструктивно счётчики представляют собой отрезок трубы с фланцами, в проточной части которого последовательно по потоку расположен входной струевыпрямитель, узел турбины с валом и подшипниковыми опорами вращения и задняя опора. На корпусе счётчика установлен узел плунжерного масляного насоса, с помощью которого в зону подшипников по трубкам подаётся жидкое масло. На корпусе имеются места для установки датчиков аппаратуры.

## **2.8. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ**

Качество работы ПРГ является одним из важнейших факторов, определяющих надёжность, безопасность и экономичность функционирования системы газоснабжения в целом и отдельных потребителей (объектов), входящих в эту систему. Этим обусловлено то, что при создании автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП) газоснабжения особую роль отводят контролю и управлению работой ПРГ, а точнее, – основного технологического оборудования (регуляторов давления, ПЗК, ПСУ, фильтров и запорных устройств), из которого состоят ПРГ.

Вместе с развитием систем газоснабжения, увеличением их пропускной способности, числа подключённых к ним потребителей и соответственно числа ПРГ возникло и постепенно укреплялось понимание необходимости централизации сбора данных о параметрах газа в системе и воздействия на них. В результате для ряда крупных систем газоснабжения населённых пунктов были созданы диспетчерские системы, которые позволили значительно улучшить оперативность управления и повысить стабильность газоснабжения потребителей.

В настоящее время в связи с широким внедрением в практику вычислительной техники, совершенствованием конструкции регулирующих, запорных и предохранительных устройств, а также настоятельной необходимостью обеспечения наиболее эффективного использования газа с учётом рационального распределения его потоков и регулирования давле-

ния на повестку дня стал вопрос о замене диспетчерских систем автоматизированными системами управления, которые обладают значительно более широкими функциями и обеспечивают качественно более высокий уровень управления разветвлённым газовым хозяйством.

В функции АСУТП могут входить: получение, первичная обработка и выдача дежурному персоналу информации о состоянии контролируемых параметров; предупредительная и аварийная сигнализация об отклонении параметров от заданных значений и о состоянии технологического оборудования, в том числе и технических средств АСУТП; контроль режимов газопотребления; расчёт на модели системы газоснабжения оптимальных параметров технологического процесса (например, давления); выдача рекомендаций по ликвидации аварийных ситуаций; формирование и распечатка различных сведений о функционировании системы газоснабжения; дистанционное управление технологическим процессом. Команда исполнительным механизмам о выполнении рекомендаций ЭВМ даётся обслуживающим персоналом с пульта АСУТП. Этот же персонал может в любой момент получить исчерпывающие данные о параметрах среды в интересующей его точке (зоне) системы и внести при необходимости соответствующие коррективы.

Таким образом, АСУТП представляет собой человеко-машинный комплекс, включающий технические средства, которые обеспечивают замену физического и умственного труда человека работой машин для сбора, переработки и вывода информации. Однако в отличие от автоматической системы АСУТП требует также затрат труда операторов на принятие решения и его реализацию, а также на контроль и обслуживание системы. Какие бы функции ни поручались АСУТП газоснабжения, выполнение их возможно только при взаимодействии её составных частей, присутствующих любой АСУ: оперативного персонала и организационного, информационного, программного и технического обеспечений.



Рис. 28. Функциональная схема системы телеметрии

Передача информации в АСУТП газоснабжения осуществляется с помощью телемеханических устройств. В функции телемеханических устройств входят:

- телеизмерение (ТИ) – передача значений контролируемых величин;
- телесигнализация (ТС) – передача данных о состоянии и отклонениях режимов работы оборудования на КП;
- телеуправление (ТУ) – дистанционное изменение режимов работы оборудования;
- телефонная связь (ТФ).

В средства управления и регулирования АСУТП газоснабжения входят исполнительные механизмы, управляющие запорными устройствами – задвижками с электроприводом или предохранительными клапанами с дистанционным управлением, а также устройства дистанционного управления настройкой регуляторов давления.

Важную роль в эффективности и жизнеспособности АСУТП играет управляющий вычислительный комплекс (УВК), являющийся центром обработки информации, поступающей от большого числа датчиков.

Обмен информацией между оперативным персоналом и УВК осуществляется с помощью средств представления информации, которые преобразуют машинные сигналы в форму, воспринимаемую человеком и исполнительным механизмом.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните назначение ГРП, ГРУ.
2. Классификация ГРП, ГРУ.
3. Чем отличается ГРП от ГРУ?
4. Для чего предназначены предохранительно запорные клапаны?
5. Как классифицируют регуляторы давления по принципу работы?
6. Какие требования предъявляются к конструкции регулятора давления?
7. Перечислите основные детали регулятора РДУК 2.
8. Для чего предназначены сбросные предохранительные клапаны и какие конструкции применяются для низкого и среднего давления газа?
9. Для чего предназначена обводная линия байпаса?
10. На какое давление настраиваются предохранительные запорные и сбросные клапаны ГРП, ГРУ?
11. Какие контрольно-измерительные приборы используются в ПРГ?
12. Назначение и основные функции АСУТП.

## **3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПУНКТОВ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА**

---

### **3.1. ПРИЁМКА И ВВОД В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ**

Приёмка и ввод в эксплуатацию ГРП производится в следующей последовательности: оформление документов, проверка соответствия монтажа и оборудования проектам, ревизия ГРП, проверка на прочность газопроводов и оборудования, проверка газопроводов и оборудования на плотность, ввод в эксплуатацию.

При приёмке комиссии предъявляют следующие документы: согласованный проект и исполнительную документацию; акт на ревизию оборудования; паспорта на оборудование и КИП; акт испытания оборудования; удостоверение сварщика; протоколы механических испытаний стыков; акты на освещение, вентиляцию и отопление; акт на приёмку ГРП.

Проверка соответствия монтажа и оборудования. Проверка проводится инженерно-техническим работником, который проверяет соответствие существующим Правилам зданий ГРП, освещения и вентиляции помещения, грозозащиты, установки оборудования, расстояние его до стен и наличия проходов, необходимых для обслуживания и ремонта; соответствия проекту установленного оборудования, т.е. марки и размеры регулятора, фильтра, задвижек, предохранительных устройств, труб; соответствие продувочных свеч проекту, их расположение, диаметр, высоту.

Ревизию проводят опытные слесари во главе с инженерно-техническим работником эксплуатационной организации в присутствии представителей монтажной организации за несколько дней до пуска газа. Цель ревизии установить укомплектованность и исправность оборудования ГРП. Ревизии подлежат регулятор, фильтр, ПЗК, ПСК, запорные органы и КИП. Это необходимо для того, чтобы выявить имеющиеся дефекты и неисправности оборудования и устранить их.

Проверку на прочность газопроводов и оборудования проводит строительно-монтажная организация. Испытание на прочность необходимо для выявления дефектов в оборудовании, трубах и соединениях. Испытания на прочность производятся повышенным давлением пропорционально рабочему, при котором будет работать ГРП. Проверка на прочность оформляется актом.

Проверку на плотность проводят в целом или по частям (до регулятора и после).

Если испытание проводят в целом, то нормы испытательных давлений принимаются по давлению до регулятора. При испытании по частям

нормы испытательных давлений устанавливают по частям отдельно до и после регулятора. Испытания на плотность проводят после испытания на прочность. Падение давления не должно превышать 1%. После испытаний составляют акт установленной формы.

*Ввод в эксплуатацию.* До ввода весь имеющийся в трубах и арматуре воздух необходимо продуть газом. Продувку проводят в соответствии с правилами техники безопасности и соблюдением всех мероприятий, указанных в наряде на газоопасные работы. Воздух вытесняется под давлением газа 100...150 мм вод. ст., путём сброса газозвоздушной смеси в атмосферу. Для сброса можно использовать свечу или сбросной клапан. Продувку газопровода на участке газопровода от задвижки в колодце до задвижки перед фильтром целесообразно производить через байпасную линию на свечу. После проводят продувку аппаратуры. Продувку заканчивают отбором анализа газозвоздушной смеси.

После продувки приступают к наладке оборудования в следующей последовательности: при помощи штока и сцепления рычагов открывают предохранительный клапан; ослабляют пружину пилота и разгружают рабочую мембрану регулятора; медленно приоткрывают входную задвижку и пропускают газ на регулятор; мембрана регулятора перемещается вверх, и клапан открывается; одновременно по импульсной трубке газ попадает в надмембранную полость регулятора; в этот момент мембрана регулятора будет испытывать давления одинаковой величины сверху и снизу, т.е. будет находиться в равновесии, но клапан под действием своего веса переместится вниз и прикроет седло, т.е. расход газа прекратится; для возобновления расхода газа необходимо поджать регулировочную пружину пилота; режим давления газа контролируют выходным манометром; медленно открывают входную и выходную задвижки, включают регулятор под нагрузку и сброс газа в атмосферу прекращается; настраивают на заданные режимы работы предохранительный и сбросной клапаны; настраивают регулятор давления газа на заданный режим и определяют перепад давления на фильтре, проверяют плотность всех резьбовых и фланцевых соединений мыльной эмульсией.

Для настройки ПЗК на минимум на шток мембраны кладут груз, с помощью пилота снижают давление газа и по манометру определяют то давление, при котором клапан срабатывает. Если молоток клапана опускается при давлении, более высоком, чем положено, то груз уменьшают. Таким образом, подбирают груз, обеспечивающий срабатывание клапана при минимально допустимом давлении газа.

Настройку ПЗК на максимум производят аналогичным способом, но вместо грузов используют упругость пружины, смонтированной на их корпусе.

*Включение и отключение пилотных регуляторов давления.* При включении регуляторов необходимо произвести следующие операции: проверить по манометрам входное и выходное давление (входная задвижка и предохранительно-запорный клапан должны быть закрыты, нажимной винт пилота вывернут, задвижки на байпасе закрыты, а краны на импульсных линиях и к контрольно-измерительным приборам, а также перед сбросными устройствами открыты); открыть входную задвижку; открыть предохранительный клапан и поставить ударник в рабочее положение (постепенно заворачивать нажимной винт пилота до достижения заданного давления газа).

При включении регулятора необходимо: проверить по манометрам входное и выходное давление, вывернуть нажимной винт пилота, закрыть предохранительный клапан и входную задвижку.

Для повышения выходного давления необходимо: проверить выходное и входное давление газа, постепенным ввертыванием нажимного винта пилота установить требуемое давление газа.

Для снижения выходного давления нажимной винт пилота необходимо вывернуть до достижения заданной величины давления.

Для открытия ПЗК необходимо: проверить по манометрам входное и выходное давление газа; вывернуть нажимной винт пилота; открыть ПЗК, проверить его исправность и поставить ударник в рабочее положение; ввернуть нажимной винт пилота и восстановить заданное давление.

## **3.2. ОБСЛУЖИВАНИЕ ПУНКТОВ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА**

На каждый ГРП составляется паспорт, содержащий основные характеристики оборудования, помещения и КИП. В ГРП должны быть вывешены схемы устройства оборудования, КИП и инструкции по обслуживанию, технике безопасности и пожарной безопасности. Снаружи вывешиваются предупредительные надписи «Огнеопасно».

При эксплуатации ГРП и ГРУ должны выполняться следующие работы: осмотр технического состояния; проверка параметров срабатывания предохранительных запорных и сбросных клапанов не реже одного раза в два месяца, а также по окончании ремонта оборудования; техническое обслуживание не реже одного раза в шесть месяцев; текущий ремонт не реже одного раза в год, если заводом изготовителем регуляторов давления, предохранительных клапанов, телемеханических устройств не требуется проведения ремонта в более короткие сроки; капитальный ремонт при замене оборудования, средств измерения, отопления, освещения и восстановлении строительных конструкций здания на основании дефектных ведомостей, составленных по результатам осмотров.

Результаты ремонтов оборудования ГРП и ГРУ, связанных с заменой деталей и узлов оборудования, должны заноситься в паспорт ГРП, ГРУ.

О всех работах по обслуживанию делают записи в эксплуатационных журналах установленной формы, где указываются все нарушения, допущенные при эксплуатации оборудования ГРП (ГРУ), и работы, выполненные по устранению этих нарушений.

*Осмотр технического состояния* ГРП (ГРУ) проводится по графикам, утверждённым главным инженером предприятия; осмотры должны обеспечивать безопасность и надёжность эксплуатации.

При осмотре технического состояния ГРП (ГРУ) должны выполняться: проверка по приборам давления газа до и после регулятора, перепада давления на фильтре, температуры воздуха в помещении, отсутствия утечки газа с помощью мыльной эмульсии или прибором; контроль за правильностью положения молоточка и надёжности сцепления рычагов и предохранительно-запорного клапана; смена картограмм регистрирующих приборов, прочистка и заправка перьев, завод часового механизма. Установка пера на «нуль» – не реже одного раза в 15 дней; проверка состояния и работы электроосвещения, вентиляции, системы отопления, визуальное выявление трещин и не плотностей стен, отделяющих основное и вспомогательное помещения; внешний и внутренний осмотр здания, при необходимости – очистка помещения и оборудования от загрязнения.

При оснащении систем газоснабжения города средствами телемеханики технический осмотр как телемеханизированных так и не телемеханизированных ГРП, но работающих в одной системе, проводится в сроки, определяемые инструкцией по эксплуатации, но не реже одного раза в месяц.

Технический осмотр ГРП, расположенных в отдельно стоящих зданиях, встроенных и пристроенных к зданиям с обособленным входом, проводится, как правило, двумя рабочими. Допускается осмотр таких ГРП одним рабочим по специально разработанной инструкции, где предусматривают дополнительные меры безопасности.

Показания приборов и результаты осмотра должны быть занесены в журнал обслуживания ГРП, ГРУ, где они хранятся.

О нарушении режимов работы газоснабжения, наличии аварийных ситуаций, или серьезных неполадок в работе оборудования, обнаруженных при техническом осмотре, необходимо немедленно сообщить в АДС и до прибытия аварийной бригады принять меры по предупреждению аварий.

Утечку газа, а также самопроизвольное повышение или понижение давления по низкой стороне устраняют работники АДС немедленно после получения заявки от обходчиков или потребителей газа.

*Техническое обслуживание и технический ремонт* производит бригада слесарей под руководством специалиста или руководителя в составе не менее трёх человек.

При техническом обслуживании выполняются: проверка работоспособности и герметичности запорной арматуры и предохранительных клапанов; проверка плотности всех соединений и арматуры, устранение утечек газа, осмотр фильтра; смазка трущихся частей и перенабивка сальников; определение плотности и чувствительности мембран регулятора давления и управления; продувка импульсных трубок к контрольно-измерительным приборам, предохранительно-запорному клапану и регулировка давления; проверка параметров настройки запорных и сбросных клапанов.

При ежегодном текущем ремонте обязательно выполнение следующих работ: разборка регуляторов давления, предохранительных клапанов с очисткой их от коррозии и загрязнений; проверка плотности прилегания к седлу клапанов, состояние мембран; смазка трущихся частей; ремонт или замена изношенных деталей, проверка надёжности креплений конструктивных узлов, не подлежащих разборке; разборка запорной арматуры, не обеспечивающей герметичности закрытия; ремонт строительных конструкций; проверка и прочистка дымоходов – один раз в год перед отопительным сезоном; ремонт системы отопления, один раз в год перед отопительным сезоном.

После проверки и настройки оборудования и устранения всех неполадок проверяют плотность всех соединений. В случае обнаружения утечки принимают меры по её немедленному устранению.

*Капитальный ремонт.* К капитальному ремонту ГРП, ГРУ относятся следующие виды работ: ремонт и замена устаревшего и износившегося оборудования или его отдельных частей, ремонт здания.

Отключающие устройства на линии редуцирования при разборке оборудования должны быть в закрытом положении. На границах отключенного участка после отключающих устройств устанавливают заглушки, соответствующие максимальному давлению.

Работы по ремонту электрооборудования и смене перегоревших электроламп проводят при снятом напряжении. При недостаточном естественном освещении применяют переносные светильники во взрывозащищённом исполнении. Газорегуляторные пункты должны быть укомплектованы первичными средствами пожаротушения.

Проверку оборудования проводят с целью выявления и устранения неисправностей и для настройки оборудования на заданный режим.

*Определение плотности и чувствительности мембран.* Плотность мембран проверяют внешним осмотром или с помощью мыльной эмульсии, а чувствительность – путём изменения нагрузки на мембрану и наблюдением за давлением. Мембраны низкого давления должны быть чувствительны при изменении нагрузки, соответствующей изменению давления до 3 мм вод. ст. Колебания выходного давления за регулятором должно быть не более  $\pm 5\%$ .

*Проверка плотности прилегания клапана к седлу.* Для проверки достаточно закрыть клапан, уменьшив нагрузку на мембрану, и проследить за регулятором. Если клапан плотно закрыт, то шум, издаваемый регулятором, не прослушивается. Существуют и другие методы определения плотности: по картограммам регистрирующих приборов, выходному давлению газа, с помощью чистого листа бумаги, вложенного между клапаном и седлом. Во всех случаях при обнаружении не плотности закрытия клапана его необходимо отремонтировать или заменить.

*Проверка работы ПЗК и ПСК.* Для проверки ПЗК достаточно повысить выходное давление газа и посмотреть, при каком давлении клапан срабатывает. При выходном низком давлении клапан должен сработать при давлении газа на 50 мм вод. ст. выше рабочего давления газа.

*Перевод работы ГРП на байпас.* При проверке и ремонте оборудования разрешается пользоваться обводной линией. Подача газа по обводной линии допускается только при условии постоянного нахождения дежурного в ГРП, регулирующего давление газа на выходе из ГРП. После проверки и устранения неполадок проводят анализ воздуха в помещении. Если концентрация будет выше допустимой нормы, необходимо отыскать место утечки.

При переходе на байпас рекомендуется следующая последовательность: вывести из зацепления молоток ПЗК и закрыть краник на его импульсной линии; медленно, следя за показаниями манометра, приоткрыть задвижки на байпасе и поднять выходное давление газа на 10...20 мм вод. ст. выше установленного режима; вывернуть регулировочный винт пилота и медленно закрыть задвижку перед регулятором. Если выходное давление снижается, приоткрыть задвижки на байпасе, чтобы поддерживалось требуемое давление; с помощью задвижек на байпасе снизить выходное давление на 10...20 мм и отрегулировать его по манометру. Регулировку производят второй по ходу газа задвижкой; отключить ПЗК и закрыть задвижку после регулятора.

Перевод с байпаса на работу через регулятор осуществляют следующим образом: поднимают клапан ПЗК; проверяют вывернут ли регулировочный винт пилота и открыты ли краны на импульсных трубках; открывают выходную задвижку за регулятором; медленно прикрывают задвижки на байпасе и снижают выходное давление газа на 10...20 мм вод. ст.; медленно открывают задвижку перед регулятором, наблюдая за показаниями манометра; ввёртывают регулировочный винт пилота и устанавливают требуемое выходное давление; закрывают задвижки на байпасе; убеждаются в устойчивой работе регулятора и открывают кран на импульсной трубке ПЗК и зацепляют его молоточек с рычагом.

После выполнения работ по переводу ГРП с регулятора на байпас приступают к ревизии оборудования.

### 3.3. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ РЕМОНТАХ ПУНКТОВ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА

#### 3.3.1. РЕМОНТ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ПУНКТОВ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА

*Содержание работы.* Открыть двери ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Переключить газоснабжение на байпас. Отрегулировать рабочее давление газа на байпасе. Закрыть входную и выходную задвижки. Поставить на них заглушки. Снять крышку бокового люка. Вынуть старый и поставить новый клапан. Проверить плотность прилегания клапана к седлу. Установить крышку бокового люка. Снять заглушки и отрегулировать работу регулятора. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

*При замене мембраны.* Открыть двери ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Переключить газоснабжение на байпас. Отрегулировать рабочее давление на байпасе. Закрыть входную и выходную задвижки. Поставить на них заглушки. Отсоединить импульсные трубки. Разобрать регулятор. Снять старую и поставить новую мембрану. Собрать регулятор. Присоединить импульсные трубки. Снять заглушки и отрегулировать работу регулятора. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть двери ГРП.

*При замене штока.* Открыть двери ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Переключить газоснабжение на байпас. Отрегулировать рабочее давление на байпасе. Закрыть входную и выходную задвижки. Поставить на них заглушки. Отсоединить импульсные трубки. Разобрать регулятор. Снять старый и поставить новый шток. Собрать регулятор. Присоединить импульсные трубки. Снять заглушки и отрегулировать работу регулятора. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

*При замене седла.* Открыть дверь ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Переключить газоснабжение на байпас. Отрегулировать рабочее давление газа на байпасе. Закрыть входную и выходную задвижки. Поставить на них заглушки. Снять крышку люка. Вывернуть старое и поставить новое седло. Проверить плотность прилегания клапана к седлу. Установить крышку люка. Снять заглушки и отрегулировать работу регулятора. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

### 3.3.2. РЕМОНТ ПИЛОТА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ

*При замене пружины.* Открыть дверь ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Переключить газоснабжение на байпас. Отрегулировать рабочее давление газа на байпасе. Вывернуть регулировочный винт пилота. Вынуть старую и поставить новую пружину. Завернуть регулировочный винт. Перевести газоснабжение на рабочую нитку и проверить работу пилота. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

*При замене мембраны.* Открыть дверь ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Переключить газоснабжение на байпас. Отрегулировать рабочее давление на байпасе. Закрыть входную и выходную задвижки и кран на импульсной трубке. Разобрать пилот. Снять старую и поставить новую мембрану. Собрать пилот. Перевести газоснабжение на рабочую нитку и проверить работу пилота. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

### 3.3.3. РЕМОНТ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНО-ЗАПОРНОГО КЛАПАНА ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ

*При замене пружины.* Открыть дверь ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Закрепить подъемный рычаг. Снять груз или вывернуть нажимную гайку. Вынуть старую и поставить новую пружину. Установить нажимную гайку, настроить и проверить работу клапана. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

*При замене мембраны.* Открыть дверь ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Переключить газоснабжение на байпас. Отрегулировать рабочее давление на байпасе. Закрыть входную задвижку и кран на импульсной трубке. Снять крышку мембранной камеры. Вынуть старую и поставить новую мембрану. Установить крышку мембранной камеры. Открыть кран на импульсной трубке и входную задвижку. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Настроить и проверить работу клапана. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

*При замене клапана.* Открыть дверь ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Переключить газоснабжение на байпас. Отрегулировать рабочее давление на байпасе. Закрыть входную и выходную задвижки и поставить на них заглушки. Отсоединить импульс-

ные трубки. Разобрать корпус клапана. Снять и поставить новый клапан. Собрать корпус клапана. Присоединить импульсные трубки. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Настроить и проверить работу клапана. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

### 3.3.4. РЕМОНТ ПРУЖИННОГО СБРОСНОГО КЛАПАНА ПСК-50 ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ

*При замене мембраны.* Открыть дверь ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Закрыть кран на газопроводе перед клапаном. Разобрать корпус клапана. Снять старую и поставить новую мембрану. Собрать корпус клапана. Открыть кран на газопроводе перед клапаном. Настроить и проверить работу клапана. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

*При замене пружины.* Открыть дверь ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Закрыть кран на газопроводе перед клапаном. Вывернуть регулировочный винт. Вынуть старую и поставить новую пружину. Завернуть регулировочный винт. Открыть кран на газопроводе перед клапаном. Настроить и проверить работу клапана. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

*При замене резинового уплотнителя клапана.* Открыть дверь ГРП и проветрить помещение. Проверить загазованность помещения. Закрыть кран на газопроводе перед клапаном. Разобрать корпус клапана. Снять старый и поставить новый резиновый уплотнитель клапана. Собрать корпус клапана. Открыть кран на газопроводе перед клапаном. Настроить и проверить работу клапана. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверь ГРП.

### 3.3.5. РЕМОНТ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ТИПА РД-32 ШКАФНЫХ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ

*При замене пружины.* Открыть дверки ШРП. Переключить газоснабжение на байпас (резервную нитку). Вывернуть нажимную гайку. Вынуть старую и поставить новую пружину. Завернуть нажимную гайку. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Настроить и проверить работу регулятора давления. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверки ШРП.

*При замене мембраны.* Открыть дверки ШРП. Переключить газоснабжение на байпас (резервную нитку). Отсоединить импульсные трубки и регулятор от газопровода. Разобрать регулятор. Снять старую и поста-

вить новую мембрану. Собрать регулятор. Присоединить регулятор и импульсные трубки к газопроводу. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Настроить и проверить работу регулятора давления. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверки ШРП.

### 3.3.6. ЗАМЕНА РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ШКАФНЫХ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ

*Содержание работы.* Открыть дверки ШРП. Переключить газоснабжение на байпас (резервную нитку). Отсоединить импульсную трубку. Снять старый и установить новый регулятор. Присоединить импульсную трубку. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Настроить и проверить работу регулятора. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверки ШРП.

### 3.3.7. РЕМОНТ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНО-ЗАПОРНОГО КЛАПАНА ТИПА ПКК-40М ШКАФНЫХ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ

*При замене мембраны.* Открыть дверки ШРП. Переключить газоснабжение на байпас (резервную нитку). Отсоединить импульсную трубку. Разобрать клапан. Снять старую и поставить новую мембрану. Присоединить импульсную трубку. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Настроить и проверить работу клапана и плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверки ШРП.

*При замене пружины.* Открыть дверки ШРП. Переключить газоснабжение на байпас (резервную нитку). Соединить импульсную трубку. Разобрать клапан. Снять старую и поставить новую пружину. Присоединить импульсную трубку. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Настроить и проверить работу клапана. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверки ШРП.

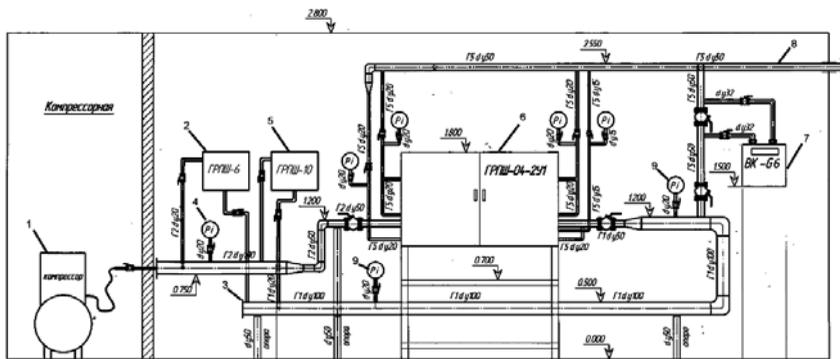
### 3.3.8. ЗАМЕНА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО ЗАПОРНОГО КЛАПАНА ТИПА ПКК-40М ШКАФНЫХ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ

*Содержание работы.* Открыть дверки ШРП. Переключить газоснабжение на байпас (резервную нитку). Отсоединить импульсную трубку. Снять старый и установить новый клапан. Присоединить импульсную трубку. Перевести газоснабжение на рабочую нитку. Настроить и проверить работу клапана. Проверить плотность соединений. Сделать в журнале запись о выполненной работе. Закрыть дверки ШРП.

## 4. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

### 4.1. УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНЫЙ (ЛАБОРАТОРНЫЙ) СТЕНД

Учебно-тренировочный стенд (далее – стенд) (рис. 29) по изучению работы пунктов редуцирования газа и отработки практических навыков работы с ними представляет собой точную копию объекта газораспределения за исключением рабочей среды. Вместо природного газа используется воздух. Стенд позволяет обучить навыкам обслуживания и устранения неисправностей на ПРГ.



**Рис. 29. Учебно-тренировочный стенд:**

1 – компрессор; 2 – шкафной газорегуляторный пункт ГРПШ-6; 3 – трубопровод низкого давления; 4, 9 – манометры; 5 – шкафной газорегуляторный пункт ГРПШ-10; 6 – шкафной газорегуляторный пункт ГРПШ-04-2У1; 7 – прибор учёта прохождения газа G6; 8 – сбросной трубопровод



**Рис. 30. ГРПШ-6**

Газорегуляторы бытового назначения ГРПШ-6 (рис. 30) применяется для редуцирования среднего и высокого давления газа на низкое.

ГРПШ-6 способствует автоматическому поддержанию выходного давления на требуемом уровне независимо от изменений входного давления и расхода, остановка подачи газа при аварийном снижении выходного давления сверх допустимых заданных значений. При превышении расхода более допустимых предельных значений или отсутствии входного давления осуществляется автоматическое выключение регулятора.

## 7. Технические характеристики ГРПШ-6

Регулируемая среда		Природный газ по ГОСТ 5542–87
Температура окружающей среды, °С		от –40 до +60
Максимальное входное давление, МПа		1,2
Выходное давление, кПа		2,2 ± 0,2
Давление срабатывания запорного клапана, кПа	при повышении $P_{\text{вых}}$	–
	при понижении $P_{\text{вых}}$	1,0 ... 2,0
Давление срабатывания сбросного клапана, кПа		3,0 ... 3,45
Пропускная способность, м <sup>3</sup> /ч	при $P_{\text{вх}} = 0,05$ МПа	6
	при $P_{\text{вх}} = 0,1$ МПа	6
	при $P_{\text{вх}} = 0,2$ МПа	6
	при $P_{\text{вх}} = 0,3$ МПа	6
	при $P_{\text{вх}} = 0,4$ МПа	6
	при $P_{\text{вх}} = 0,5$ МПа	6
	при $P_{\text{вх}} = 0,6$ МПа	6
при $P_{\text{вх}} = 1,2$ МПа	6	
Масса, кг, не более		4,5
Межремонтный интервал (ТР, ТО)		3

Газорегуляторный пункт коммунально-бытового назначения (ГРПШ-10), рис. 31.

Это металлический шкаф, с закреплённой в нем запорно-регулирующей аппаратурой.

Предназначен для редуцирования среднего и высокого давления природного газа на низкое и автоматического поддержания его с заданной точностью независимо от изменений входного давления и расхода, автоматического отключения подачи газа при аварийном повышении или понижении выходного давления сверх допустимых заданных значений. ГРПШ-10 (10МС) применяется для газоснабжения населенных пунктов и отдельно стоящих объектов.



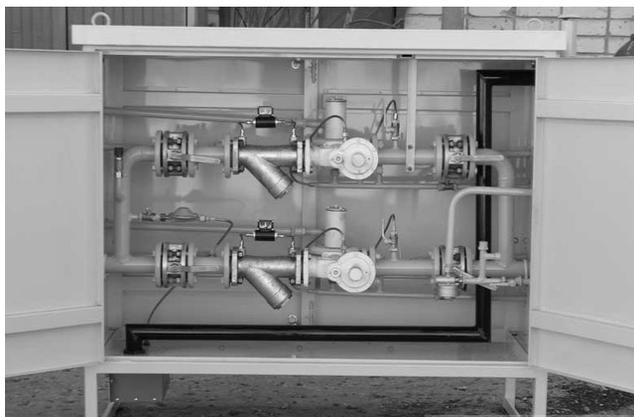
Рис. 31. ГРПШ-10

## 8. Технические характеристики ГРПШ-10

Наименование параметра или размера	Величина
Регулируемая среда	Природный газ по ГОСТ 5542–78
Наибольшее входное давление, МПа, $P_{вх}$	0,6
Диапазон настройки выходного давления, кПа, $P_{вых}$	1,5...2,0
Неравномерность регулирования, %, не более	±10
Давление начала срабатывания сбросного клапана, кПа	2,2...3,0
Диапазон настройки срабатывания автоматического отключающего устройства:	
при повышении выходного давления, кПа	2,4...3,2
при понижении выходного давления, кПа	0,3...1,0
Коэффициент чувствительности выходного давления к изменению входного, кПа/кгс/см, не более	0,075
Пропускная способность регулятора в зависимости от входного давления $P_{вх}$ , МПа:	м <sup>3</sup> /ч
0,05	4
0,1	8
0,2	9
0,3	11
0,4	13
0,5	14
0,6	15,5

Преимущества ГРПШ-10, ГРПШ-10МС: высокая пропускная способность; высокая степень безопасности газоснабжения за счёт надёжности ПЗК с повышенными метрологическими характеристиками; небольшие габаритные размеры.

Газорегуляторный пункт шкафной ГРПШ-04-2У1 (рис. 32) предназначен для снижения высокого или среднего давления до требуемого. ГРПШ автоматически поддерживают заданное выходное давление независимо от изменения расхода и входного давления. При аварийном повышении или понижении выходного давления от допустимых заданных значений, ГРПШ автоматически отключают подачу газа. Пункт используется для различных видов потребителей (в системах газоснабжения сельских или городских населённых пунктов, коммунально-бытовых зданий, объектов промышленного и сельскохозяйственного назначения и т.д.).



**Рис. 32. ГРПШ-04-2У1**

Пункт шкафной представляет собой рамную сварную конструкцию, обшитую стальными листами, в которой расположено газовое оборудование. В конструкции пункта предусмотрена естественная постоянно действующая вентиляция, через жалюзийные решётки, обеспечивающая трёхкратный воздухообмен в час. Условия эксплуатации ГРПШ должны соответствовать климатическому исполнению У категории 1 по ГОСТ 15150–69, для работы при температуре окружающей среды от минус 40 до плюс 60 °С.

### **9. Технические характеристики ГРПШ-04-2У1**

Регулятор	РДНК-400
Регулируемая среда	Природный газ по ГОСТ5542–87
Давление на входе $P_{вх}$ , МПа	0,6
Диапазон настройки давления газа на выходе, кПа	2...5
Пропускная способность (для газа плотностью $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ ), м <sup>3</sup> /ч	255
Тепловая мощность газового обогревателя, кВт, не более	3,65
Масса, кг, не более	16

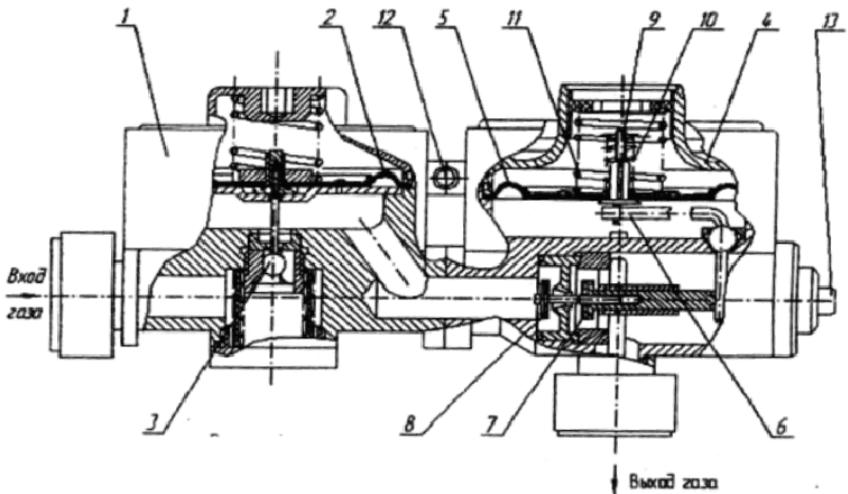
## ИСПЫТАНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ ГАЗА

*Цель работы:* ознакомиться с конструкциями и принципом действия регуляторов давления газа; провести испытания регуляторов давления, определив их пропускную способность в зависимости от перепада давлений на регуляторах; колебания давления газа после регуляторов при изменении расхода газа через них; построить зависимости  $V=f(\Delta P)$ .

### Методические указания

В данной работе испытаниям подвергаются регуляторы давления РДНК-6 (ГРПШ-6), РДГК-10 (ГРПШ-10) и регулятор давления РДНК-400 (ГРПШ-400-2У1).

Регулятор давления газа бытовой РДГБ-6 предназначен для редуцирования высокого или среднего давления на низкое, автоматического поддержания низкого выходного давления на заданном уровне независимо от изменений расхода и входного давления, автоматического отключения подачи газа при аварийном понижении выходного давления сверх допустимых заданных значений. Конструкция регулятора РДГБ-6 показана на рис. 33.



**Рис. 33.** Регулятор давления газа РДГБ-6:

- 1 – корпус редуктора; 2 мембрана; 3 – клапан; 4 – корпус регулятора;
- 5 – мембрана; 6 – рычаг; 7, 8 – рабочие клапаны; 9 – сбросной клапан;
- 10, 11 – пружины; 12 – сильфон; 13 – кнопка

Редуктор давления содержит корпус 1 с подпружиненной мембраной 2, на которой закреплён клапан 3. Перемещаясь под действием давления мембрана закрывает клапан при давлении 0,04...0,06 МПа, устанавливая таким образом за клапаном постоянное давление, не зависящее от расхода и величины входного давления.

Регулятор давления содержит корпус 4 с регулирующей мембраной 5, связанной рычагом 6 с блоком рабочих клапанов 7, 8, установленных соосно.

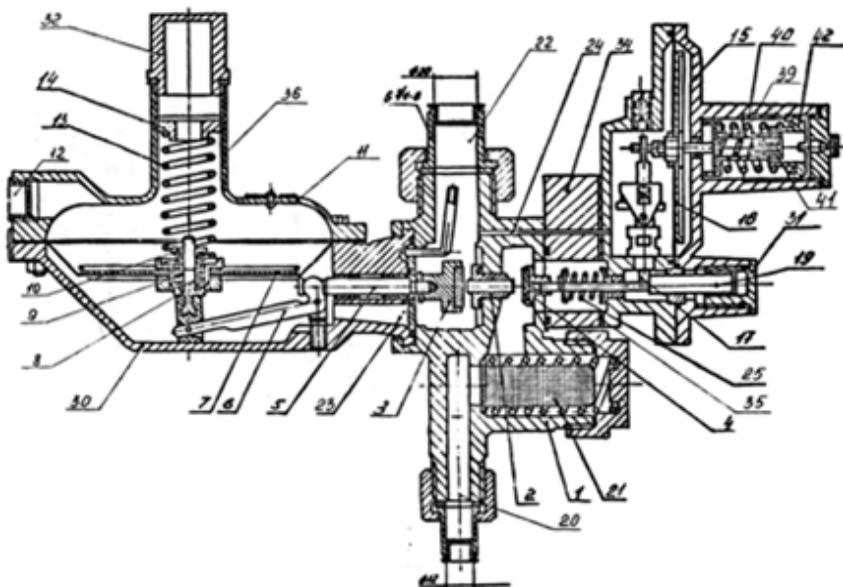
При повышении давления на выходе из регулятора выше заданного мембрана, перемещая рычаг, закрывает рабочий клапан 7, тем самым регулируя выходное давление. При аварийном падении давления на выходе, ниже заданного, мембрана перемещается под действием пружины 11 и захлопывает попутный клапан 8.

Для сброса повышенного давления из выходного тракта регулятора служит сбросной клапан 9, расположенный в центре мембраны. Давление срабатывания регулируется пружиной 10. Сбрасываемое давление по системе каналов в корпусе выходит в сифон.

Пуск регулятора в работу после устранения разгерметизации со стороны потребителя производится нажатием на кнопку «ПУСК» 13.

В регуляторе РДГК-10 скомпонованы, соединены и независимо работают устройства: непосредственно регулятор давления, автоматическое отключающее устройство, сбросной клапан, фильтр для отделения пыли.

Регулятор давления (рис. 34) состоит из крестовины 1, в которой закреплено седло 2 рабочего клапана 3, одновременно являющееся седлом отсечного клапана 4. Рабочий клапан посредством штока 5 и рычажного механизма 6 соединён с рабочей мембраной 7. В мембране 7 находится сбросной клапан 8 с пружиной настройки 9 и гайкой 10. В крышке 11 мембранного узла имеется канал 12 для сброса газа в атмосферу. Пружина 13 и регулировочная гайка 14 предназначены для настройки выходного давления. Крестовина 1 соединена через плиту 34 с отключающим устройством 15. Отключающее устройство имеет мембрану 16, связанную через систему рычагов с фиксатором 17, удерживающим отсечной клапан 4 в открытом состоянии. Подаваемый к регулятору газ среднего или высокого давления проходит через входной патрубок 20, фильтр 21 и, проходя через щель между рабочим клапаном 3 и седлом 2, редуцируется до низкого давления и по выходному патрубку 22 поступает к потребителю. Импульс от выходного давления передаётся в подмембранную полость регулятора по импульсному каналу 23, в подмембранную полость отключающего устройства по импульсному каналу 24. В случае повышения давления на выходе регулятора сверх допустимых значений открывается сбросной клапан 8, обеспечивая сброс газа в атмосферу через свечу. При повышении или снижении выходного давления газа до величины настройки отключающего устройства фиксатор 17 усилием на мембране 16 выводится из зацепления и клапан 4 под действием пружины 25 закрывает седло 2, поступление газа прекращается.



**Рис. 34. Устройство регулятора газа РДГК-10:**

1 – крестовина; 2 – седло; 3 – клапан рабочий; 4 – клапан отсечной; 5, 19 – шток;  
 6 – рычажный механизм; 7, 16 – мембрана; 8 – сбросной клапан;  
 9, 13, 25, 39, 40 – пружина; 10, 14, 41, 42 – гайка регулировочная; 11 – крышка;  
 12 – штуцер; 15 – устройство отключающее; 17 – фиксатор; 20 – патрубок входной;  
 21 – фильтр; 22 – патрубок выходной; 23, 24 – канал импульсный; 30 – корпус

Пуск регулятора в работу производится вручную после устранения причин, вызвавших срабатывание отключающего устройства. Для этого выветривается пробка 31 и плавно перемещается шток 19 до того момента, когда за его выступ западёт фиксатор 17. Этот момент определяется на слух по характерному щелчку. Затем пробка 31 устанавливается на место упора.

Для пуска регулятора в работу необходимо открыть плавным поворотом кран перед регулятором. Кран после регулятора при этом должен быть закрыт. Вывернуть пробку 31. Потянуть за шток 19 и плавно переместить до момента, когда его выступ упрётся в фиксатор 17. Данное положение соответствует открытию отсечного клапана 4, которое воспринимается на слух по щелчку. Ввернуть пробку 31 до упора.

Проверить резьбовые соединения регулятора с газопроводом на герметичность при помощи мыльной эмульсии при наличии утечек устранить их. Утечки не допускаются. Открыть кран после регулятора и проверить давление газа по манометру. Давление газа после регулятора должно быть в пределах, соответствующих диапазону регулирования регулятора.

## 10. Возможные неисправности регулятора РДГК-10 и способы их устранения

Наименование неисправностей внешнее их проявление	Вероятность причины	Метод устранения
1. Значительное снижение выходного давления – сработало отключающее устройство	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заедание подвижной системы регулятора.</li> <li>2. Загрязнение трущихся частей.</li> <li>3. Прорыв рабочей мембраны.</li> <li>4. Поломка пружины настройки выходного давления</li> </ol>	Разобрать регулятор, очистить от пыли, заменить неисправные детали, настроить регулятор
2. Значительное повышение выходного давления – сработало отключающее устройство	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заедание подвижной системы регулятора.</li> <li>2. Прорыв мембраны.</li> <li>3. Поломка пружины мембранного узла отключающего устройства</li> </ol>	Разобрать регулятор, очистить от пыли, заменить неисправные детали, настроить регулятор
3. Давление газа перед приборами не соответствует норме за счёт значительного снижения или повышения выходного давления. Отключающее устройство не срабатывает	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заедание подвижной системы отключающего устройства.</li> <li>2. Поломка пружин отключающего устройства.</li> <li>3. Износ или вырыв газовым потоком уплотнения отсечного или рабочего клапана.</li> <li>4. Прорыв мембраны отключающего устройства или рабочей мембраны</li> </ol>	Заменить неисправные детали, настроить отключающее устройство
4. Сброс газа в атмосферу	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Износ уплотнения сбросного клапана.</li> <li>2. Поломка или нарушение настройки пружины сбросного клапана.</li> <li>3. Износ уплотнения рабочего клапана</li> </ol>	Заменить неисправные детали, настроить сбросной клапан

Конструкцией регулятора предусмотрена настройка следующих параметров:

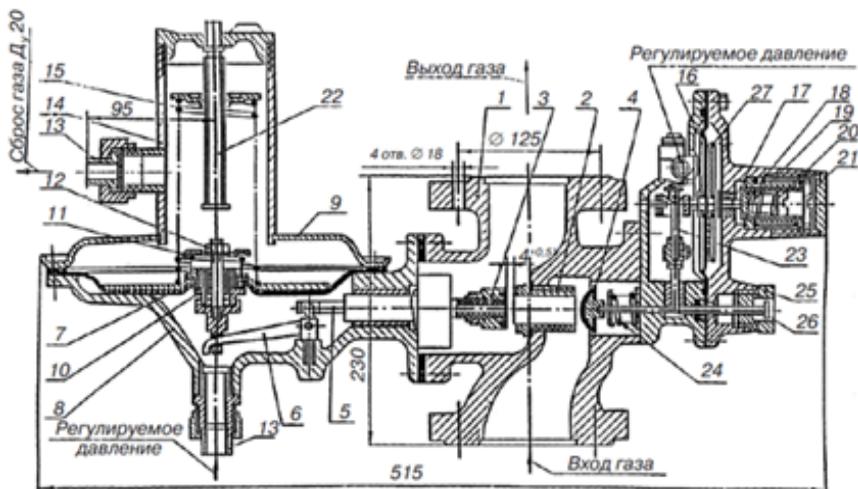
- 1) настройка выходного давления;
- 2) настройка давления срабатывания сбросного клапана;
- 3) настройка давления срабатывания отключающего устройства.

Настройка выходного давления производится вращением гайки 14 (см. рис. 29), ослабляющей или сжимающей пружину 13. При вращении по часовой стрелке выходное давление увеличивается, а против – уменьшается. Настройка давления срабатывания сбросного клапана производится путём ослабления или сжатия пружины 9 вращением гайки 10. Настройка срабатывания отключающего устройства производится созданием в выходной полости регулятора давления настройки с последующим вращением гаек 41, 42 до момента срабатывания отключающего устройства, определяемого на слух по «щелчку».

В комбинированном регуляторе РДНК-400 (рис. 35) соединены и независимо работают следующие устройства: регулятор давления, автоматическое отключающее устройство, предохранительный клапан. Регулятор давления состоит из крестовины 1 с седлом 2 и корпуса 8 с мембранной камерой. Клапан 3 через шток 5 и рычаг 6 соединён с мембраной регулятора 7, закреплённой в корпусе 8 крышкой 9. На мембране 7 находится предохранительный клапан 10 с пружиной 11 и гайкой 12. В крышке 9 мембранной камеры имеется ниппель 13 для сброса газа в атмосферу и стакан 14, в котором располагаются пружина 15 и винт регулировочный 22, предназначенные для настройки выходного давления. Отключающее устройство имеет мембрану 16, связанную с толкателем 17, к которому пружиной 27 поджат шток 23, фиксирующий открытое положение отсечного клапана 4. Настройка отключающего устройства осуществляется пружинами 18 и 19 с помощью вращения пробки 20 и втулки 21.

Подаваемый к регулятору газ среднего или высокого давления проходит через входной патрубок крестовины 1, седло 2. Проходя через щель между рабочим клапаном 3 и его седлом 2, газ редуцируется до низкого давления и по выходному патрубку поступает к потребителю.

Импульс регулируемого выходного давления от газопровода за регулятором подводится в подмембранную полость регулятора и надмембранную полость отключающего устройства. В случае повышения давления на выходе регулятора на 2,4...4,2 кПа открывается предохранительный сбросной клапан 10, обеспечивая сброс газа в атмосферу через «свечу». При дальнейшем повышении давления газа мембрана 16 отключающего устройства с толкателем 17 начинает перемещаться, выталкивая шток 23 из зацепления со штоком 26. В случае повышения давления на выходе регулятора на 2,9...5,1 кПа шток 23 полностью выйдет из зацепления со штоком 26 отсечного клапана 4, который под действием пружины 24 перекроет вход газа в регулятор.



**Рис. 35. Регулятор давления газа комбинированный РДНК-400:**

1 – крестовина; 2 – седло; 3 – клапан; 4 – клапан отсечной; 5 – шток; 6 – рычаг; 7 – мембрана регулятора; 8 – корпус; 9 – крышка; 10 – клапан предохранительный; 11 – пружина; 12 – гайка; 13 – ниппель; 14 – стакан; 15 – пружина; 16 – мембрана; 17 – толкатель; 18, 19 – пружина; 20 – пробка; 21 – втулка; 22 – винт регулировочный; 23 – шток; 24 – пружина; 25 – пробка; 26 – шток; 27 – пружина

При понижении выходного давления мембрана 16 отключающего устройства с толкателем 17 так же вытолкнет шток 23 из зацепления со штоком 26, и клапан 4 перекроет вход газа в регулятор. Пуск регулятора в работу после устранения неисправностей, вызвавших срабатывание отключающего устройства, производится вывертыванием вручную пробки 25 и оттягиванием штока 26. В результате чего клапан должен перемещаться до тех пор, пока шток 23 под действием пружины 27 не переместится и не западет за выступ штока 26, удерживая клапан 4 в открытом положении. После этого пробку 25 необходимо вернуть до упора.

Для пуска регулятора в работу необходимо вывернуть пробку 25 (рис. 34).

Открыть плавным поворотом кран перед регулятором. Кран после регулятора при этом должен быть закрыт. Давление газа после регулятора должно соответствовать настроенному. Потянуть за шток 26 и плавно переместить до момента, когда шток 23 западет за выступ штока 26 отсечного клапана 4. Это положение соответствует открытию отсечного клапана 4.

Проверить фланцевые соединения регулятора с газопроводом на герметичность при помощи мыльной эмульсии, при наличии утечек устранить их. Утечки не допускаются.

## 11. Возможные неисправности регулятора РДНК-400 и способы их устранения

Наименование неисправностей, внешнее проявление	Вероятная причина	Метод устранения
1. Значительное снижение выходного давления – сработало отключающее устройство	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заедание подвижной системы регулятора.</li> <li>2. Загрязнение трущихся частей</li> </ol>	Разобрать регулятор, почистить от пыли и кристаллогидратов, заменить неисправные детали, настроить регулятор
2. Значительное повышение выходного давления – сработало отключающее устройство	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заедание подвижной системы регулятора.</li> <li>2. Прорыв мембраны.</li> <li>3. Поломка пружины настройки выходного давления.</li> <li>4. Намораживание кристаллогидратов в зоне рабочего клапана.</li> <li>5. Износ или вырыв газовым потоком уплотнения рабочего клапана</li> </ol>	Разобрать регулятор, очистить от пыли и кристаллогидратов, заменить неисправные детали, настроить регулятор
3. Отключающее устройство не срабатывает	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Заедание подвижной системы отключающего устройства.</li> <li>2. Поломка пружин отключающего устройства.</li> <li>3. Износ газовым потоком уплотнения отсечного клапана.</li> <li>4. Прорыв мембраны отключающего устройства</li> </ol>	Заменить неисправные детали, настроить отключающее устройство
4. Сброс газа в атмосферу	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Износ уплотнения предохранительного сбросного клапана.</li> <li>2. Поломка или нарушение настройки пружины предохранительного клапана.</li> <li>3. Намораживание кристаллогидратов в зоне рабочего клапана</li> </ol>	Заменить неисправные детали, настроить предохранительный клапан

Открыть кран после регулятора и проверить давление газа по манометру.

Давление газа после регулятора должно быть в пределах, соответствующих диапазону регулирования регулятора.

Конструкцией регулятора предусмотрена настройка следующих параметров:

- настройка выходного давления;
- настройка давления срабатывания предохранительного клапана;
- настройка давления срабатывания отключающего устройства при понижении выходного давления;
- настройка давления срабатывания отключающего устройства при повышении выходного давления.

Настройка выходного давления производится вращением регулировочного винта 28, ослабляющим или сжимающим пружину 15.

Настройка давления срабатывания предохранительного клапана производится путём ослабления или сжатия пружины 11 вращением гайки 12,

Настройка давления срабатывания отключающего устройства при понижении выходного давления производится путём ослабления или сжатия пружины 19 вращением пробки 20.

Настройка давления срабатывания отключающего устройства при повышении выходного давления производится путём ослабления или сжатия пружины 18 вращением втулки 21.

Расчёт регулятора давления сводится к определению пропускной способности, которая зависит от площади клапанного отверстия (дроссельный орган), разности давлений до и после клапана и физических свойств газа.

Условия протекания через дроссельный орган аналогичны условиям протекания газа через сужающее устройство в трубопроводе, поэтому расчёт дроссельных органов производится по формулам, в основе которых лежит теория истечения газа из отверстий, сопел и насадок.

При малых перепадах давления в регуляторах газ рассматривают как несжимаемый, т.е. можно пренебречь сжимаемостью газа.

$$V = \frac{F_c}{\sqrt{\xi}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где  $\xi$  – коэффициент гидравлического сопротивления регулятора, отнесенное к проходному сечению седла клапана;  $F_c$  – площадь проходного сечения седла клапана,  $\text{м}^2$ ;  $\rho$  – плотность газа,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Если на клапане наблюдается большой перепад давления ( $\Delta P/P_1 \geq 0,08$ ), то в уравнение (1) вводится коэффициент  $\epsilon$ , который учи-

тывает изменение плотности газа при движении через дроссельный орган и определяемый по зависимости

$$\varepsilon = 1 - 0,46 \frac{\Delta P}{P_1}. \quad (2)$$

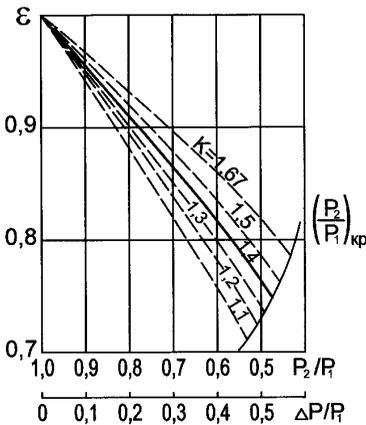
При критическом или большем перепаде давлений имеет место следующее неравенство

$$\frac{P_2}{P_1} \leq \left( \frac{P_2}{P_1} \right)_{\text{кр}}. \quad (3)$$

В этом случае пропускную способность регулятора определяют по предыдущей формуле при подстановке в неё критического отношения давлений. Это объясняется тем, что сверхзвуковая скорость при движении газа через дроссельный орган получена быть не может. Коэффициент  $\varepsilon_{\text{кр}}$  определяют так же, как и  $\varepsilon$ , по рис. 36:

$$\left( \frac{\Delta P}{P_1} \right)_{\text{кр}} = 1 - \left( \frac{P_2}{P_1} \right)_{\text{кр}}.$$

Расчётная зависимость будет иметь следующий вид:



$$V = \frac{F_c}{\sqrt{\xi}} \varepsilon_{\text{кр}} P_1 \sqrt{\frac{(\Delta P / P_1)}{\rho T_1}}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (4)$$

Отношение давлений  $P_2/P_1$ , при котором расход газа становится максимальным, и при дальнейшем повышении давления  $P_2$  почти не изменяется, называется критическим отношением давлений. Следовательно, при отношении давлений  $P_2/P_1$ , равном критическому, как показывает опыт, скорость достигает своего максимума — скорости звука в данной среде — и остаётся постоянной при дальнейшем уменьшении отношения  $P_2/P_1$ .

Критическое отношение давлений для газа любого состава можно рассчитать по уравнению

**Рис. 36. Значение коэффициента  $\varepsilon$  в зависимости от  $P_2/P_1$  и  $\Delta P/P_1$ :**

- $k$  — показатель адиабаты,
- $P_1$  — давление до регулятора,
- $P_2$  — давление после регулятора

$$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\text{кр}} = 0,91 \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}, \quad (5)$$

где  $k = C_p / C_v$  – показатель адиабаты. Для воздуха принять  $k = 1,4$ , критическое отношение давлений  $\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{\text{кр}} = 0,528$ .

### Описание экспериментальной установки

Лабораторный стенд представлен на рис. 29. Природный газ имитируется воздухом. Сжатый воздух после компрессора 1 поступает в трубопровод высокого (среднего) давления 5, к которому подключены три типа ГРПШ. Каждый ГРПШ имеет шаровый кран по высокой и низкой стороне соответственно. При включении любого из ГРПШ воздух проходит через его регулятор давления, с помощью которого устанавливаются различные конечные давления. Низкое давление после регулятора измеряется манометром, а расход с помощью счётчика G6 (4) или ротаметром. Изменяя сопротивление регулирующего крана, можно имитировать изменение нагрузки газоиспользующей сети.

### Порядок выполнения работы

Изучить описание лабораторной установки и подготовить протокол для записи измерений (табл. 12).

Включение лабораторной установки и регулирование расхода воздуха осуществляется лаборантом или преподавателем.

Группа обучаемых делится на подгруппы, каждая из которых работает с одним из трёх регуляторов.

Включить компрессор, открыть вентиль на ресивере. Величина давления воздуха в ресивере контролируется манометром и не должна превышать 0,6 МПа (6 атм.) Регулировочной гайкой регулятора установить давление после регулятора  $P_2 = 4000$  Па. Давления  $P_1$ ,  $P_2$  контролируются по манометрам. Замерить расход газа, прошедшего через регулятор. Затем отрегулировать давление газа после регулятора таким образом, чтобы  $P_2 = 3000, 2500, 2000, 1500$  Па. При этих давлениях и постоянном давлении  $P_1 = 0,6$  МПа определить расход газа. После серии испытаний при  $P_1 = 0,6$  МПа установить  $P_1 = 0,3; 0,1; 0,05$  МПа. Для каждого из этих начальных давлений произвести аналогичные испытания. Измерение расходов необходимо производить три раза для каждого  $P_2$  с записью в табл. 12 при установившемся режиме, т.е. когда давление  $P_2$  остаётся неизменным в течение 2 мин.

## 12. Результаты измерений

№ опыта при давлении $P_1$		1	2	3
Давление воздуха, МПа	до регулятора			
	за регулятором			
Показание счётчика, м <sup>3</sup>				
Температура воздуха $t$ , °С				
Барометрическое давление, Па				

## 13. Результаты вычислений

Измеряемая величина	Значение величин				
Начальное давление (до регулятора) $P_1$ , МПа	0,6				
Конечное давление (после регулятора) $P_1$ , Па	4000	3000	2500	2000	1500
Продолжительность опыта, с					
Расход воздуха при нормальных условиях, м <sup>3</sup> /ч					

Расход газа, приведённый к нормальным условиям, рассчитывается по следующей формуле, м<sup>3</sup>/с:

$$V_n = V \frac{273}{(273 + t)} \left( \frac{P_6 - P_1}{1,013 \cdot 10^5} \right), \quad (6)$$

где  $V$  – расход воздуха при условиях опыта, м<sup>3</sup>/с;  $V_n$  – расход газа приведённый к нормальным условиям, м<sup>3</sup>/с.

Графическую зависимость  $V = f(\Delta P)$  строят по результатам вычислений сведённых в табл. 13.

Отчет по работе должен содержать основы теории, схему установки, таблицу наблюдений и расчётов, обработку опытных данных, выводы по результатам опытов.

### Контрольные вопросы

1. Назначение регуляторов давления в газовых сетях.
2. Основные элементы ГРПШ и их назначение.

3. Физический смысл показателя адиабаты.
4. Устройство дроссельных органов регуляторов.
5. Под действием каких сил находится чувствительный элемент регуляторов?

### 4.3. ЗАДАЧИ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО РЕШЕНИЯ

1. Подобрать регулятор давления для ПРГ со следующими характеристиками: расчётная номинальная пропускная способность  $V_{\max} = 1600 \text{ м}^3/\text{ч}$ , минимальная пропускная способность  $V_{\min} = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Давление газа (избыточное): на входе  $P_1 = 0,6 \text{ МПа}$ ; на выходе  $P_2 = 0,1 \text{ МПа}$ . Плотность газа  $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ . Показатель адиабаты  $K = 1,31$ . Объясните свой выбор.

2. В действующем ПРГ установлен регулятор РДУК2Н-100. В связи с расширением производства расход газа возрастает. Требуется проверить возможность сохранения регулятора при следующих условиях:  $V_{\max} = 4500 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $V_{\min} = 700 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $P_1 = 0,6 \text{ МПа}$ ;  $P_2 = 0,3 \text{ МПа}$ ;  $\rho = 0,82 \text{ кг/м}^3$ ;  $K = 1,31$ .

3. В действующем ПРГ установлен регулятор РДУК2Н-200с пилотом КН2. Потребители переводятся на использование газа среднего давления  $P_2 = 0,23 \text{ МПа}$  с заменой КН2 пилотом КВ2. Остальные параметры:  $V_{\max} = 9000 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $V_{\min} = 1500 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;  $P_1 = 0,45 \text{ МПа}$ ;  $\rho = 0,82 \text{ кг/м}^3$ ;  $K = 1,31$ . Проверить возможность сохранения регулятора.

4. Определить перепад давления на фильтре ФС-25 при следующих условиях: расчётный расход газа ( $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ )  $V = 250 \text{ м}^3/\text{ч}$ ,  $p_a = 7 \text{ кгс/см}^2$ .

5. Расчётный перепад на фильтре  $\Delta p = 250 \text{ кгс/м}^2$ , плотность газа  $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ ,  $p_a = 7 \text{ кгс/см}^2$ . Определить пропускную способность  $V$  фильтров ФС-25, ФС-40 и ФС-50.

6. Расчётный расход газа с  $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$  составляет  $V = 950 \text{ м}^3/\text{ч}$ , абсолютное входное давление  $p_a = 0,3 \text{ МПа}$ . Выбрать фильтр, потери давления в котором не превышают  $500 \text{ кгс/м}^2$ .

7. Определить пропускную способность фильтров ФВ-100 и ФВ-200 при  $\Delta p = 500 \text{ кгс/м}^2$ ,  $p_a = 7 \text{ кгс/см}^2$ ,  $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ .

8. Расчётный расход газа ( $\rho = 0,73 \text{ кг/м}^3$ )  $V = 25000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Избыточное входное давление  $0,3 \text{ МПа}$ . Определить типоразмер фильтра, обеспечивающий заданную пропускную способность  $V$  и потери давления  $\Delta p$  в нём.

#### 4.4. ПРАКТИЧЕСКИЕ УПРАЖНЕНИЯ

Практические упражнения представляют собой перечень вопросов. Вопросы скомпонованы в соответствии с темами. Ответы на эти вопросы должны быть получены от обучаемого с демонстрацией своих действий на оборудовании стенда.

##### 1. Назначение и устройство оборудования ГРП.

1.1. Объясните назначение ГРП (ГРУ).

1.2. Как принято классифицировать ГРП (ГРУ)?

1.3. Какая разница между ГРП и ГРУ?

1.4. На рисунке 2 показана схема ГРП (ГРУ). Укажите название оборудования и отдельных узлов, обозначенных цифрами.

1.5. На рисунке 10 показаны газовые фильтры. Укажите назначение фильтров и название деталей, обозначенных цифрами, а также область применения фильтров.

1.6. Какие требования предъявляются к прочности фильтров?

1.7. Укажите максимально допустимую потерю давления на фильтрах с условным проходом от 80 до 500 мм.

1.8. Для чего предназначены предохранительные запорные клапаны (ПЗК) и где они должны устанавливаться?

1.9. На рисунке 11 показан предохранительный запорный клапан типа ПКН. Перечислите основные детали клапана, обозначенные цифрами, и опишите принцип его работы.

1.10. Какова должна быть точность срабатывания предохранительного запорного клапана?

1.11. Как принято классифицировать регуляторы давления по принципу работы?

1.12. Какие требования предъявляются к конструкции регулятора давления?

1.13. Что понимают под устойчивой и неустойчивой работой регулятора давления?

1.14. Что такое степень неравномерности регулирования?

1.15. На какие начальные и конечные давления выпускаются регуляторы давления?

1.16. Какие регуляторы давления в настоящее время наиболее часто применяются в ГРП (ГРУ) предприятий?

1.17. На рисунке 31 показан регулятор среднего давления РДНК-400. Укажите область применения, название деталей, обозначенных цифрами, и принцип его работы.

1.18. На рисунке 20 показана схема регулятора давления типа РДУК. Укажите название узлов, обозначенных цифрами, и опишите принцип работы регулятора.

1.19. Для чего предназначены сбросные предохранительные клапаны и какие конструкции применяются для низкого и среднего давления газа.

1.20. Для чего предназначена обводная (байпасная) линия и зачем на ней устанавливаются два запорных органа?

1.21. Вышла из строя задвижка после регулятора давления, но на складе имеются только вентили с нужным условным проходом. Ответственный за газовое хозяйство дал указание поставить стальной вентиль вместо задвижки. Правильно ли он поступил?

1.22. Для чего предназначены продувочные свечи ГРП (ГРУ) и какие требования к ним предъявляются?

1.23. Во время продувки оборудования ГРП в воздухе, поступающем, через приточные насадки, чувствуется запах газа. Укажите возможные причины этого явления.

1.24. Какие требования предъявляются к вентиляции помещения ГРП и ГРУ?

1.25. Возникла необходимость улучшить освещение ГРП, а светильников во взрывозащищенном исполнении на предприятии нет. Что должен предпринять ответственный за газовое хозяйство?

## **2. Обслуживание оборудования ПРГ.**

2.1. Какие операции необходимо выполнить перед включением в работу (пуск газа после приёма в эксплуатацию) регулятора давления РДУК2?

2.2. На какое давление настраиваются предохранительные запорные, сбросные клапаны ГРП (ГРУ)?

2.3. Какая должна быть выполнена проверка отдельных узлов регулятора РДНК-400 при его первичном пуске после приёма в эксплуатацию?

2.4. Каков порядок пуска ГРП (ГРУ), схема которой показана на рис. 2?

2.5. Пользуясь рис. 2, перечислите операции, которые необходимо выполнить для перехода с регулятора давления на обводную (байпасную) линию.

2.5. Перечислите операции, которые необходимо выполнить для перехода с обводной (байпасной) линии на регулятор давления, пользуясь рис. 2.

2.6. Какие меры предосторожности необходимо выполнять при осмотре оборудования ГРП (ГРУ)?

2.7. Укажите сроки и объём технического обслуживания оборудования ГРП (ГРУ).

2.8. Укажите сроки и объём работ при текущем ремонте оборудования ГРП (ГРУ).

2.9. Укажите сроки и объём работ при капитальном ремонте оборудования ГРП (ГРУ).

2.10. При наличии каких неисправностей оборудования ГРП (ГРУ) проводятся аварийно-восстановительные работы?

2.11. Какие операции и в какой последовательности выполняются при проверке воздухом настройки предохранительных запорных клапанов типа ПКН и ПК, если оборудование ГРП (ГРУ) не работает?

2.12. Укажите порядок проверки настройки предохранительных запорных клапанов типа ПКН воздухом и газом при работе оборудования ГРП (рис. 2).

2.13. При проверке срабатывания сбросного пружинного предохранительного клапана, установлено, что он начал открываться при превышении установленного давления на 6% и полностью открылся при превышении установленного давления на 16%. Требуется ли перенастройка клапана?

2.14. Какие операции необходимо выполнить, если сопротивление газового фильтра превышает допустимое значение?

2.15. В ГРП (ГРУ) среднего давления требуется заменить задвижку перед регулятором давления. На складе предприятия имеются задвижки общего назначения из серого чугуна с требуемым условным проходом. Можно ли использовать такую задвижку для установки вместо вышедшей из строя?

2.16. В какие сроки и в каких местах берётся проба воздуха в помещении ГРП (ГРУ) для определения наличия в нём газа?

2.17. При проверке настройки ПЗК, рассчитанного на срабатывание при минимальном давлении газа 100 мм вод. ст., установлено, что удаётся настроить его на срабатывание при 93 мм вод. ст. или при 106 мм вод. ст. На какое из указанных давлений следует настроить ПЗК?

2.18. Во время приёма (сдачи) смены в ГРУ котельного цеха сработал ПЗК. Кто выполняет операции по ликвидации аварии?

2.19. Какая минимальная температура воздуха может поддерживаться в помещении ГРП? Что может произойти при её падении ниже допустимой?

### **3. Неполадки и аварии в работе оборудования ГРГ.**

3.1. Как повлияет на работу регулятора РДУК засорение импульсных линий или дросселей на них, указанное стрелками на рис. 20?

3.2. Следует ли смазывать подвижные механические узлы регулятора давления РДУК?

3.3. Каковы причины, по которым возможна «качка» (колебание давления) в работе регулятора РДУК?

3.4. Какие изменения в работе регулятора РДУК будут наблюдаться, если произойдёт заедание штока основного клапана в направляющей втулке?

3.5. Укажите причину неисправности, если давление газа после регулятора РДУК постепенно падает, временами повышается и наконец снижается до нуля.

3.6. По каким причинам при отсутствии расхода газа давление после регулятора РДУК постепенно и непрерывно повышается и как устранить эту неисправность?

3.6. Укажите возможные неисправности регулятора давления РДНК-400 (рис. 25), если:

- а) при ввёртывании винта давление газа после регулятора не поднимается;
- б) внезапно резко повысилось давление газа после регулятора;
- в) внезапно резко упало давление газа после регулятора;
- г) при отсутствии расхода газа давление после регулятора постепенно и непрерывно повышается;
- д) давление газа после регулятора пульсирует;
- е) регулятор не работает, т.е. давление после него изменяется в соответствии с изменением начального давления газа и расхода агрегатами.

3.7. Как может отразиться на работе оборудования ГРП (ГРУ) быстрое прекращение подачи газа на один из работающих агрегатов?

3.8. По каким признакам можно определить пропуск газа предохранительным сбросным клапаном?

3.9. Что необходимо предпринять, если при нормальном уровне жидкости по водомерному стеклу обнаружен пропуск газа гидравлическим предохранительным сбросным клапаном?

3.10. Перечислите действия обслуживающего персонала при выходе из строя счётчика, показанного на рис. 26.

3.11. По каким причинам внезапно резко повысилось давление газа после регулятора РДУК и какие меры необходимо принять?

3.12. По каким причинам внезапно резко снизилось давление газа после регулятора РДУК и какие меры следует принять?

3.13. Что необходимо предпринять, если при обходе оборудования ГРП обнаружен запах газа в помещении?

3.14. Каковы причины и что необходимо предпринять при появлении резких колебаний давления газа после регулятора РДУК?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

Изложены основные сведения о горючих газах, оборудовании пунктов редуцирования газа, описаны последовательность пуска в эксплуатацию, настройке и текущему обслуживанию. Содержат лабораторные работы и практические задания по настройке оборудования и обслуживанию пунктов редуцирования газа, контрольные вопросы.

Полученные в ходе изучения курса знания могут применяться при дальнейшем изучении вопросов, рассматриваемых в курсе «Системы газоснабжения», при апробации теории и практики в вопросах надёжности систем газораспределения и их эксплуатации, определения технико-экономических показателей всей газораспределительной системы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

1. **Ионин, А. А.** Газоснабжение / А. А. Ионин. – Москва : Лань, 2012. – 448 с.
2. **Брюханов, О. Н.** Газоснабжение : учебное пособие для студентов высших учебных заведений / О. Н. Брюханов, В. А. Жила, А. И. Плужников. – Москва : Издательский дом «Академия», 2008. – 408 с.
3. **Кязимов, К. Г.** Основы газового хозяйства : учебник для проф. учеб. заведений / К. Г. Кязимов, В. Е. Гусев. – Москва : Высшая школа, 2000. – 462с.
4. **Жила, В. А.** Газовые сети и установки : учебное пособие для сред. проф. образования / В. А. Жила, М. А. Ушаков, О. Н. Брюханов. – Москва : «Издательский дом Академия», 2002. – 272с.
5. **Земенков, Ю. Д.** Эксплуатация оборудования и объектов газовой промышленности : учебное пособие / Ю. Д. Земенков, Г. Г. Васильев, А. Н. Гульков. – Москва : Инфра–Инженерия, 2008. – 607 с. – Загл. с экрана. – Режим доступа : <http://knigafund.ru/>.
6. **Шур, И. А.** Газорегуляторные пункты и установки / И. А. Шур. – Ленинград : Недра, 1985. – 288 с.
7. **Промышленное** газовое оборудование : справочник. – 6-е изд., перераб. и доп. – Саратов : Газовик, 2013. – 1280 с.
8. **СТО Газпром газораспределение 2.3–2011.** Сети газораспределения природного газа. Общие требования к эксплуатации. Эксплуатационная документация. – Санкт-Петербург, 2011. – 144 с.
9. **СП 62.13330.2011.** Актуализированная редакция СНиПа 42-01–2002.
10. **Системы** газоснабжения : метод. указания / сост. : Н. П. Жуков, А. В. Чурилин. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 52 с.
11. **Проектирование** систем отопления и вентиляции зданий: учебное пособие / А. А. Балашов, Н. Ю. Полунина, В. А. Ивановский, Д. С. Кацуба. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2014. – 132 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

---

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ И ИХ СВОЙСТВА .....	4
1.1. Природные горючие газы .....	4
1.2. Искусственные газы .....	8
1.3. Требования к качеству природного газа для коммунально-бытового потребления .....	10
1.4. Единицы измерения параметров газа .....	11
1.5. Влажность и кристаллогидраты углеводородных газов .....	14
Контрольные вопросы .....	16
2. ПУНКТЫ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА .....	17
2.1. Устройство пунктов редуцирования газа .....	17
2.2. Запорная арматура .....	21
2.3. Фильтры газовые .....	27
2.4. Предохранительно-запорные устройства .....	30
2.5. Предохранительные сбросные клапаны .....	36
2.6. Регуляторы давления газа .....	40
2.7. Контрольно-измерительные приборы .....	51
2.8. Автоматизированные системы управления технологическими процессами .....	55
Контрольные вопросы .....	57
3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПУНКТОВ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА .....	58
3.1. Приёмка и ввод в эксплуатацию газорегуляторных пунктов .....	58
3.2. Обслуживание пунктов редуцирования газа .....	60
3.3. Работы, выполняемые при ремонтах пунктов редуцирования газа .....	64
4. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА .....	68
4.1. Учебно-тренировочный стенд .....	68
4.2. Лабораторная работа. Испытание регуляторов давления газа .....	72
4.3. Задачи для самостоятельного решения .....	83
4.4. Практические упражнения .....	84
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	89
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....	90

Учебное издание

ЧУРИЛИН Алексей Владимирович  
ДЕМИЧЕВА Любовь Владимировна

## **ПУНКТЫ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА**

Учебное пособие

Редактор З. Г. Чернова  
Инженер по компьютерному макетированию М. Н. Рыжкова

**ISBN 978-5-8265-1256-2**



9 785826 512562

Подписано в печать 27.03.2014.  
Формат 60×84/16. 5,35 усл. печ. л.  
Тираж 50 экз. Заказ № 131

Издательско-полиграфический центр  
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»  
392000, Тамбов, ул. Советская, 106, к. 14.  
Тел./факс (4752) 63-81-08, 63-81-33.  
E-mail: izdatelstvo@admin.tstu.ru