

КНИЖНАЯ ПОЛКА СПЕЦИАЛИСТА

К. Г. Кязимов, В. Е. Гусев

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ
ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ
ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Практическое пособие для слесаря
газового хозяйства**

Москва
ЭНАС
2008

УДК 621.64
ББК 38.763
К99

Рецензент Б. А. Соколов,
кандидат технических наук, доцент кафедры
«Энергетика высокотемпературных технологий»
Московского энергетического университета

Кязимов К. Г., Гусев В. Е.

К99 Эксплуатация и ремонт оборудования систем газораспределения : практ. пособие для слесаря газового хозяйства / К. Г. Кязимов, В. Е. Гусев. — М. : ЭНАС, 2008. — 288 с. : ил. (Книжная полка специалиста).

ISBN 978-5-93196-873-5

Приведены основные сведения о системах газораспределения, об устройстве и эксплуатации газопроводов, бытовой газовой аппаратуры, газорегуляторных пунктов. Рассмотрены техническое обслуживание, неисправности газопроводов и оборудования, способы их обнаружения и устранения, техника безопасности при эксплуатации газового хозяйства.

Для подготовки и повышения квалификации слесарей газового хозяйства, обучения незанятого населения. Будет полезна также инженерно-техническим работникам, специалистам и ответственным за безопасную эксплуатацию и ремонт оборудования систем газораспределения.

УДК 621.64
ББК 38.763

ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ И ИХ СВОЙСТВА

Основные сведения о газообразном и жидком топливе

Топливом называются горючие вещества, которые сжигаются для получения тепла.

В соответствии с физическим состоянием топливо разделяют на твердое, жидкое и газообразное.

К *твердому топливу* относят уголь, торф, горючие сланцы, дрова.

К *жидкому топливу* относят сырую нефть, различные нефтепродукты и мазут.

К *газообразному топливу* относят природный газ, а также различные промышленные газы: доменный, коксовый, генераторный и пр.

В зависимости от происхождения топливо разделяется на природное и искусственное.

Природным называют топливо в том виде, в котором оно было получено при добыче: уголь, торф, нефть, природный газ.

Искусственное топливо — это продукт, полученный при технологической переработке природного топлива. Например: кокс, брикеты угля, дизельное топливо, мазут, доменный, коксовый, генераторный газы.

Топливо, которое по техническим и экономическим соображениям невыгодно перевозить на большие расстояния из-за его низкого качества, как правило, используют вблизи места его добычи или получения, оно называется местным.

К высококачественному топливу относятся каменный уголь, антрациты, жидкое топливо и природный газ.

Физико-химические свойства природных газов

Природные газы без цвета, запаха и вкуса.

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

Природные газы чисто газовых месторождений состоят в основном из метана (82–98 %) и других углеводородов.

В *состав* природного газа входят горючие и негорючие вещества. К горючим газам относятся: углеводороды ($C_m H_n$), водород (H_2), сероводород (H_2S); к негорючим – углекислый газ (CO_2), кислород (O_2), азот (N_2) и водяной пар (H_2O). После добычи газа из него извлекают токсичный газ сероводород, остаточное содержание которого должно быть не выше 0,02 г/м³.

Теплота сгорания – это количество тепла, которое выделяется при полном сгорании 1 м³ газа. Измеряется в ккал/м³, кДж/м³ газа. Различают высшую теплоту сгорания Q_v^c , когда учитывается тепло, затраченное на конденсацию водяных паров, которые находятся в дымовых газах, и низшую Q_n^c , когда это тепло не учитывается. Поскольку температура уходящих газов в топливопитающих устройствах выше температуры, при которой происходит конденсация водяных паров, в расчетах обычно используется низшая теплота сгорания топлива.

Плотностью вещества является величина, которая определяется отношением массы вещества к его объему. Единица измерения плотности кг/м³. Плотность природного газа зависит от его состава и находится в диапазоне $c_f = 0,73–0,85$ кг/м³.

Важной характеристикой любого горючего газа является жаропроизводительность, т. е. *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 примерно 2000–2100 °С, метана – 2043 °С. Действительная же температура горения в топках существенно ниже жаропроизводительности и зависит от условий сжигания.

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

Границы взрываемости. Газовоздушная смесь, в составе которой газа находится:

до 5 % – не горит;

от 5 до 15 % – взрывается;

больше 15 % – горит при подаче воздуха.

Давление при взрыве природного газа составляет 0,8–1,0 МПа.

Природный газ не имеет запаха. Для определения утечки газ одоризируют (придают ему специфический запах). Для одоризации используют этилмеркаптан (C_2H_5SH). Норма одоризации 16 г C_2H_5SH на 1000 м³ газа. Одоризация проводится на газораспреде-

лительных станциях (ГРС). При наличии в воздухе 1 % природного газа должен ощущаться его запах. Практически определено, что средняя норма этилмеркаптана для одоризации природного газа, поступающего в городские сети, составляет 16 г на 1000 м³ газа.

Использование природного газа имеет ряд преимуществ по сравнению с твердым и жидким топливом:

относительная дешевизна, обусловленная более легким способом добычи и транспорта;

отсутствие золы и выноса твердых частичек в атмосферу;

высокая теплота сгорания;

не требуется подготовки топлива к сжиганию;

облегчается труд обслуживающего персонала и улучшаются санитарно-гигиенические условия его работы;

облегчаются условия автоматизации рабочих процессов.

Но использование природного газа требует особых мер осторожности, так как возможна его утечка через неплотности в местах соединения газопровода и присоединения арматуры.

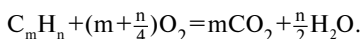
Наличие в помещении более 20 % газа вызывает удушье, скопление его в закрытом объеме от 5 до 15 % может привести к *взрыву газозвушной смеси*. При *неполном сгорании образуется токсичный угарный газ CO*, который даже при небольших концентрациях может привести к отравлению обслуживающего персонала.

Горение природного газа

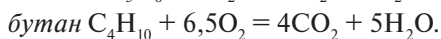
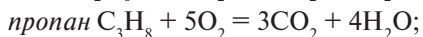
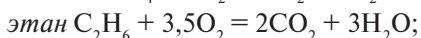
Горение природного газа — это сложный физико-химический процесс взаимодействия горючих его составляющих с окислителем, при котором происходит преобразование химической энергии топлива в тепло.

Горение бывает полным и неполным. Полное горение происходит при: непрерывной подаче топлива и воздуха в достаточном количестве, хорошем перемешивании газа с воздухом, достаточной температуре в топке. Невыполнение этих условий приводит к неполному сгоранию топлива, при котором выделяется меньшее количество тепла, образуются газообразные продукты неполного сгорания — окись углерода (CO), водород (H₂), метан (CH₄), а также сажа, оседающая на поверхностях нагрева, ухудшающая теплообмен и увеличивающая потери тепла, что приводит к перерасходу топлива и снижению КПД котла, загрязнению атмосферы.

Реакция горения углеводородов с общей формулой C_mH_n описывается уравнением



В соответствии с этим можно записать реакции горения основных компонентов природного и сжиженного газов и определить необходимое количество кислорода и воздуха:



Согласно формуле, для сгорания 1 м³ метана нужно 2 м³ кислорода (O₂), который содержится в 9,52 м³ воздуха. Для полного сжигания природного газа воздух подают в топку с некоторым избытком. Отношение действительного расхода воздуха $v_{\text{в}}^{\text{д}}$ к теоретически необходимому $v_{\text{в}}^{\text{т}}$ называется коэффициентом избытка воздуха $\alpha = v_{\text{в}}^{\text{д}}/v_{\text{в}}^{\text{т}}$. Этот показатель зависит от конструкции газовой горелки и топки: чем они совершеннее, тем меньше α . Необходимо следить, чтобы коэффициент избытка воздуха не был меньше 1, так как это приводит к неполному сгоранию газа. Увеличение коэффициента избытка воздуха снижает КПД теплоиспользующей установки за счет увеличения потерь теплоты с уходящими газами.

Полноту сгорания топлива можно определить с помощью газоанализатора и визуально — по цвету и характеру пламени.

Горючие газы, используемые в жилищно-коммунальном хозяйстве

Горючие газы разделяют по их происхождению на природные (естественные) и искусственные — вырабатываемые из твердого или жидкого топлива или являющиеся отходом производства (доменный и коксовый газы). В жилищно-коммунальном хозяйстве нашей страны искусственные газы применяются редко, и поэтому далее будут рассматриваться вопросы газоснабжения зданий только с применением природного газа.

Существуют два способа снабжения потребителей природным газом: непосредственный — по газопроводам и снабжение сжиженным газом, поставляемым потребителям в специальных баллонах. Природные газы добывают из недр земли. Они представляют собой смесь различных углеводородов и делятся на три группы: 1) добываемые из чисто газовых месторождений — сухие и состоящие в основном из метана; 2) попутные, выделяющиеся из скважин нефтяных месторождений — жирные и содержащие помимо метана большое количество более тяжелых углеводородов; 3) добываемые

из конденсатных месторождений и являющиеся смесью сухого газа и паров конденсата — бензина, лигроина и др.

Природные газы перед поступлением в магистральные газопроводы очищают на специальных заводах от содержащихся в них примесей. Присутствие влаги в газе приводит к образованию кристаллогидратов ($\text{CH}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), которые могут полностью закупорить газопровод, а также вызывает значительные затруднения при транспортировке его по газопроводам. В зимний период наличие влаги приводит к образованию ледяных пробок; поэтому одним из основных этапов обработки газа является его осушка. Газ очищают также от сероводорода и углекислого газа, затем его одоризируют. На всем протяжении магистрального газопровода, на расстоянии примерно 150 км друг от друга, устанавливают компрессорные станции. С помощью компрессоров газ сжимается примерно до 75 кгс/см^2 , чем и обеспечивается его последующее движение по газопроводу.

В результате неравномерности расхода газа по дням и месяцам года возникает необходимость в его временном хранении. С этой целью устраивают подземные хранилища в водоносных пластах почвы или используют выработанные газовые и нефтяные месторождения.

Сжижение газа производится на газобензиновых заводах, откуда он в железнодорожных цистернах поступает на газораздаточные станции. Здесь сжиженным газом наполняют баллоны и автоцистерны. Газ в баллонах доставляют непосредственно потребителям. Из автоцистерн заполняют сжиженным газом резервуарные установки промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных потребителей.

Для коммунально-бытового потребления используют газы углеводородные, сжиженные, топливные марок СПБТЗ (смесь пропан-бутановая техническая зимняя); СПБТЛ (смесь пропан-бутановая техническая летняя); БТ (бутан технический).

В соответствии с требованиями ГОСТ 20448–80* к сжиженным газам предъявляются следующие требования:

суммарное объемное количество в газе пропана и бутана — не менее 75 %;

давление насыщенных паров при 45°C — не более 1,6 СПа;

содержание сероводорода и меркаптановой серы — не более 0,015 %;

содержание свободной воды и щелочи не допускается;

пределы воспламеняемости в смеси с воздухом при температуре $15\text{--}20^\circ\text{C}$, об. %: нижний — 1,8, верхний — 9,5;

низшая теплота сгорания (для пропана — $93,1 \text{ МДж/м}^3$, для бутана — 122 МДж/м^3).

Жаропроизводительность, °С, метана равна 2043, пропана – 2110, бутана – 2118, водорода – 2235.

Количество кислорода, необходимое для горения, составляет примерно 1 м³ на 21 МДж теплотворной способности газа.

В связи с тем, что в воздухе около 21 % кислорода, то для сжигания 1 м³ метана необходимо около 10 м³ воздуха, пропана – 24 м³, бутана – 31 м³.

Температура воспламенения, °С, водорода – 510, метана – 650, бутана – 430, пропана – 500.

Нижний предел воспламеняемости, об. %: для водорода – 4, метана – 5, пропана – 2,3, бутана – 1,9; верхний для водорода – 74,2, метана – 15, пропана – 9,5, бутана – 8,5.

Плотность компонентов горючих газов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Плотность горючих газов

Газ	Химическая формула	Плотность при $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $p = 100\text{ кПа}$ (760 мм рт. ст.), кг/м ³	Относительная плотность по воздуху
Водород	H ₂	0,09	0,07
Оксид углерода	CO	1,25	0,97
Метан	CH ₄	0,72	0,55
Пропан	C ₃ H ₈	2,01	1,55
Бутан	C ₄ H ₁₀	2,7	2,01
Кислород	O ₂	1,43	1,11
Углекислый газ	CO ₂	1,53	1,53

Примечание. Плотность жидкой фазы пропана составляет 585 кг/м³, бутана – 600 кг/м³. Жидкая фаза пропана и бутана значительно легче воды, т. е. относительная плотность пропана по отношению к воде равна 0,585, а бутана – 0,6.

Для сравнения плотности газа с другими газами или средой применяется понятие относительная плотность. Это отношение плотности данного газа (вещества) к плотности стандартного вещества (воздуха, воды и др.) при определенных условиях (см. табл. 1).

При относительной плотности меньше единицы газы при утечках скапливаются прежде всего в верхней зоне помещений, а газы

с относительной плотностью более единицы (сжиженные) опускаются в каналы, подвалы и т. п. Плотность жидкой фазы с изменением давления практически не меняется. Жидкая фаза пропана и бутана имеет большой коэффициент объемного расширения, в среднем 0,003, что в 15 раз больше чем у воды, поэтому при изменении температуры объем жидкой фазы газа значительно увеличивается. Изменение объема жидкости в зависимости от температуры вычисляется по формуле

$$V_{t_2} = V_{t_1} (1 + k \Delta t),$$

где k – коэффициент объемного расширения;

t_1, t_2 – начальная и конечная температуры газа;

V_{t_2}, V_{t_1} – объемы жидкости при t_1, t_2 .

Пример. Баллон объемом 50 л заполнен 45 л сжиженного газа при температуре 0 °С. Что произойдет при нагревании баллона в квартире до 40 °С?

Решение: $V_{40} = 45 (1 + 0,003 \cdot 40) = 45 \cdot 1,12 = 54$ л.

Полученный объем превышает объем баллона. Поэтому произойдет его разрушение, что приведет к тяжелым последствиям.

Для предупреждения случаев, приведенных в примере, баллоны заполняются не более чем на 85 % объема, не допускается перегрев баллонов, а их наполнение производится при положительных температурах.

Степень изменения объема сжиженного газа при переходе из жидкого состояния в газообразное определяется по формуле

$$\Pi = \rho_{\text{ж}} / \rho_{\text{газ}},$$

где $\rho_{\text{ж}} / \rho_{\text{газ}}$ – плотности жидкой и газовой фаз ($\Pi = 585/2,01 = 290$ – для пропана, $\Pi = 500/2,7 = 185$ – для бутана).

Сжиженный газ по сравнению со сжатым обладает следующими преимуществами:

в баллонах одинаковой емкости сжиженного газа помещается примерно в 2 раза больше, чем сжатого;

сжиженный газ при сгорании выделяет теплоты в 3 раза больше, чем такое же объемное количество сжатого природного газа;

сжиженный газ хранят в резервуарах при давлении более чем в 10 раз меньшем по сравнению со сжатым, что снижает стоимость резервуаров и арматуры, упрощает конструкцию и повышает безопасность хранения.

По сравнению с природным газом сжиженный обладает рядом специфических свойств, требующих сложного оборудования для его

хранения, транспортировки и использования. Основная особенность сжиженного газа состоит в том, что он хранится и транспортируется в жидком виде, а используется в газообразном.

При незначительном понижении температуры и повышении давления этот газ превращается в жидкость, а при температуре -40 – 40 °С и атмосферном давлении переходит в газообразное состояние.

В жилищном хозяйстве применяют бытовую газовую аппаратуру, использующую теплоту, получаемую от сжигания газа для бытовых нужд: приготовления пищи, нагрева воды, отопления жилых помещений.

В соответствии с назначением газовой аппаратуры ее подразделяют на: а) приборы для приготовления пищи – многоресничные напольные плиты, автономные духовые шкафы, жарочные устройства; б) приборы для нагрева воды – проточные и емкостные водонагреватели; в) отопительные приборы – конвекционного действия и излучатели. Значительное распространение также получили газовые холодильники. Наиболее распространенным видом газовой аппаратуры являются напольные плиты.

Применяемая в коммунальном хозяйстве номенклатура газовой аппаратуры весьма разнообразна и всегда соответствует технологии данного коммунального предприятия. Так, на предприятиях общественного питания основными видами газовых аппаратов являются ресторанные плиты, кипятильники, шкафы для опаливания птиц, пищеварочные котлы и др.

Токсичность газового топлива и продуктов сгорания

Токсичность газового топлива заключается в способности вызывать отравление человека при вдыхании вредных компонентов, содержащихся в топливе или в продуктах его сгорания.

Наиболее опасным является оксид углерода (угарный газ), который выделяется при сжигании газа при недостаточном количестве воздуха. Значительное количество оксида углерода содержится в искусственных газах (доменном, коксовом).

Углекислый газ при концентрации в воздухе в пределах 4–5 % приводит к сильному раздражению органов дыхания, а при 10 % вызывает сильное отравление.

Воздействие различных концентраций газов во вдыхаемом воздухе на организм человека приведен в табл. 2.

**Характеристики воздействия различных газов
на организм человека**

Газ	Содержание в воздухе		Длительность и характер воздействия
	об. %	мг/л	
Оксид углерода	0,1	1,25	Через 1 ч головная боль, тошнота, недомогание
	0,5	6,25	Через 20–30 мин смертельное отравление
	1,0	12,5	Через 1–2 мин очень сильное или смертельное отравление
Сероводород	0,01–0,015	0,15–0,22	Через несколько часов легкое отравление
	0,02	0,31	Через 5–8 мин сильное раздражение глаз, носа, горла
	0,1–0,3	1,54–4,6	Быстрое смертельное отравление
Сернистый газ	0,001–0,002	0,029–0,058	При длительном воздействии раздражение горла, кашель
	0,5	1,46	Кратковременное воздействие опасно для жизни
Оксид азота	0,006	0,29	При кратковременном воздействии раздражение горла
	0,025	1,2	При кратковременном воздействии смертельное отравление

Сильное вредное воздействие на организм человека оказывают сероводород, оксиды серы и азота.

Метан и другие углеводородные газы не ядовиты, но вдыхание их вызывает головокружение, а значительное содержание в воздухе приводит к удушью из-за недостатка кислорода.

Сжиженные углеводородные газы, попадая на кожу человека, вызывают обморожение. Для определения утечки газа в сжиженный газ добавляют 60–90 г этилмеркаптана на 1 т газа.

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Системы газораспределения городов и населенных пунктов

Система газораспределения города (населенного пункта) включает в себя:

газопроводы от ГРС (газораспределительные станции) до потребителей, ГРП (газорегуляторные пункты), сооружения на газопроводах и средства защиты от электрохимической коррозии;

газопроводы, газовое оборудование промышленных и сельскохозяйственных производств, котельных, административных, общественных и жилых зданий.

Газопроводы, прокладываемые в городах и населенных пунктах, классифицируют по следующим показателям:

по виду транспортируемого газа (природного, попутного нефтяного, сжиженного углеводородного, искусственного, смешанного);

по давлению газа (низкое, среднее, высокое);

по местоположению относительно земли (подземные (подводные), надземные (надводные));

по назначению в системе газораспределения (городские магистральные, распределительные, вводы, вводные газопроводы (ввод в здание), импульсные, продувочные, сбросные);

по расположению в системе планировки городов и населенных пунктов (наружные, внутренние);

по принципу построения (закольцованные, тупиковые, смешанные);

по материалу труб (металлические, полиэтиленовые).

В зависимости от максимального рабочего давления газа газопроводы подразделяются на газопроводы низкого давления – до 5000 Па; среднего давления – свыше 0,005 до 0,3 МПа; высокого давления – свыше 0,3 до 1,2 МПа.

На территории городов и населенных пунктов все газопроводы, как правило, укладывают в грунте. На территории промышленных и коммунальных предприятий применяется надземная прокладка.

Газопроводы низкого давления предназначаются для подачи газа в жилые и общественные здания, а также коммунально-бытовым потребителям.

Газопроводы среднего давления служат для питания распределительных газопроводов низкого давления через ГРП, а также для подачи газа в газопроводы промышленных и коммунально-бытовых предприятий.

По газопроводам высокого давления поступает газ для городских ГРП, местных ГРП крупных предприятий, а также предприятий, технологические процессы которых требуют применения газа высокого давления (до 1,2 МПа). Газопроводы различных давлений связаны между собой через ГРП.

Система газораспределения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа всем потребителям, быть простой, удобной и безопасной в обслуживании, предусматривать возможность отключения отдельных ее элементов для производства аварийных и ремонтных работ.

По числу ступеней давления системы газораспределения подразделяют:

на одноступенчатые с подачей различным потребителям газа только по газопроводам одного давления;

двухступенчатые с подачей потребителям газа по газопроводам двух давлений (среднего и низкого, высокого и низкого, высокого и среднего);

трехступенчатые с подачей потребителям газа по газопроводам трех давлений (низкого, среднего и высокого до 0,6 МПа);

многоступенчатые с подачей потребителям газа по газопроводам низкого, среднего и высокого (до 0,6 и до 1,2 МПа) давлений.

К наружным относятся подземные газопроводы и надземные, проложенные на опорах и по стенам зданий. Надземная прокладка допускается по стенам зданий внутри жилых дворов и кварталов, а также на отдельных участках трассы, в том числе на участках переходов через искусственные и естественные преграды при пересечении подземных коммуникаций. Прокладка газопроводов в тоннелях, коллекторах и каналах не допускается. Исключение составляет прокладка стальных газопроводов давлением до 0,6 МПа в соответствии с требованием СНиП на территории промышленных предприятий, а также в каналах в многолетнемерзлых грунтах под автомобильными и железными дорогами.

Для создания запасов и выравнивания сезонной неравномерности потребления газа вблизи крупных городов могут сооружаться подземные хранилища газа, а для выравнивания суточного

графика потребления газа служат газгольдерные станции и буферные предприятия. Крупные потребители газа (промышленные предприятия, электростанции и др.) питаются газом от сетей высокого и среднего давлений. Жилые дома, коммунально-бытовые предприятия присоединяют к сетям низкого давления. Тупиковые газопроводы разветвляются по различным направлениям к потребителям газа, недостаток этой схемы — различная величина давления газа у потребителей (по мере удаления от источника газоснабжения давление газа падает).

Кольцевые сети представляют собой систему замкнутых газопроводов, благодаря чему достигается более равномерный режим давления газа у всех потребителей и облегчается проведение различных ремонтных и эксплуатационных работ. Положительное свойство кольцевых сетей — это и то, что при выходе из строя какого-либо ГРП нагрузку по снабжению потребителей газом принимают на себя другие ГРП. Смешанная система газораспределения состоит из кольцевых и тупиковых газопроводов. В настоящее время города и населенные пункты газифицируют по кольцевой и смешанной системам.

Основные требования к прокладке подземных газопроводов

Система газораспределения может быть надежной и экономичной при правильном выборе трасс для прокладки газопроводов. На выбор трассы влияют следующие условия: расстояние до потребителей газа; направление и ширина проездов; дорожное покрытие; наличие вдоль трассы различных сооружений и препятствий; рельеф местности; планировка кварталов. В местах пересечения газопроводов с другими коммуникациями предусматриваются защитные меры, исключающие проникновение и движение газа вдоль коммуникаций.

Для районов города со старой планировкой, когда кварталы имеют сплошную застройку по периметру и состоят из отдельных строений, газопроводы прокладывают по каждому проезду и улице. От уличных газопроводов в каждое строение прокладывают вводы. В городских районах с новой планировкой газопроводы располагают внутри кварталов.

При прокладке необходимо соблюдать расстояния от газопроводов до других сооружений, например, расстояние по вертикали между газопроводами и такими сооружениями, как водопроводы, тепловые сети, канализации, водостоки, при их взаимном пересечении должно быть не менее 0,2 м, а между газопроводом и электрическим телефонным кабелем — не менее 0,5 м.

Допускается уменьшение расстояния между газопроводом и электрическим кабелем или кабелем связи при прокладке их в футляре. Расстояние в свету между газопроводом и стенкой футляра при прокладке электрического кабеля должно быть не менее 0,25 м, кабеля связи – не менее 0,15 м. Концы футляра должны выходить на 2 м в обе стороны от стенок пересекаемого газопровода. Можно прокладывать два или более газопроводов в одной траншее на одном или разных уровнях.

Глубина прокладки газопровода зависит от состава транспортируемого газа, почвенно-климатических условий, величины динамических нагрузок. Газопроводы, транспортирующие осушенный газ, могут пролегать в зоне промерзания грунта. Минимальная глубина заложения газопровода должна составлять 0,8 м до верха газопровода или футляра. В местах, где не предусматривается движение транспорта, глубину заложения газопроводов допускается уменьшать до 0,6 м.

Прокладка газопроводов, транспортирующих неосушенный газ, должна предусматриваться ниже зоны сезонного промерзания грунта с уклоном к конденсатосборникам не менее 2 %. Грунт и дорожный покров защищают газопроводы от механических повреждений и служат теплоизоляцией от резких колебаний температуры.

При прокладке газопроводов в зоне промерзания грунтов необходимо учитывать свойства грунтов. Отрицательное их свойство – пучение, им обладают грунты, которые при замерзании за счет рыхления ледяными кристаллами увеличиваются в объеме. В результате вспучивания грунт поднимает газопровод, который, испытывая большие напряжения, может деформироваться и разорваться в стыковых соединениях.

Достоинство подземной прокладки газопроводов – создание относительно постоянного температурного режима. Напряжения, возникающие в газопроводах за счет изменения температуры, находятся в прямой зависимости от разности температур тела трубы. Величина напряжения может увеличиваться на открытых участках газопроводов.

При заложении газопровода в грунт следует:

для восприятия и уменьшения напряжений, возникающих под действием температурных изменений, устанавливать на газопроводе компенсирующие устройства (компенсаторы);

при прокладке газопроводов в зонах с повышенными динамическими нагрузками глубину укладки увеличивать и газопроводы закладывать в специальные защитные устройства (футляры);

сварочные работы на газопроводах проводить в самое холодное время дня летом и самое теплое зимой;

газопроводы, транспортирующие влажный газ, прокладывать ниже зоны промерзания грунта с уклоном, обеспечивающим сток образовавшейся влаги в специальные емкости — конденсатосборники.

Большое значение имеет состояние дна траншеи, поэтому газопроводы укладываются на основание из малозащемляющего грунта толщиной не менее 200 мм и присыпаются этим же грунтом на высоту не менее 300 мм. Надежная основа — песок, поэтому при прокладке газопроводов в скалистых или мерзлых грунтах делают песчаную подушку.

Пересечения газопроводов с различными препятствиями. Переходы газопроводов всех давлений через реки, каналы, овраги, железные и автодороги могут быть подводными (дюкерными), подземными или надземными. При пересечении железнодорожных путей и автострад газопроводы прокладывают в футляры, а концы футляров для герметичности уплотняют просмоленной льняной пряжей с заливкой битумом. В этих местах газопроводы общей сети прокладывают на глубине 2,0 м — при производстве работ открытым способом, 2,5 м — при производстве работ методом прокалывания. Расстояние берется от подошвы рельса до верха футляра.

При пересечении автомобильных дорог I, II и III категорий, трамвайных путей расстояния от верха футляра до верха покрытия дорог принимают 1 м при производстве работ открытым способом; 1,5 м — при производстве работ методом продавливания, горизонтального бурения или щитовой проходки; 2,5 м — при производстве работ методом прокалывания.

В местах пересечения каналов тепловой сети и коммуникационных коллекторов различного назначения следует предусматривать прокладку газопровода в футляре, выходящем на 2 м в обе стороны от наружных стенок пересекаемых сооружений. Все сварные стыки подлежат проверке неразрушающими методами контроля в пределах пересечения и по 5 м в обе стороны от наружных стенок пересекаемых сооружений. На одном конце футляра следует предусмотреть контрольную трубку, выходящую под ковер.

Газопроводы должны иметь отключающие устройства, причем, если газопровод кольцевой, отключающие устройства сооружают с обеих сторон.

На газопроводах внутри футляра должно быть минимальное количество сварных соединений, которые проверяют физическим методом контроля. Участок газопровода покрывают весьма усиленной изоляцией и укладывают на центрирующих диэлектрических прокладках.

Надземные переходы выполняют через водные преграды с устойчивым руслом и берегами, с высокими скоростями течения воды, а также через глубокие овраги.

Трубы и их соединения

К настоящему времени в стране освоен выпуск отечественных металлических и полиэтиленовых труб, создана современная нормативно-техническая база для сооружения газопроводов. Переработаны ранее действующие СНиП по газоснабжению в целях их приведения в соответствие с новой системой нормативных документов в строительстве. С 2003 г. взамен СНиП 2.04.08–87 и СНиП 3.05.02–88 постановлением Госстроя России введен в действие СНиП 42-01–2002 «Газораспределительные системы».

Требования новых строительных норм и правил в основном сосредоточились на вопросах безопасности, а все, что касается способов решения проблем, возникающих в процессе проектирования и строительства, и обеспечения обязательными нормативными требованиями СНиП, дается в виде сводов правил. Свод правил – это рекомендательные документы, которые утверждаются разработчиком, одобряются на применение в строительстве Госстроем и таким образом включаются в общую систему нормативных документов. Введены также территориальные строительные нормы, которые вводятся и утверждаются органами исполнительной власти субъектов РФ.

Исходя из этих принципов, Госстрой России в 2003 г. одобрил свод правил СП 42-101–2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб» для применения в качестве нормативного документа «Системы нормативных документов в строительстве». На основе вышеназванных общих положений Госстрой России одобрил своды правил СП 42-102 «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб» и СП 42-103 «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов», которые вошли в пособие «Основы проектирования, строительства и реконструкции газораспределительных систем».

Металлические трубы и соединительные детали. В эксплуатации находятся как стальные, так и полиэтиленовые трубы. Стальные трубы изготавливают из хорошо сваривающихся низколегированных и малоуглеродистых сталей. Механические свойства углеродистой стали должны соответствовать требованиям

действующего ГОСТа. Марки и область применения стальных труб для сооружения газопроводов выбирают по действующим СП 42-102–2004 – для подземных, надземных и внутренних газопроводов.

Соединения труб, как правило, предусматриваются неразъемными. Разъемные соединения допускаются при соединениях стальных труб с полиэтиленовыми, а также в местах установки арматуры, оборудования и контрольно-измерительных приборов. Разъемные соединения стальных труб с полиэтиленовыми трубами в грунте могут предусматриваться при условии устройства футляра с контрольной трубкой.

Основной способ соединения стальных труб – сварка, обеспечивающая прочность, плотность, надежность и безопасность эксплуатации газопроводов, а в местах установки арматуры допускаются фланцевые соединения. Резьбовые соединения можно предусматривать на стальных наружных газопроводах низкого и среднего давления в местах установки арматуры.

Соединения стального газопровода с полиэтиленовым газопроводом следует предусматривать неразъемными типа «полиэтилен – сталь», разъемные соединения «полиэтилен – сталь» можно предусматривать в местах присоединения арматуры, имеющей фланцы или резьбовые соединения. Важно, чтобы фланцы, крепежные детали, материалы, применяемые в качестве уплотнительных и смазочных средств для обеспечения герметичности соединений, соответствовали стандартам и техническим условиям.

При строительстве газопроводов должны применяться технологии сварки и сварочное оборудование, обеспечивающие качество сварки. Методы сварки должны обеспечивать надежную плотность сварного соединения.

При производстве электрогазосварочных работ должны выполняться требования правил и норм, а также указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию, содержащиеся в инструкциях заводов-изготовителей.

Соединение труб производится электрической и газовой сваркой. Газовая сварка с применением ацетилена допускается для газопроводов давлением до 0,3 МПа, диаметром не более 150 мм, с толщиной стенок до 3 мм – без скоса кромок. Газовая сварка с применением пропан-бутана допускается только для газопроводов давлением до 0,005 МПа и диаметром не более 50 мм. Другие виды сварки (контактная сварка оплавлением, индукционная пайка и др.) могут применяться для газопроводов давлением до 0,005 МПа в соответствии с технологией, согласованной с Госгортехнадзором России.

Для сооружения внутриобъектовых и надземных газопроводов наибольшее распространение получили газовая и ручная электродуговая сварки.

Контроль стыков стальных газопроводов проводится радиографическим и ультразвуковым методами, а стыки полиэтиленовых труб проверяют ультразвуковым методом. Ультразвуковой метод контроля стыков стальных газопроводов применяют при условии проведения выборочной проверки радиографическим методом не менее 10 % стыков. Если получен неудовлетворительный результат радиографического контроля даже на одном стыке, то объем контроля следует увеличить до 50 % общего числа стыков. В случае повторного выявления дефектных стыков все стыки, сваренные сварщиком на объекте в течение календарного месяца и проверенные ультразвуковым методом, следует подвергнуть радиографическому контролю.

При отрицательных результатах контроля ультразвуковым методом стыков стальных и полиэтиленовых трубопроводов необходимо провести проверку удвоенного числа стыков на участках, которые к моменту обнаружения брака не были приняты по результатам контроля. Если при повторной проверке даже один из проверяемых стыков окажется дефектным, то все стыки, сваренные сварщиком на объекте, следует проверить ультразвуковым методом контроля.

Соединения полиэтиленовых труб со стальными трубами или арматурой выполняются разъемными или неразъемными, допускается применение соединений «полиэтилен — сталь» с разъемным металлическим концом для труб диаметром до 50 мм. Для разъемных соединений металлических труб с полиэтиленовыми трубами используют фланцы. Основными элементами для соединения труб являются: фланец стальной, втулка под фланец из полиэтилена, труба из полиэтилена, фланец стальной трубы, арматуры. На газопроводах-вводах перед краном устанавливается изолирующий сгон или вставка для предотвращения движения блуждающих токов.

На каждый участок строящегося газопровода составляют сварочную схему, на которой указывают наименование объекта, номер стыка, расстояние между стыками, шифр сварщика, привязку стыков в характерных точках.

К соединительным частям и деталям газопроводов относятся: отводы, тройники, переходы, фланцы, заглушки, муфты, контрайки, стоны и др. Отводы бывают гнутыми и сварными. Гнутые делают из бесшовных труб диаметром до 400 мм. Сварные отводы

изготавливают для газопроводов диаметром более 150 мм. Предпочтительнее использовать гнутые отводы, так как у них меньше сварочных соединений и они создают незначительные сопротивления потоку газа. Тройники или крестовины применяют для устройства ответвлений от газопровода в одну или две стороны. Они могут быть проходными и переходными. Переходы применяют в тех случаях, когда необходимо изменить диаметр газопровода. Фланцевые соединения устанавливают возле задвижек, кранов и другой арматуры там, где необходимо иметь разъемное соединение. Различают типы стальных фланцев: плоские приварные, приварные встык, свободные на приварном кольце, свободные на отбортованной трубе. Фланцы, приваренные встык, для соединения с трубой имеют разделанную кромку под сварку. Свободные фланцы не приваривают к трубам, а опирают на приварное кольцо или бурт отбортованной трубы. На качество фланцевых соединений влияет подготовка уплотнительных поверхностей, поэтому на каждом фланце делают не менее двух уплотнительных канавок. Герметичность фланцевых соединений обеспечивают различными прокладками толщиной 3–5 мм. Кроме паронита применяют маслобензостойкую резину, алюминий и медь. Изолирующие фланцы устанавливают на газопроводах для предотвращения движения блуждающих токов. Во фланцевом соединении, состоящем из свободных фланцев на приварных кольцах, устанавливают диэлектрические прокладки из паронита, текстолита, клингерита и др.

На газопроводах-вводах перед краном устанавливается изолирующий сгон или вставка для предотвращения движения блуждающих токов. На каждый сгон или вставку выдается паспорт.

Подземные газопроводы защищают от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами двумя способами: активным и пассивным. Активный способ заключается в создании защитного потенциала газопровода по отношению к окружающей среде, пассивный способ — в изоляции газопроводов от контакта с окружающим грунтом. В качестве защитных используют битумно-резиновые, битумно-полимерные, битумно-минеральные, эмаль-этиленовые и другие покрытия с использованием армирующих оберток из стекловолоконных и полимерных материалов, а также покрытия из полимерных материалов, наносимых в виде лент или в порошкообразном состоянии. Все шире стали применяться липкие полимерные ленты ЛИАМ, Полилен, Поликен, Изопласт, НКПАЭЛ-45 и др.

Полиэтиленовые трубы для сооружения газопроводов. В последние годы широкое применение находят полиэтиленовые технологии, как в строительстве газопроводов, так и в производстве ре-

монтажных работ. Внедрение полиэтиленовых труб – одно из актуальных направлений повышения эффективности капитального строительства и снижения материало-трудоемкости.

Зарубежный и отечественный опыт строительства и эксплуатации газопроводов из полиэтиленовых труб выявил следующие их преимущества:

удешевление и увеличение темпов строительного-монтажных работ;

отсутствие необходимости в изоляционных работах и сооружении систем защиты газопроводов от коррозии;

долговечность (физические и химические свойства полиэтилена обеспечивают герметичность и высокую стабильность в течение всего срока эксплуатации газопроводов);

повышенная пропускная способность благодаря гладкой внутренней поверхности;

легкость монтажа (перемещения полиэтиленовых труб не требуют большого количества работников и грузоподъемных механизмов).

Таким образом, благодаря свойствам полиэтиленовых материалов повышается надежность газопроводов, увеличивается срок эксплуатации и долговечность.

Полиэтиленовые трубы, применяемые для сооружения газопроводов, должны быть изготовлены из полиэтилена с минимальной длительной прочностью MRS 8,0 МПа (ПЭ 80) и MRS 10,0 МПа (ПЭ 100) в соответствии с технологической документацией, утвержденной в установленном порядке.

Трубы выпускаются в соответствии с ГОСТ Р 50838–95 «Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия», в котором приведены технические требования и основные эксплуатационные характеристики, сортамент труб, методы испытания, требования к полимерным материалам и другие характеристики продукции. С учетом отечественного опыта производства труб с 2005 г. введено в действие изменение № 3 национального стандарта ГОСТ Р 50838–95, что позволяет расширять номенклатуру выпускаемых труб как по сортаменту, так и по типам используемого для изготовления труб полиэтилена, повысить давление в газопроводах. Производство полиэтиленовых труб и соединительных деталей для газопроводов находится под контролем Госгортехнадзора России и осуществляется только при наличии его разрешения или лицензии. В табл. 3 приводятся основные параметры полиэтиленовых труб для газопроводов.

Основные параметры полиэтиленовых труб

Номинальный наружный диаметр d , мм	Расчетная масса 1 м труб, кг				
	SDR 17,6	SDR 17	SDR 13,6	SDR 11	SDR 9
20	—	—	—	0,132	0,162
25	—	—	—	0,169	0,210
32	—	—	0,229	0,277	0,325
40	0,281	0,292	0,353	0,427	0,507
50	0,436	0,449	0,545	0,663	0,790
63	0,682	0,715	0,869	1,05	1,25
75	0,970	1,01	1,23	1,46	1,76
90	1,40	1,45	1,76	2,12	2,54
110	2,07	2,16	2,61	3,14	3,78
125	2,66	2,75	3,37	4,08	4,87
140	3,33	3,46	4,22	5,08	6,1'2
160	4,35	4,51	5,50	6,67	7,97
180	5,52	5,71	6,98	8,43	10,1
200	6,78	7,04	8,56	10,4	12,5
225	8,58	8,94	10,9	13,2	15,8
250	10,6	11,0	13,4	16,2	19,4
280	13,2	13,8	16,8	20,3	24,4
315	16,7	17,4	21,3	25,7	30,8

Примечания:

1. Стандартное размерное отношение SDR — отношение номинального наружного диаметра трубы d к номинальной толщине стенки e .

2. Минимальный средний наружный диаметр соответствует номинальному наружному диаметру.

Полиэтиленовые трубы изготавливают в прямых отрезках, бухтах и на катушках, а трубы диаметром 200 мм и более только в прямых отрезках.

Трубы диаметром до 225 мм, выпускаемые в отрезках, связывают в пакеты массой до 3 т и скрепляют в нескольких местах. Трубы диаметром более 225 мм в пакеты не связывают. Бухты скрепляют не менее чем в четырех местах. При упаковке труб в бухты и на катушки концы труб необходимо заглушить и жестко закрепить.

Условное обозначение полиэтиленовых труб состоит из слова «труба», сокращенного наименования материала ПЭ 80, ПЭ 100 (цифры обозначают десятикратное значение MRS), слова «ГАЗ», стандартного размерного отношения SDR, тире, номинального диаметра, толщины стенки трубы и обозначения действующего стандарта на полиэтиленовые трубы. Например, труба из полиэтилена ПЭ 80, SDR 17,6, номинальным диаметром 180 мм и номинальной толщиной стенки 10 мм будет иметь условное обозначение: *Труба ПЭ 80 ГАЗ SDR 17,6 – 180 × 10 ГОСТ Р 50838–95.*

Полиэтиленовые трубы должны иметь маркировку, которая наносится методом термотиснения с окрашиванием наносимого тиснения, методом цветной печати или другим способом, не ухудшающим качество трубы. Маркировка включает товарный знак предприятия, условное обозначение трубы без слова «труба», месяц и год изготовления. Бухты, катушки, пакеты и блок-пакеты снабжаются ярлыком с нанесением транспортной маркировки.

Полиэтиленовые трубы должны иметь коэффициент запаса прочности не менее 2,5. Если полиэтиленовые газопроводы прокладываются в местности с сейсмической активностью более 7 баллов или в районах многолетнемерзлых грунтов, то должны применяться трубы с коэффициентом запаса прочности не менее 2,8, а сварные стыковые соединения должны проходить 100 % контроль физическими методами.

В соответствии с правилами безопасности Госгортехнадзора России прокладка подземных газопроводов из полиэтиленовых труб не допускается:

- на территории поселений при давлении свыше 0,3 МПа;
- вне территории поселений при давлении свыше 0,6 МПа;
- при температуре стенки газопровода в условиях эксплуатации ниже минус 15 °С;

для транспортировки газов, содержащих ароматические и хлорированные углеводороды, а также жидкой фазы сжиженных углеводородных газов.

При применении труб с коэффициентом запаса прочности не менее 2,8 разрешается прокладка полиэтиленовых газопроводов давлением от 0,3 до 0,6 МПа на территориях поселений с преимущественно одно-, двухэтажной и коттеджной жилой застройкой.

На территории малых сельских поселений разрешается прокладка полиэтиленовых газопроводов давлением до 0,6 МПа с коэффициентом запаса прочности не менее 2,5, глубина прокладки должна быть не менее 0,8 м до верха трубы.

До начала монтажа полиэтиленовых газопроводов должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

разбивка и планирование трассы газопровода;

земляные работы;

отбор полиэтиленовых труб;

транспортировка труб к месту укладки в траншею;

раскладка труб по трассе;

установка сварочного оборудования.

Полиэтиленовые газопроводы прокладывают на глубину не менее 0,8 м. Трубы должны прокладываться с уклоном в сторону конденсатосборника, при этом на 1 м длины газопровода подъем должен составлять не более 5 см.

При укладке труб в траншею под трубы делают основу из песка толщиной не менее 10 см и засыпают также песком слоем 20 см, а потом местным грунтом, если он не песчаный. Допускается прокладка в одной траншее двух полиэтиленовых газопроводов и более, а также полиэтиленового и стального газопроводов. В этом случае расстояние между газопроводами принимается с учетом возможности производства ремонтных работ. Укладка в траншею газопроводов производится не раньше 30 мин после окончания сварки последнего стыка, перед укладкой труб необходимо их тщательно осмотреть с целью обнаружения возможных трещин, подрезов и других повреждений.

Требования по разрыву между полиэтиленовыми газопроводами и другими подземными коммуникациями, а также зданиями и сооружениями регламентированы СНиП.

Полиэтиленовые трубы должны иметь стандартное размерное отношение наружного диаметра трубы к толщине стенки (SDR) не более 11 с коэффициентом запаса прочности не менее 2,5 для перехода шириной до 25 м и не менее 2,8 в остальных случаях. Установлены также нормы, определяющие высоту прокладки надводного перехода газопровода от расчетного уровня подъема воды или ледохода до низа трубы или пролетного строения.

Для полиэтиленовых газопроводов при пересечении ими железных дорог общего пользования и автомобильных дорог первой–третьей категорий необходимо применять полиэтиленовые трубы не более SDR 11 с коэффициентом запаса прочности не менее 2,8.

Соединения полиэтиленовых труб со стальными трубами или арматурой выполняются разъемными (с помощью фланцев) или неразъемными. Для труб диаметром до 50 мм допускается при-

менение соединений «полиэтилен — сталь» с резьбовым металлическим концом.

Соединения полиэтиленовых труб между собой и с полиэтиленовыми соединительными деталями выполняются двумя методами:

сваркой встык нагретым инструментом;

сваркой при помощи соединительных деталей с закладными нагревателями.

Сварка встык нагретым инструментом применяется для соединения труб и деталей толщиной стенки более 5 мм. Параметры сварки выбираются по специальным таблицам в соответствии с маркой полиэтилена, из которого изготовлены трубы и детали.

Технологический процесс соединения полиэтиленовых труб и деталей сваркой встык включает в себя:

подготовку труб и деталей к сварке путем очистки, сборки, центровки, механической обработки торцов, проверки совпадения торцов и зазора в стыке;

сварку стыка путем оплавления, нагрева торцов, удаления нагретого инструмента, осадки стыка, охлаждения соединения.

Перед сборкой и сваркой труб и соединительных деталей необходимо тщательно очистить их полости от грунта и посторонних предметов, а соединяемые концы — от всех загрязнений на расстоянии не менее 50 мм от торцов. Сборка свариваемых труб и деталей, включающая установку, центровку и закрепление концов, производится в зажимах центратора сварочной машины. Закрепленные и сцентрированные концы труб и деталей перед сваркой подвергаются механической обработке с целью выравнивания свариваемых поверхностей непосредственно в сварочной машине.

Основные параметры сварки встык:

температура нагретого инструмента;

продолжительность оплавления и нагрева;

продолжительность паузы между окончанием нагрева и началом осадки;

давление на торцы при осадке;

время охлаждения сваренного стыка под давлением осадки.

Изменение величины параметров в процессе сварки производят по специальной циклограмме. Температуру нагретого инструмента выбирают по специальной таблице в зависимости от материала свариваемых труб. Оплавление и нагрев торцов труб и деталей осуществляют одновременно путем их контакта с рабочими поверхностями нагретого инструмента. Продолжительность технологической паузы, необходимой для удаления нагретого инструмента, составляет, как правило, от 3 до 6 с. После удаления нагретого инструмента торцы труб сводят и производят осадку

стыка при давлении примерно 0,02 МПа. Осадка стыка осуществляется плавным увеличением давления до заданного уровня. Охлаждение стыка производится под давлением осадки в течение времени, величина которого принимается по специальной таблице. Маркировка (номер стыка и код оператора) сварных стыков производится маркером яркого цвета и наносится рядом со стыком со стороны заводской маркировки труб.

Стыковые соединения полиэтиленовых газопроводов, выполненные с помощью сварочной техники с высокой и средней степенью автоматизации, проверяются методом ультразвукового контроля в объеме от общего числа стыков, сваренных каждым сварщиком (не менее одного стыка), в зависимости от давления газа в газопроводе. Сварные стыки полиэтиленовых газопроводов, протянутых внутри стальных, должны подвергаться 100%-ному контролю. Сварка полиэтиленовых труб и деталей выполняется на открытом воздухе или в специальных помещениях при работающей приточно-вытяжной вентиляции.

Сварку полиэтиленовых труб соединительными деталями с закладным нагревателем (ЗН) производят:

при соединении труб и соединительных деталей с разной толщиной стенки, или при толщине стенки менее 5 мм, или изготовленных из разных марок полиэтилена;

при реконструкции изношенных газопроводов методом протяжки в них полиэтиленовых труб;

для врезки ответвлений в ранее сооруженные газопроводы;

при прокладке новых газопроводов из длиномерных труб (плетей) или в стесненных условиях;

для варки трубной вставки в полиэтиленовые газопроводы;

при строительстве особо ответственных газопроводов.

Для вышеперечисленных методов сварки применяют сварочные аппараты, работающие от сети переменного тока напряжением 230 В, от аккумуляторных батарей или от передвижных источников питания.

Очистка концов труб от загрязнений производится так же, как при выполнении сварки встык. Механическая обработка поверхности концов труб производится на длину, равную не менее половине длины используемой детали. После механической обработки для правильной центровки соединения на концы свариваемых труб наносятся метки глубины посадки соединительной детали (муфты), равные половине ее длины. Свариваемые поверхности труб после циклевки и муфты обезжириваются путем протирки салфеткой, смоченной в спирте. Механическая обработка и протирка труб производится перед сборкой и сваркой труб. Процесс сборки стыка заключается в посадке муфты на концы свариваемых

труб с установкой по нанесенным меткам, по ограничителю или по упору в позиционере. При варке неразъемных соединений «полиэтилен — сталь» в трубопровод в начале производится сборка и сварка труб из полиэтилена, затем сборка и сварка стыка стальных труб.

Наряду с использованием полимерных труб для строительства новых газопроводов широкое распространение получает применение полимерных изделий при ремонте и восстановлении ветхих стальных газопроводов.

Для восстановления изношенных подземных стальных газопроводов следует применять:

при давлении до 0,3 МПа протяжку в газопровод полиэтиленовой трубы с коэффициентом запаса прочности не менее 2,5 без сварных соединений, или соединенных с помощью деталей с ЗН, или соединенных сваркой встык с использованием сварочной техники высокой степени автоматизации;

при давлении от 0,3 до 0,6 МПа протяжку полиэтиленовых труб без сварных соединений, или соединенных с помощью деталей с ЗН, или сваркой встык с использованием сварочной техники высокой степени автоматизации с коэффициентом запаса прочности для газопроводов вне поселений не менее 2,5 и на территории поселений — не менее 2,8.

Пространство между стальным изношенным газопроводом и полиэтиленовой трубой по всей длине должно быть заполнено уплотняющим материалом.

Наиболее распространенным методом является протяжка полиэтиленовых труб в ветхих стальных газопроводах, выполняющих функции футляра. Соотношение размеров полиэтиленовых и стальных труб при восстановлении методом протяжки должно выбираться исходя из возможности свободного прохождения полиэтиленовых труб внутри стальных и обеспечения целостности протаскиваемых труб. Протяжка выполняется с помощью лебедки с барабана от рабочего котлована к приемному, которые сооружаются в начале и конце восстанавливаемого участка газопровода, а также в местах ответвления. Полиэтиленовые трубы протаскивают в стальном газопроводе после его предварительной очистки. Для этого существует технология с применением специальных соединительных муфт и головных фасонных частей. Используются намотанные на барабан трубы из полиэтилена средней плотности.

В целях сохранения пропускной способности нового газопровода часто приходится повышать в нем давление с низкого до среднего (0,3 МПа). В связи с тем, что жилые дома нельзя непосредственно присоединять к сетям среднего давления, предусматривается установка газорегуляторных пунктов и домовых регуляторов.

АО «ЭГА» разработало ряд шкафных комбинированных регуляторных установок с пропускной способностью 10, 40, 100 и 400 м³/ч, т. е. практически для всего диапазона потребителей газа от индивидуального дома до микрорайона города или поселка.

Метод протяжки полиэтиленовых труб меньшего диаметра в ветхих газопроводах без повышения в них давления ограничивается газопроводами низкого и среднего давлений и имеет ряд недостатков, связанных с уменьшением проходного сечения газопровода, сокращением его пропускной способности, что в ряде случаев требует повышения давления в сети и установки для обеспечения расчетного расхода газа.

Эти недостатки частично устраняются методом футеровки внутренней поверхности труб по технологии «Феникс», предложенной немецкой фирмой «Проссаг Анлагенбау ГмБХ». Суть метода заключается в том, что в ветхий газопровод с помощью пара проталкивается смазанный специальным клеем «чулок», который под воздействием давления и высокой температуры приклеивается к внутренней поверхности газопровода и восстанавливает его эксплуатационные свойства. Предварительно внутренняя поверхность газопровода освобождается от газа и очищается.

Для проведения работ по технологии «Феникс» используется специальная машина, оборудованная передвижной электростанцией, компрессором, реверсионной емкостью и парогенератором. С помощью парогенератора вырабатывается пар и осуществляется подача паровоздушной смеси в газопровод после ввода туда тканевого рукава. Тканевый рукав заполняется клеем и пропускается через валики для равномерного распределения клея и наматывания на барабан. Далее рукав с помощью компрессора подается в газопровод, выворачиваясь продвигается по трубе и приклеивается к ее внутренней поверхности. Санируемый газопровод пропаривается в течение трех часов до отверждения клея, после чего с помощью видеокамеры проверяется качество выполненных работ.

При протяжке полиэтиленовых газопроводов внутри стальных необходимо производить 100%-й контроль сварных стыковых соединений. Концы восстановленных участков газопроводов между стальными и полиэтиленовыми трубами должны быть уплотнены.

Периодичность обхода полиэтиленовых газопроводов давлением до 1,2 МПа устанавливается газораспределительной организацией, но не реже:

1 раза в 3 месяца для газопроводов низкого и высокого давления в застроенной части поселений;

1 раза в 6 месяцев для газопроводов всех давлений в незастроенной части поселений, а также межпоселковых.

Газовая арматура и оборудование

Газовой арматурой называют различные приспособления и устройства, монтируемые на газопроводах, аппаратах и приборах, с помощью которых осуществляют включение, отключение, изменение количества, давления или направления газового потока, а также удаление газов.

Требования к выбору арматуры. При выборе газовой арматуры необходимо учитывать следующие свойства металлов и сплавов:

природный газ не воздействует на черные металлы, поэтому газовая арматура может быть изготовлена из стали и чугуна;

из-за более низких механических свойств чугунной арматуры она может применяться при давлениях не более 1,6 МПа;

при выборе чугунной арматуры необходимо создать такие условия, чтобы ее фланцы не работали на изгиб;

при существующих допустимых нормах содержания сероводорода в газе (2 г на каждые 100 м³), последний практически не воздействует на медные сплавы. Поэтому арматура для внутридомового газового оборудования может быть из медных сплавов.

Классификация газовой арматуры. По назначению газовая арматура подразделяется:

на запорную — для периодических герметичных отключений отдельных участков газопровода, аппаратуры и приборов;

предохранительную — для предупреждения возможности повышения давления газа сверх установленных пределов;

арматуру обратного действия — для предотвращения движения газа в обратном направлении;

аварийную и отсечную — для автоматического прекращения движения газа к аварийному участку при нарушении заданного режима.

Вся арматура, применяемая в газовом хозяйстве, стандартизирована. По принятому условному обозначению шифр каждого изделия арматуры состоит из четырех частей. На первом месте стоит номер, обозначающий вид арматуры (табл. 4). На втором — условное обозначение материала, из которого изготовлен корпус арматуры (табл. 5). На третьем — порядковый номер изделия. На четвертом — 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. Например, обозначение крана 11б10бк можно расшифровать так: 11 — вид арматуры (кран), б — материал корпуса (латунь), 10 — порядковый номер изделия, бк — тип уплотнения (без колец).

Большинство видов арматуры состоит из запорного или дроссельного устройства. Эти устройства представляют собой закрытый крышкой корпус, внутри которого перемещается затвор.

Таблица 4

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 подъемные	16	Задвижки запорные	30, 31
предохранительные	17	Затворы	32

Таблица 5

Условные обозначения материалов корпуса арматуры

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

Перемещение затвора внутри корпуса относительно его седел изменяет площадь отверстия для прохода газа, что сопровождается изменением гидравлического сопротивления.

В запорных устройствах поверхности затвора и седла, соприкасающиеся во время отключения частей газопровода, называют *уплотнительными*. В дроссельных устройствах поверхности затвора и седла, образующие регулируемый проход для газа, называют *дроссельными*.

Запорная арматура. К запорной арматуре относят различные устройства, предназначенные для герметичного отключения отдельных участков газопровода. В качестве запорной арматуры на газопроводах применяют задвижки, краны, вентили.

Наиболее распространенная запорная арматура — задвижки (рис. 1), в которых поток газа или полное его прекращение регулируют изменением положения затвора вдоль уплотняющих поверхностей. Это достигается вращением маховика. Шпindel может быть выдвижным или невыдвижным. Невыдвижной шпindel при вращении маховика перемещается вокруг своей оси вместе с маховиком (см. рис. 1, б). В зависимости от того, в какую сторону вращается маховик, нарезная втулка затвора перемещается по резьбе на нижней части шпинделя вниз-вверх и соответственно опускает или поднимает затвор задвижки. Задвижки с выдвижным шпинделем обеспечивают перемещение шпинделя и связанного с ним затвора путем вращения резьбовой втулки, закрепленной в центре маховика (см. рис. 1, а).

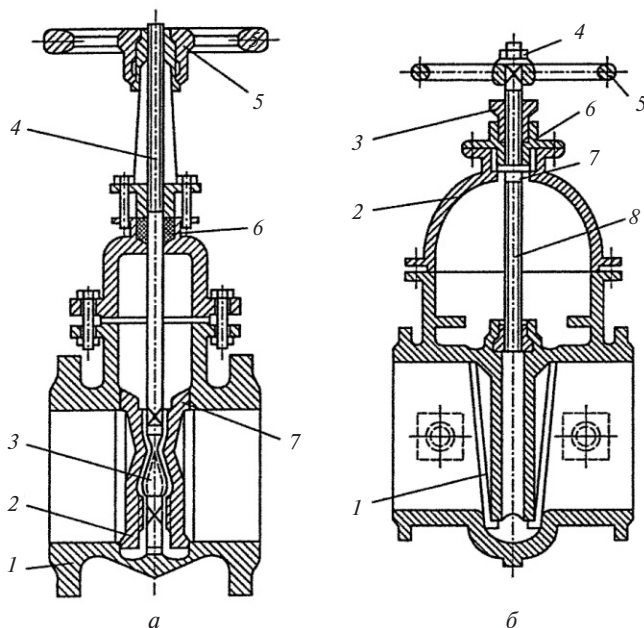


Рис. 1. Задвижки:

а — параллельная с выдвижным шпинделем: 1 — корпус; 2 — запорные диски; 3 — клин; 4 — шпindel; 5 — маховик; 6 — сальниковая набивка; 7 — уплотнительные поверхности корпуса; *б* — клиноватая с невыдвижным шпинделем: 1 — клин; 2 — крышка; 3 — втулка; 4 — гайка; 5 — маховик; 6 — сальник; 7 — буртик; 8 — шпindel

Для газопроводов давлением до 0,6 МПа используют задвижки из серого чугуна, а для газопроводов давлением более 0,6 МПа — из стали.

Затворы могут быть *параллельными* и *клиновыми*. У параллельных уплотнительные поверхности расположены параллельно, между ними находится распорный клин. При закрытой задвижке клин упирается в дно задвижки и раздвигает диски, которые своими уплотнительными поверхностями создают необходимую плотность. В клиновых затворах боковые поверхности расположены не параллельно, а наклонно. Причем эти задвижки могут быть со сплошным затвором и затвором, состоящим из двух дисков. На подземных газопроводах целесообразно устанавливать параллельные задвижки.

Однако задвижки не всегда обеспечивают герметичность отключения, так как часто уплотнительные поверхности и дно задвижки загрязняются. Кроме того, при эксплуатации задвижек с не полностью открытым затвором диски истираются и приходят в негодность.

Устранение указанных недостатков связано с большими трудностями. Все отремонтированные и вновь устанавливаемые задвижки необходимо проверять на плотность керосином. Для этого задвижку следует установить в горизонтальное положение и залить сверху керосин, с другой стороны затвор окрашивают мелом. Если задвижка плотная, то на затворе не будет керосиновых пятен.

На подземных газопроводах задвижки монтируют в специальных колодцах из сборного железобетона или красного кирпича. Колодцы имеют люки, которые легко открываются для осмотра и производства ремонтных работ. На проезжей части дороги люки устанавливают на уровне дорожного покрытия, а на незамощенных проездах — выше уровня земли на 5 см с устройством вокруг люков отмостки диаметром 1 м. В местах пересечения газопроводами стенок колодца устанавливают футляры, которые для плотности заделывают битумом. Колодцы должны быть водонепроницаемыми.

На газопроводах диаметром до 100 мм при транспортировании осушенного газа устраивают малогабаритные колодцы с установкой арматуры в верхней части, что обеспечивает обслуживание арматуры с поверхности земли. В таких колодцах вместо задвижек устанавливают краны. Удобнее обслуживать краны с принудительной смазкой. Герметизация в кране достигается за счет введения между уплотняющими поверхностями специальной консистентной смазки под давлением.

Помимо кранов со смазкой применяют простые поворотные краны, которые подразделяют на натяжные, сальниковые и самоуплотняющиеся. Эти краны устанавливают на надземных и внутриобъектных газопроводах и вспомогательных линиях (импульсные и продувочные газопроводы, головки конденсатосборников, вводы). В натяжных кранах взаимное прижатие уплотнительных поверхностей пробки и корпуса достигается навинчиванием натяжной гайки на резьбовой конец пробки, снабженный шайбой. Для создания натяжения пробки конец ее конической части не должен доходить до шайбы на 2–3 мм, а нижняя часть внутренней поверхности корпуса должна иметь цилиндрическую выточку. Это дает возможность по мере износа пробки крана опускать ее ниже, натягивая гайку хвостовика, и тем самым обеспечивать плотность.

Устройства для сбора и удаления воды и конденсата. Опыт эксплуатации подземных газопроводов показывает, что в них часто обнаруживают воду и конденсат. В составе конденсата преобладает вода, которая выделяется из влажных газов при понижении их температуры. Иногда в газопроводах обнаруживают воду, оставшуюся в них при производстве строительных работ. Для сбора и удаления воды и конденсата на газопроводах сооружают конденсатосборники (рис. 2). В зависимости от влажности транспортируемого газа они могут быть большей емкости — для влажного газа и меньшей — для сухого газа. В зависимости от величины давления газа их разделяют на конденсатосборники высокого, среднего и низкого давлений.

Конденсатосборники высокого и среднего давлений (см. рис. 2, а) по конструкции несколько отличаются от конденсатосборников низкого давления. В них имеется дополнительная защитная трубка, а также кран на внутреннем стояке. Отверстие в верхней части стояка служит для выравнивания давления газа в стояке и футляре. Если бы отверстия не было, то конденсат под давлением газа постоянно заполнял бы стояк. При пониженных температурах возможны замерзание конденсата и разрыв стояков.

Под действием давления газа происходит автоматическая откачка конденсата. При закрытом кране газ оказывает противодействие на конденсат, который под действием своей массы опускается вниз. При открывании крана противодействие прекращается и конденсат выходит на поверхность. Чем больше давление газа, тем быстрее будет опорожняться конденсатосборник.

Конденсатосборник низкого давления (см. рис. 2, б) представляет собой емкость, снабженную дюймовой трубкой, которая выведена под ковер и заканчивается муфтой и пробкой. Через трубку удаляют конденсат, продувают газопровод и замеряют давление газа.

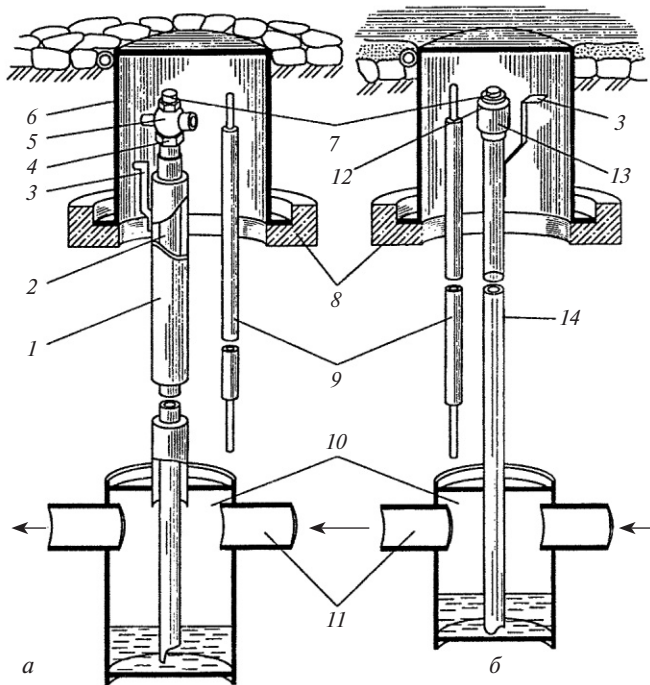


Рис. 2. Конденсатосборники:

а – высокого давления; *б* – низкого давления; 1 – кожух; 2 – внутренняя трубка; 3 – контакт; 4 – контргайка; 5 – кран; 6 – ковер; 7 – пробка; 8 – подушка под ковер железобетонная; 9 – электрод заземления; 10 – корпус конденсатосборника; 11 – газопровод; 12 – прокладка; 13 – муфта; 14 – стояк

Эксплуатация конденсатосборников низкого давления в условиях низких температур представляет определенные трудности. Во многих газовых хозяйствах внедрена установка для ручной откачки конденсата, которая входит в состав комплекта аварийно-ремонтной машины.

Для подключения установки у штатива раздвигают до упора стойки и выдвигают ножки. Один конец всасывающего рукава подсоединяют к всасывающему патрубку насоса, другой опускают через стояк до дна конденсатосборника. На конце всасывающего рукава имеется приемный клапан. Насос подсоединяют к баллону через нагнетательный рукав, после чего открывают вентили и качанием ручки приводят установку в действие. Всасывание конденсата происходит через приемный клапан рукава, а нагнетание — через нагнетательный клапан насоса. Нагнетаемая жидкость поступает в баллон по рукаву.

Компенсаторы (рис. 3). В газопроводах под действием температурных изменений возникают усилия, которые могут привести к их сжатию или растяжению. Если газопровод не имеет возможности свободно изменять свою длину, то в стенках газопровода возникнут дополнительные напряжения в несколько десятков МПа.

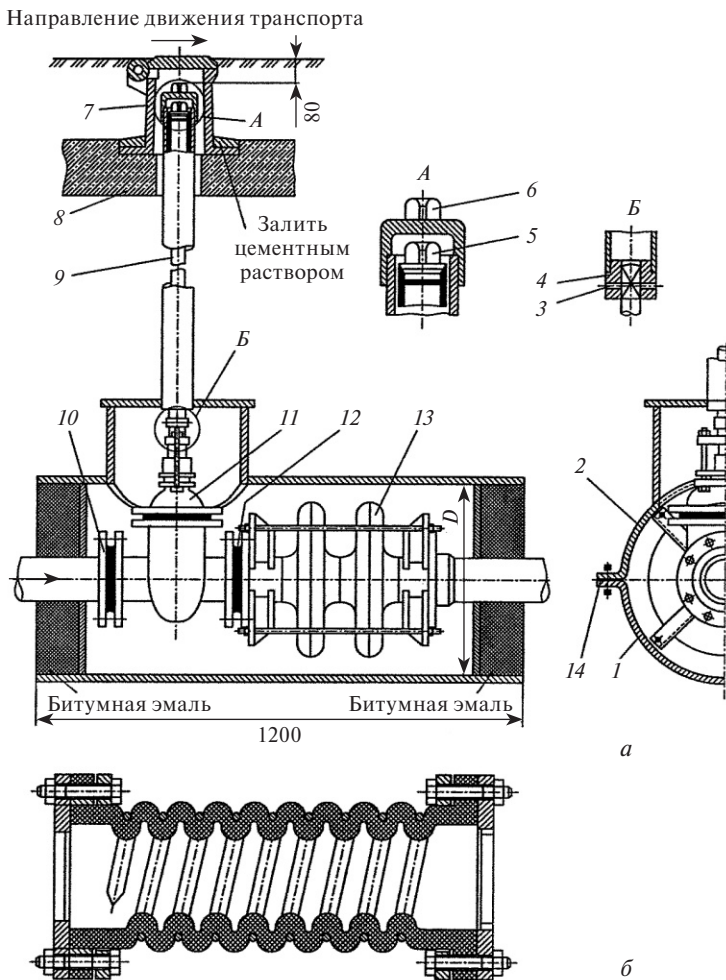


Рис. 3. Установка компенсаторов:

а – линзового с задвижкой; *б* – резиноканевого; 1 – нижний кожух; 2 – верхний кожух; 3 – штифт; 4 – муфта; 5 – насадка; 6 – колпак; 7 – ковер малый; 8 – подушка под ковер; 9 – труба; 10 – фланец приварной; 11 – задвижка; 12, 14 – прокладки; 13 – компенсатор двухлинзовый

Поэтому для предотвращения разрушения газопровода от температурных условий необходимо обеспечить его свободное перемещение. Устройствами, обеспечивающими свободное перемещение труб, являются компенсаторы – линзовые, лирообразные и П-образные.

Наибольшее распространение получили линзовые компенсаторы (см. рис. 3, *а*). Компенсатор имеет волнистую поверхность, которая меняет свою длину в зависимости от температуры газопровода и предохраняет его от деформаций. Линзовые компенсаторы изготавливают сваркой из штампованных полулинз. Для уменьшения гидравлических сопротивлений и предотвращения засорения внутри компенсатора устанавливают направляющий патрубок, приваренный к внутренней поверхности компенсатора со стороны входа газа. Нижняя часть линз через отверстия в направляющем патрубке заливается битумом для предупреждения скопления и замерзания в них воды. При монтаже в зимнее время компенсатор необходимо немного растянуть, а в летнее – сжать стяжными тягами. После монтажа тяги надо снять.

Компенсаторы при установке их рядом с задвижками или другими видами запорных и регулирующих устройств обеспечивают возможность свободного демонтажа фланцевой арматуры и замены прокладок.

Ввиду того, что в колодцах очень часто находится вода, гайки и стяжные болты ржавеют, поэтому работа с ними затрудняется. В отдельных случаях оставляют стяжные болты на линзовых компенсаторах, не свертывая гайки, линзовый компенсатор перестает выполнять свою функцию, поэтому новые конструкции компенсаторов не предусматривают стяжных болтов. При ремонтах применяют струбину для сжатия компенсаторов. Для того чтобы компенсатор лучше работал, при установке целесообразно подвергать его предварительной растяжке или сжатию в зависимости от температуры и условий эксплуатации газопровода. После монтажа стяжные болты компенсатора должны быть отпущены.

Существуют компенсаторы, выполненные из гнутых, обычно цельнотянутых труб (П-образные и лирообразные). Основным недостатком таких компенсаторов – большие габариты. Это ограничивает их применение на трубопроводах больших диаметров.

Резинотканевые компенсаторы (см. рис. 3, *б*) способны воспринимать деформации не только в продольном, но и в поперечном направлениях, что позволяет использовать их для газопроводов, прокладываемых на территориях горных выработок и в сейсмоопасных районах.

Приемка и ввод газопроводов в эксплуатацию

Испытание газопроводов на герметичность. Наружные и внутренние газопроводы после строительства или ремонта испытывают на герметичность воздухом. Для испытания газопроводов следует разделить их на отдельные участки, ограниченные запорными устройствами перед газоиспользующим оборудованием, с учетом допускаемого перепада давления для данного типа оборудования. Все сварные стыки стальных газопроводов должны быть заизолированы.

Испытание газопроводов на герметичность производят после засыпки траншеи и выравнивания температуры воздуха в газопроводе и температуры грунта, окружающего газопровод. Такое испытание производится строительно-монтажной организацией в присутствии представителя газового хозяйства. До начала испытаний на герметичность газопроводы необходимо выдерживать под испытательным давлением в течение времени, необходимого для выравнивания температуры грунта и температуры воздуха в газопроводе.

Испытание на герметичность производится путем нагнетания в газопровод воздуха и создания в нем необходимого испытательного давления. Время выдержки под давлением и значение испытательного давления стальных подземных газопроводов определяется СНиП (табл. 6).

Таблица 6

**Продолжительность испытания газопроводов
и значение испытательного давления**

Рабочее давление газа, МПа	Вид изоляционного материала	Испытательное давление, МПа	Продолжительность испытания, ч
До 0,005	Независимо от вида изоляционного покрытия	0,6	24
0,005 до 0,3	Полимерная липкая лента, битумная мастика	0,6	24
0,3 до 0,6	То же	1,5	24
0,6 до 1,2	Независимо от вида изоляционного покрытия	1,5	24

Рабочее давление газа, МПа	Вид изоляционного материала	Испытательное давление, МПа	Продолжительность испытания, ч
0,6 до 1,6 для СУГ	То же	2,0	24
Газовые вводы до 0,005 при их раздельном строительстве с распределительным газопроводом	То же	0,3	2

Для проведения испытаний необходимо применять манометры класса точности 0,15. Допускается также применение манометров класса точности 0,4 и 0,6. При испытательном давлении до 0,001 МПа необходимо применять v-образные жидкостные манометры.

Результаты испытаний на герметичность считаются положительными, если за время испытания нет видимого падения давления на газопроводе по манометру класса точности 0,6, а по манометрам класса точности 0,15 и 0,4, а также по жидкостному манометру падение давления не превышает одного деления шкалы. Нормы испытаний приведены в табл. 7.

Таблица 7

**Нормы испытания подземных газопроводов,
оборудования ГРП и внутренних газопроводов**

Рабочее давление газа, МПа	Испытательное давление, МПа	Продолжительность испытания
Полиэтиленовые газопроводы		
До 0,005	0,3	24 ч
0,005 до 0,3	0,6	
0,3 до 0,6	0,75	
Надземные газопроводы		
До 0,005	0,3	1 ч
0,005 до 0,3	0,45	
0,3 до 0,6	0,75	
0,6 до 1,2	1,5	
1,2 до 1,6 (для СУГ)	2,0	

Рабочее давление газа, МПа	Испытательное давление, МПа	Продолжительность испытания
Газопроводы и оборудование ГРП		
До 0,005	0,3	12 ч
0,005 до 0,3	0,45	
0,3 до 0,6	0,75	
0,6 до 1,2	1,5	
Газопроводы внутри зданий, газопроводы и оборудование ГРУ		
До 0,003	0,01	5 мин

Ввод газопроводов в эксплуатацию. До пуска газа в газопроводы необходимо осмотреть газовые сети и ГРП и проверить исправность всего оборудования. Во многих газовых хозяйствах до пуска газа производится контрольная опрессовка газопроводов. Подземные газопроводы всех давлений подвергаются контрольной опрессовке давлением 0,02 МПа, при этом падение давления не должно превышать 10 даПа за 1 ч. Контрольной опрессовке подвергаются также газопроводы и оборудование ГРП. Опрессовка производится давлением 0,01 МПа, падение давления не должно превышать 60 даПа за 1 ч.

Газопроводы при пуске газа должны продуваться газом до вытеснения всего воздуха. Окончание продувки определяют путем анализа или сжигания отбираемых проб, при этом объемная доля кислорода в пробе газа не должна превышать 1 % по объему, а стогран газа должно происходить спокойно, без хлопков.

При необходимости освобождения от газа газопроводы должны продуваться воздухом или инертным газом до полного вытеснения газа. Окончание продувки определяется путем анализа, при этом остаточная объемная доля газа в продуваемом воздухе не должна превышать 20 % нижнего предела воспламеняемости. Во время продувки газопроводов газозвдушная смесь должна выпускаться в места, где исключена возможность попадания ее в здания, а также воспламенения от огня.

Техническое обслуживание газопроводов

Работы, выполняемые в загазованной среде, или работы, при которых возможен выход газа из газопроводов и агрегатов, называются газоопасными. На выполнение газоопасных работ должны выдаваться наряды установленной формы. При выполнении работ в колодцах, котлованах и других подземных сооружениях и закрытых помещениях работающие должны быть в противогазах и спасательных поясах. Обувь должна быть без подковок и гвоздей или на нее надевают галоши. Инструменты, применяемые при выполнении газоопасных работ, не должны давать искры.

В состав технического обслуживания входят следующие работы: контроль за техническим состоянием, очистка, смазка, регулировка и другие операции по поддержанию работоспособности и исправности газопроводов, газоиспользующих установок и газовых приборов.

Наблюдение за состоянием наружных газопроводов и сооружений на них проводится путем систематического обхода трасс газопровода. Обход трасс газопровода в городах и населенных пунктах должен производиться в сроки, предусмотренные Правилами безопасности в газовом хозяйстве. Объем и сроки выполнения работ по обходу трасс газопроводов устанавливаются календарным графиком, утвержденным главным инженером предприятия газового хозяйства. При определении периодичности обхода газопроводов учитывают конкретные местные условия их эксплуатации и прежде всего: техническое состояние газопроводов, продолжительность эксплуатации, давление газа, коррозионные условия, наличие средств электрозащиты и др. Сроки обхода газопроводов периодически пересматривают с учетом изменения условий их эксплуатации и накопленного опыта.

Обход трасс подземных газопроводов должен осуществляться бригадой обходчиков. При обходе трасс газопроводов выполняют следующие работы:

- систематическая проверка на загазованность колодцев, подвалов, подземных сооружений, контрольных трубок, выявление утечек газа по внешним признакам, контроль состояния настенных указателей;

- удаление из коверов воды, снега, льда и грязи;

- проверка конденсатосборников, удаление воды и конденсата из них;

- наблюдение за дорожными и строительными работами, производимыми вблизи трассы газопроводов.

При обходе газопроводов производят внешний осмотр трасс для определения признаков утечек газа. При значительных утечках из газопроводов газ выходит на поверхность с шипением, а в лужах образуются пузыри. Если трасса покрыта снегом, то на нем при утечках газа могут быть бурые пятна, летом при утечках газа желтеет трава. Кроме газовых колодцев проверяют контрольные трубки, колодцы других сооружений, камеры теплосети и подвалы зданий, расположенные на расстоянии до 15 м по обе стороны от оси газопровода.

В случае обнаружения газа в каком-либо сооружении должны быть осмотрены подвалы домов, первые этажи безподвальных зданий и другие сооружения в радиусе до 50 м от места обнаружения газа. Наличие газа в подвалах, коллекторах, шахтах, колодцах и других подземных сооружениях должно проверяться газоанализатором. Анализ воздуха в подвальных помещениях производят с помощью газоанализатора взрывозащитного типа. Если в газовых колодцах или других сооружениях обнаружена утечка газа, то эти сооружения необходимо срочно проветрить и сообщить об утечке газа в соответствующую службу. Особую осторожность необходимо проявлять при обнаружении газа в подвалах зданий. При этом проводят следующие мероприятия:

- проветривают подвалы и сообщают в аварийную службу о проникновении в них газа;

- определяют наличие газа в воздухе квартир верхних этажей и при необходимости проветривают эти квартиры;

- устанавливают наблюдение за изменением концентрации газа в подвале;

- предупреждают людей, находящихся в квартирах верхних этажей, о недопустимости пользования источниками искрообразования. При обнаружении утечки газа в подвале здания при загазованности 1 % и более необходимо срочно принять меры к эвакуации людей из помещения;

- принимают меры к отысканию и устранению утечки газа.

Установленная в газовых колодцах арматура не реже одного раза в год должна тщательно осматриваться и проверяться. При этом очищают колодцы и арматуру от грязи и налетов коррозии; проверяют шпиндели, сальники задвижек и состояние компенсаторов, исправность приводного устройства, герметичность соединений задвижки и компенсатора с помощью мыльной эмульсии; спусковые скобы и крышки колодца; наличие привязочных знаков; окрашивают задвижки, компенсаторы и газопроводы.

При обходе трасс газопровода удаляют лед, снег, воду и грязь с поверхности, а также с внутренней части коверов. Во время ремонта дорожного покрытия необходимо следить за сохранностью

колодцев и коверов (крышки колодцев и коверов не должны иметь перекосов, оседаний и других неисправностей). При осмотрах конденсатосборников необходимо обращать внимание на то, чтобы верхняя часть стояка не была зажата в горловине основания ковера. Для этого периодически внутреннюю полость ковера нужно очищать от снега, льда и грязи. Скопившуюся в конденсатосборниках жидкость необходимо удалять. Конденсат из конденсатосборников низкого давления откачивают насосом с ручным или механическим приводом, а из газопроводов высокого и среднего давлений — автоматически с помощью давления газа. Конденсат откачивают в специальную емкость и опорожняют ее в заранее отведенном месте.

Последовательность действий при откачке конденсата из конденсатосборников газопроводов низкого давления:

- 1) отворачивают пробку на стояке конденсатосборника и измеряют уровень конденсата;
- 2) опускают в конденсатосборник всасывающий патрубок ручного насоса и откачивают конденсат;
- 3) по окончании откачки конденсата вынимают всасывающий патрубок насоса и заворачивают пробку;
- 4) проверяют с помощью мыльной эмульсии плотность резьбовых соединений.

При откачке конденсата из конденсатосборников среднего и высокого давлений:

- 1) проверяют закрытие крана на стояке конденсатосборника и отворачивают пробку на стояке;
- 2) устанавливают емкость для слива конденсата, в муфту стояка вворачивают трубку для отвода конденсата;
- 3) отводную трубу соединяют с емкостью для слива конденсата;
- 4) открывают кран на стояке конденсатосборника и сливают конденсат в специальную емкость;
- 5) по окончании откачки закрывают кран на стояке конденсатосборника;
- 6) отворачивают отводную трубу;
- 7) вворачивают пробку в муфту стояка и проверяют плотность резьбовых соединений.

Характерные неисправности конденсатосборников — утечки газа из кранов и резьбовых соединений. На практике могут встретиться случаи, когда конденсатосборники забиваются песком и грязью. Наиболее эффективный способ их очистки — заполнение емкости водой под определенным давлением для разжижения осадка, который затем удаляют насосом. Если конденсат в стояках замерз, то применяют специальные растворители (метанол, этиловый спирт).

Периодическое обследование газопроводов проводят с целью определения состояния изоляции тела трубы. Эти работы выполняют с использованием современных приборов контроля.

Для приборного обследования составляют маршрутные карты, изучают на местности особенности трасс газопроводов, где будет проводиться приборное обследование. Определяют и отмечают на маршрутных картах места, где требуется повышенное внимание операторов.

Проверка технического состояния изоляционных покрытий с помощью приборов АНПИ или ВТР-У включает в себя следующие виды работ:

- уточнение места подключения генератора к газопроводу, подключение генератора, обеспечение контакта с грунтом;

- проверка на соответствие чистоты генератора и приемника, чувствительности приемника, согласование напряжения генератора с нагрузкой, проверка напряжения источника питания;

- уточнение места расположения газопровода и глубины его залегания;

- обследование состояния изоляционного покрытия;

- составление акта проверки изоляционного покрытия и герметичности газопровода, заполнение журнала учета;

- проверка герметичности газопровода приборами типа «Вариотек», «Универсал» с выполнением проверки на загазованность грунта над газопроводом, газовых колодцев, контрольных трубок и других коммуникаций, расположенных на расстоянии до 15 м по обе стороны от газопровода и на загазованность местности в радиусе 50 м, а также определение зоны загазованности, дополнительная проверка грунта на загазованность путем бурения скважины на глубину промерзания грунта зимой, летом на глубину укладки трубы.

Периодическое приборное обследование газопровода должно проводиться не реже одного раза в пять лет.

Внеочередные целевые технические обследования металлических газопроводов должны проводиться при обнаружении неплотности или разрыва стыков, сквозного коррозионного повреждения, при перерывах в работе электрозащитных установок в течение года, более одного месяца — в зонах влияния блуждающих токов, более шести месяцев — в остальных случаях. При техническом обслуживании газопроводов нужно проверять герметичность, качество сварных стыков, подверженность коррозионной опасности, состояние защитного покрытия труб.

Проверку на герметичность газопроводов проводят опрессовкой отдельных участков воздухом аналогично опрессовке вновь

построенных газопроводов при вводе в эксплуатацию. Особое внимание следует уделять поиску и определению мест утечек газа.

Утечки газа из газопроводов и сооружений на них наиболее вероятны в стыковых соединениях; в местах установки конденсаторно-сборников, в сальниковых уплотнениях арматуры; в местах газопроводов, поврежденных коррозией; в местах с заводским или монтажным браком труб или арматуры; в местах, поврежденных случайно при производстве строительно-монтажных работ; в местах установки арматуры, не обеспеченной компенсационными устройствами; в местах соединений и трещинах неметаллических труб.

Как показывает практика, около 3 % утечек газа из конденсаторно-сборников приходится на соединительные муфты и сварные стыки, около 10 % утечек газа происходит из-за небрежно завернутых глухих пробок в муфты кранов конденсаторно-сборников и более 30 % утечек газа приходится на стояки конденсаторно-сборников.

Методы поиска утечек газа бывают качественными и количественными. Методы качественного определения предусматривают распознавание самого факта утечек газа без оценки их величины. Наиболее распространены следующие методы качественного определения утечек газа:

- одоризация газа – придание специфического запаха, помогающего обнаружить присутствие газа даже при малой концентрации;

- проверка мест предполагаемой утечки газа с помощью мыльной эмульсии;

- применение газовых анализаторов и индикаторов (приборные методы);

- проверка на загазованность подземных коммуникаций и подвалов, расположенных вдоль трассы газопроводов.

Можно выделить три основных этапа поиска утечек газа: установление факта утечки газа и уточнение ее признаков установление возможной причины утечки газа; выполнение проверочных операций по выявлению места утечки газа.

Поиск утечек газа сопровождается различными трудоемкими операциями по раскопке и разборке отдельных участков газопровода. Сначала необходимо выявить признаки, свидетельствующие о наличии утечки газа. Потом установить возможные причины утечек газа (разрыв стыков, коррозия на теле трубы, механические повреждения, неплотности во фланцевых соединениях). Затем следует проверка исправности отдельных элементов газопровода.

Поиск утечек газа требует хорошего знания устройства газопровода, наиболее вероятных мест утечек газа, признаков, характеризующих отдельные неисправности, и т. д.

Во многих газовых хозяйствах длительное время применялся буровой осмотр подземных газопроводов. В соответствии с действующими правилами безопасности вместо бурового осмотра плотность дворовых газопроводов можно поверить опрессовкой воздухом по инструкциям, разработанным соответствующими эксплуатационными организациями.

Способ устранения утечек зависит от вида повреждения и величины давления газа в газопроводе.

Ремонтные работы

Ремонтные работы представляют собой совокупность мер по поддержанию газопроводов и других сооружений в состоянии технической готовности и по сохранению этими сооружениями необходимых эксплуатационных качеств. Основное внимание должно быть сосредоточено на предупреждении аварий и поддержании газопроводов и оборудования в хорошем состоянии. Это достигается с помощью системы плано-предупредительного ремонта, который представляет собой комплекс периодически осуществляемых организационно-технических мероприятий по надзору и уходу за сооружениями, по проверкам оборудования и производству всех видов ремонта. Система плано-предупредительного ремонта предусматривает выполнение профилактических работ, текущего и капитального ремонтов.

К профилактическим работам относят периодические осмотры, а также устранение мелких неисправностей, выявленных в процессе осмотра.

Текущий ремонт заключается в устранении небольших неисправностей и повреждений газопроводов и сооружений, а также в проведении ревизий отдельного оборудования.

В процессе капитального ремонта заменяют изношенные узлы и детали, разбирают оборудование, заменяют отдельные участки газопровода. При капитальном ремонте устраняют износ и восстанавливают первоначальное состояние газопроводов и оборудования.

При производстве ремонтных работ необходимо принять меры, исключающие воспламенение газа, выходящего из газопроводов. В колодцах и других закрытых сооружениях запрещается использование открытого огня, а также электрического инструмента, способного вызвать искрообразование. Для освещения котлованов, колодцев и других закрытых сооружений следует применять переносные светильники во взрывобезопасном исполнении. Можно также применять аккумуляторные светильники шахтного типа.

До начала ремонтных работ на газопроводах, оборудованных средствами противокоррозийной электрической защиты, необходимо принять меры, исключающие возможность образования искры. Для этого необходимо отключить электрозащитные установки на разъединяемых участках газопроводов и смонтировать перемычки.

При производстве ремонтных работ в загазованной среде необходимо пользоваться инструментами из цветного металла, исключающими возможность искрообразования.

Все фланцевые и резьбовые соединения, которые в ходе ремонтных работ разбирались, после сборки необходимо проверить на герметичность при рабочем давлении мыльной эмульсией или с помощью высокочувствительных газоанализаторов. Если работы связаны с применением огневых и сварочных работ, то давление газа должно быть снижено до 40–200 мм вод. ст.

Текущий ремонт. Все работы по текущему ремонту можно подразделить на две группы: профилактический ремонт, выявляемый в процессе эксплуатации и планируемый заранее по объему и времени его выполнения; непредвиденный ремонт, выполняемый в срочном порядке. Непредвиденный текущий ремонт заключается в срочном исправлении повреждений, которые не могут быть заранее обнаружены и устранены при профилактическом ремонте. К текущему ремонту относятся следующие работы:

устранение снежно-ледяных закупорок, удаление конденсата путем заливки растворителя в газопровод, обогрева места ледяной закупорки паром, шуровки газопровода проволокой;

устранение закупорок, не подлежащих растворению, путем вырезки окон в газопроводах, демонтажа отдельных участков газопровода, продувки газопровода инертным газом, приведение в порядок настенных указателей, закрепление опор и креплений надземных газопроводов;

устранение мелких дефектов и утечек газа на арматуре, ремонт разрывов стыков вваркой катушек, ремонт отдельных мест повреждений изоляции;

устранение провеса газопроводов, усиление сварных стыков;

очистка колодцев от грязи, проверка состояния крышек колодцев, устранение перекосов, проверка и закрепление лестниц и скоб;

ремонт стенок колодцев, восстановление отмостки, уплотнение крышек газовых колодцев;

проверка и чистка задвижек и компенсаторов, смазка червяка задвижки, проверка и набивка сальника, проверка исправности приводного устройства, плотности соединения задвижек и компенсаторов, их окраска;

устранение перекосов крышек и коверов, проверка плотности резьбовых соединений, смазывание резьбы пробок и кранов, устранение повреждений оголовков и стояков конденсатосборников и контрольных трубок;

наращивание трубок конденсатосборников и контрольных трубок;

растворение льда в стояках конденсатосборников с последующим удалением конденсата;

очистка конденсатосборников от грязи путем подачи через стояк воды с последующим удалением осадка насосом.

Устранение закупорок. Опыт эксплуатации подземных газопроводов показывает, что встречаются следующие виды закупорок: водяные, ледяные, смоляные или нафталиновые, закупорки посторонними предметами.

Водяные закупорки. В газах нефтяных, нефтегазовых и чисто газовых месторождений всегда имеется некоторое количество воды. Вода в газах — это чрезвычайно вредная примесь. При соответствующих величинах температуры и давления газ в присутствии капельной влаги образует гидраты углеводородов, наличие воды снижает теплоту сгорания газа.

Главная помеха при эксплуатации газопроводов — образование гидратов. Эффективный способ предупреждения образования гидратов — осушка газа непосредственно в начале газопровода. Эти работы обычно проводят до подачи газа в магистральные газопроводы.

Несмотря на то что газ до подачи в городские газовые сети тщательно очищают и осушают, в нем содержится некоторое количество влаги. При определенных условиях влага конденсируется и происходит процесс ее накопления в газопроводах. Эту влагу необходимо периодически удалять из газопроводов через специально сооруженные конденсатосборники.

Наличие водяных закупорок характеризуется пульсацией давления газа в газопроводе. Это объясняется тем, что из-за уменьшения проходного сечения газопровода уменьшается количество проходящего газа, давление перед закупоркой увеличивается, а после закупорки уменьшается. Газ проходит до тех пор, пока его давление достаточно, чтобы преодолеть сопротивление, создаваемое водяной пробкой.

Устранение закупорок путем шуровки металлическими шомполами, заливка растворителей или подача пара производится при давлении газа в газопроводе не более 500 даПа. Нельзя применять открытый огонь для отогрева наружных полиэтиленовых, стальных санированных и внутренних газопроводов. Работы должны

проводиться в шланговых или кислородно-изолирующих противогасах. До начала работ по прочистке газопроводов необходимо предупредить потребителей о необходимости отключения газовых приборов до окончания работ. Из конденсатосборников необходимо откачать воду, если откачка результатов не дает, то наиболее вероятно, что на газопроводе имеются прогибы. Они часто возникают на участках, где газопровод перекопан поперечными котлованами.

Ледяные пробки могут образоваться в зоне мерзлого грунта или в тех случаях, когда заполненный водой участок газопровода зимой оказался открытым. Ледяные пробки возникают при транспортировании влажного газа через неутепленные места газопроводов. В этом случае конденсирующиеся водяные пары выпадают в виде инея и постепенно уменьшают проходное сечение газопровода. Ликвидируют ледяные закупорки путем прогрева отдельных участков газопровода паром или электрическим током. Образовавшаяся в результате прогрева вода должна удаляться из газопроводов.

Многие ремонтные работы производятся с помощью газовой резки и сварки. Газовую резку и сварку на действующих газопроводах можно производить при давлении газа 40–200 даПа, при этом во время выполнения работ следует осуществлять постоянный контроль давления газа. Если давление уменьшается ниже 40 даПа или повышается свыше 200 даПа, то работы необходимо прекратить.

Поврежденные сварные стыки (трещины, разрыв) ремонтируют путем вварки катушек длиной не менее 200 мм или установкой лепестковых муфт. Сварные стыки с другими дефектами (непровар, поры, шлаковые включения), а также каверны на трубе глубиной более 30 % толщины стенки могут усиливаться установкой ремонтных муфт с гофрой или лепестковых муфт (рис 4).

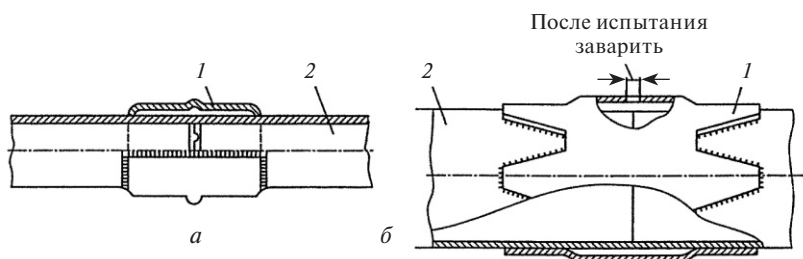


Рис. 4. Ремонтные муфты:
а – с гофрой; б – лепестковая; 1 – муфта; 2 – газопровод

На стыки с трещинами должны навариваться лепестковые муфты, а на стыки с такими дефектами, как шлаковые включения, непровар, — усилительные лепестковые муфты или муфты с гофрой. Наварку муфт проводят по специальной инструкции.

Если на газопроводе появились продольные трещины размером более 0,8 м, то необходимо сначала отключить подачу газа и только потом вваривать катушки требуемой длины. После этого сварные соединения испытывают на плотность и отключенный участок газопровода продувают газом.

Сварные стыки и участки труб полиэтиленовых газопроводов, имеющих дефекты и повреждения, должны вырезаться и заменяться вваркой катушек длиной не менее 500 мм с применением муфт с закладными электронагревателями. Узлы неразъемных соединений и соединительные детали, которые не обеспечивают герметичность, следует вырезать и заменять новыми. Полиэтиленовые газопроводы могут ремонтироваться путем вварки соединений «полиэтилен — сталь».

Капитальный ремонт. При капитальном ремонте выполняются: все виды работ, выполняемых при текущем ремонте;

замена изоляции газопроводов, восстановление стенки трубы с заменой изоляции, наложение заплат, вырезка и врезка новой катушки, замена отдельных участков труб;

ремонт кладки колодцев с разборкой и заменой перекрытия, ремонт гидроизоляции и штукатурка колодцев, смена лестниц и ходовых скоб, наращивание высоты колодцев;

вынос отдельных участков газопроводов на фасады зданий;

разборка задвижек и смена износившихся деталей, шабровка, расточка или замена уплотнительных колец, смазывание;

замена износившихся задвижек;

демонтаж или замена конденсатосборников, ремонт и замена коверов;

прокладка отдельных участков газопроводов.

Порядок обследования и назначение газопроводов на капитальный ремонт определяются действующими руководящими документами. Состояние металла труб нужно определять во всех шурфах, вскрываемых в процессе эксплуатации газопровода с целью проведения ремонта изоляции или устранения утечек газа. Качество сварных стыков проверяют, если в процессе эксплуатации на данном газопроводе обнаружены дефекты стыков. Для визуального обследования должны выбираться участки, подверженные наибольшей коррозионной опасности, места пересечения газопроводов с другими подземными коммуникациями. При этом

должно вскрываться не менее одного шурфа на каждые 500 м распределительных газопроводов и на каждые 200 м газопроводов-вводов. Газопроводы, включенные в планы капитального ремонта или замены, должны обследоваться не реже одного раза в год, при этом особое внимание следует уделять выявлению различных дефектов и механических повреждений.

Механические повреждения газопроводов и сооружений на них в 20 % случаев вызваны небрежной работой строительных организаций, проводящих раскопку траншей, котлованов и др. Наибольшее количество механических повреждений приходится на газовые вводы. Чаще всего возникают следующие механические повреждения:

- раздавливание и разрыв газопроводов малых диаметров при осадке сооружений, пересекающих газопроводы;

- обрыв ввода при осадке грунта, которым засыпались пазухи возле фундамента вновь выстроенного здания;

- отрыв ввода от распределительного газопровода или разрыв ввода при раскопке траншей экскаваторами;

- случайные пробойны тела трубы пиками отбойных молотков при разработке мерзлого грунта;

- коррозионные повреждения газопроводов.

Повреждения газопроводов сопровождаются значительными утечками газа и проникновением его в подвалы зданий. Механические повреждения встречаются также на распределительных газопроводах, в основном из-за нарушения правил производства строительных работ.

Крышки коверов ломаются чаще всего в тех местах, где они установлены не в одной плоскости с дорожным покрытием. Проломы чугунных крышек часто приводят к повреждению арматуры. Стальные крышки продавливаются и в результате изгибаются. Поврежденная арматура может стать причиной пожаров, так как вытекающий газ воспламеняется от искр, вылетающих из выпускных патрубков транспорта, или других источников огня.

В тех местах, где газопроводы проложены вблизи трамвайных путей или под трассой движения троллейбусов, возникает вибрационное колебание дорожного покрытия. Колебания, передаваясь на газопроводы, могут стать причиной разрыва стыков. Особенно опасны вибрационные колебания для газопроводов, проложенных под мостами, по которым проходят трамвайные и троллейбусные линии. Опасны для сварных стыков и ударные нагрузки, имеют место случаи разрыва стыков при забивке свай вблизи газопроводов и трамбовке грунта над газопроводом различными ударными механизмами.

Наибольшая опасность возникает при производстве строительных работ экскаваторами или бульдозерами вблизи газопроводов. Характерные повреждения, возникающие при небрежной работе этих механизмов: пробоины в стенках газопровода зубьями ковша экскаватора, деформация труб и повреждение изоляции, обрыв отключающих устройств, труб и т. д. Большинство таких повреждений можно предотвратить, если строительные организации до начала работ получают от соответствующих представителей газового хозяйства письменное уведомление установленной формы о порядке производства работ вблизи газопровода с указанием мер предосторожности и эскиз с привязками и глубиной прокладки газопровода.

Правила безопасности предусматривают, что при производстве земляных работ вблизи газопроводов ударные механизмы для рыхления грунта можно применять на расстоянии не ближе 3 м от газопровода.

Ремонт запорных устройств. Вскрытие и замена установленно-го на газопроводах оборудования должны производиться на отключенном участке газопровода. До начала ремонтных работ, связанных с разъединением газопроводов (замена задвижек, снятие и установка заглушек, фланцев, прокладок и др.), необходимо отключить имеющуюся защиту от электрической коррозии и установить на разъединяемых участках газопровода перемычку с целью предотвращения искрообразования.

В колодцах с перекрытиями нельзя производить сварочные работы и резки на газопроводе без отключения и продувки их воздухом или инертным газом. На период отключения газопроводов после запорных устройств следует устанавливать заглушки. В газовых колодцах сварочные работы, а также замену задвижек, компенсаторов, изолирующих фланцев можно производить после снятия перекрытий.

В загазованных колодцах и коллекторах нельзя производить ремонтные работы с применением открытого огня.

Для спуска в колодцы и котлованы необходимо применять металлические лестницы, с приспособлением для их закрепления, а также резиновые башмаки для предотвращения искрения и скольжения. В колодцах и котлованах рабочие должны находиться в спасательных поясах и противогазах (не более двух человек).

В процессе эксплуатации задвижек и кранов возникают такие характерные неисправности, как отрыв фланца, поломка нажимной буксы сальника, поломка крышки сальника самосмазывающегося крана, трещины в корпусе задвижек. Утечки газа, вызванные этими неисправностями, чрезвычайно опасны и могут

быть причиной серьезных аварий. Утечки во фланцевых соединениях устраняют подтягиванием болтов или сменой прокладок. Перед установкой новых прокладок фланцы очищают от сурика, белил и прокладок. Работы проводят при давлении газа 40–200 даПа с соблюдением мер безопасности.

Утечки газа в сальниках устраняют подтягиванием сальника или сменой сальниковой набивки. Большинство утечек связано с тем, что сальник набит не специальной набивкой, а обыкновенной паклей, смазанной тавотом или солидолом. Такая набивка недолговечна. Многие зависит и от равномерного натяжения нажимной буксы с помощью накидных болтов. Односторонняя перетяжка болтов может вызвать надлом фланца буксы и привести к утечке газа. Необходимо следить за тем, чтобы сальник не был сильно затянут, так как это может привести к изгибу шпинделя и выходу из строя задвижки.

Набивку сальников запорной арматуры, разборку резьбовых соединений конденсатосборников на газопроводах среднего и высокого давлений можно проводить при давлении газа не более 0,1 МПа. Если задвижка закрыта не полностью и для закрытия или открытия требуется большое усилие, то следует проверить шпиндель, который может оказаться погнутым. В этом случае заменяют шпиндель или полностью задвижку.

Могут быть случаи, когда задвижка легко закрывается, шпиндель исправен, но отключение негерметичное. Это является следствием того, что задвижки эксплуатировались с не полностью открытыми запорными дисками и под действием различных примесей в газе часть дисков изнашивалась и задвижки потеряли герметичность. Характерные повреждения чугунных задвижек – различного рода трещины во фланцах и корпусе. Такие задвижки не ремонтируют, а заменяют. Капитально отремонтированные газопроводы и сооружения принимаются специальной комиссией, которая составляет акт приемки объекта с указанием объема выполненных работ и их качества.

Основные направления улучшения качества производства работ: механизация ремонтных работ, внедрение передовых методов ведения ремонтных работ, централизация изготовления узлов, деталей и трубных заготовок, внедрение научной организации труда.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗА

Особенности газового топлива

Природный газ имеет ряд преимуществ по сравнению с другими видами топлива:

стоимость добычи природного газа значительно ниже, а производительность труда значительно выше, чем при добыче угля и нефти;

высокая теплота сгорания делает целесообразным транспортирование газа по магистральным газопроводам на значительные расстояния;

обеспечивается полнота сгорания и облегчаются условия труда обслуживающего персонала;

отсутствие в природных газах оксида углерода предотвращает возможность отравления при утечках газа, что особенно важно при газоснабжении коммунальных и бытовых потребителей;

газоснабжение городов и населенных пунктов значительно улучшает состояние их воздушного бассейна;

обеспечиваются возможность автоматизации процессов горения, достижение высоких КПД, причем наибольшее увеличение КПД достигается в жилищно-коммунальном хозяйстве (в бытовых приборах, отопительных печах и котлах малой производительности);

природный газ — ценное сырье для химической промышленности;

высокая жаропроизводительность (более 2000 °С) позволяет эффективно применять природный газ в качестве энергетического и технологического топлива.

Природный газ как промышленное топливо имеет следующие технологические преимущества:

при сжигании природного газа требуется минимальный избыток воздуха для горения и достигаются высокие температуры в печи;

природный газ содержит наименьшее количество таких вредных химических примесей, как сероводород;

при сжигании природного газа можно обеспечить более точную регулировку требуемой температуры, чем при сжигании других видов топлива, что имеет большое значение для процессов, требующих высокой точности температурного режима. Кроме того, это позволяет экономить топливо, так как из-за более широких колебаний регулирования диапазонов температур при сжигании других видов топлива приходится часто вести процесс на верхнем температурном пределе, что влечет за собой перерасход топлива;

использование природного газа позволяет осуществить сравнительно быстрый разогрев тепловых агрегатов и свести к минимуму тепловые потери при остановке этих агрегатов, что также способствует экономии топлива;

при использовании природного газа отсутствуют потери от механического недожога;

при сжигании природного газа горелки можно расположить в любом месте печи, что создает благоприятные возможности для теплоотдачи и необходимый температурный режим;

форма газового пламени сравнительно легко регулируется и поддается различным видоизменениям, что особенно важно, когда возникает необходимость быстро сосредоточить и развить в определенном пункте высокую степень нагрева;

использование природного газа позволяет применять в промышленности такие прогрессивные и высокоэкономичные виды тепловой обработки, как нагрев с помощью горелок беспламенного сжигания и радиационных трубок, что дает возможность значительно интенсифицировать процесс нагрева.

Вместе с тем газовому топливу присущи и отрицательные свойства: природный газ взрыво- и пожароопасен.

Горение газообразного топлива возможно только при наличии воздуха, в котором содержится кислород. При этом процесс горения (взрыв) происходит при определенных соотношениях газа и воздуха. Как видно из табл. 8, пределы воспламеняемости для метана составляют 5–15 %. Если выделяемая теплота достаточна для нагревания в газозудной смеси до температуры самовоспламенения, то смесь может гореть или взрываться.

При взрыве продукты горения быстро нагреваются и, расширяясь, создают в объеме, где они находятся, повышенное давление.

В табл. 8 приведены температуры самовоспламенения и концентрационные пределы воспламенения (взрыва) наиболее распространенных горючих газов.

**Температура самовоспламенения и концентрационные пределы
воспламенения (взрыва) горючих газов**

Параметры	Метан	Ацетилен	Бутан	Пропан	Этан	Водород
Температура самовоспламенения, °С	650	305	430	500	510	510
Концентрационные пределы воспламенения газа в смеси с воздухом, %:						
нижний	5	2,5	1,86	2,37	3,2	4
верхний	15	80	8,4	9,5	12–45	74,2

Резкое возрастание давления и быстрое расширение продуктов горения обуславливают разрушительный эффект взрыва.

Давление, возникающее при взрыве природного газа в помещениях, достигает 0,8 МПа. При взрывах газозвушной смеси в трубах с большими диаметром и длиной скорость распространения пламени может превзойти скорость распространения звука и достичь 2000–4000 м/с. В результате быстро движущегося взрывного воспламенения местное повышение давления составит 8 МПа и выше. Такое взрывное воспламенение называется детонацией.

Детонация объясняется возникновением и действием ударных волн в воспламеняющейся среде.

Перемещаясь с большой скоростью, ударная волна резко увеличивает температуру и давление газозвушной смеси, что вызывает ускорение реакции взрыва и увеличивает разрушительный эффект детонации. Наиболее опасны с точки зрения возможности взрыва газы с самыми 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, состоящие в основном из метана, неядовиты. Однако при концентрации метана в воздухе, доходящей до 10 % и более, возможно удушье вследствие уменьшения количества кислорода в воздухе.

Условия воспламенения и горения газа

Горение газообразного топлива представляет собой сочетание следующих физических и химических процессов: смешение горючего газа с воздухом, подогрев смеси, термическое разложение горючих компонентов, воспламенение и химическое соединение горючих элементов с кислородом воздуха, сопровождаемое образованием факела (пламени) с интенсивным тепловыделением.

Устойчивое горение газозвушной смеси возможно при непрерывном подводе к фронту горения необходимых количеств горючего газа и воздуха, их тщательном перемешивании и нагреве до температуры самовоспламенения (см. табл. 8).

Воспламенение газозвушной смеси может быть осуществлено:

нагревом всего объема газозвушной смеси до температуры самовоспламенения. В этом случае газозвушная смесь воспламеняется и горит без постороннего источника зажигания. Такой способ применяют в двигателях внутреннего сгорания, где газозвушную смесь нагревают быстрым сжатием до определенного давления;

применением посторонних источников зажигания (высоконагретых тел, запальников и т. д.). В этом случае до температуры воспламенения нагревается не вся газозвушная смесь, а часть ее. Данный способ применяется при сжигании газов в горелках газовых приборов.

Для начала реакции горения газообразного топлива следует затратить определенное количество энергии, необходимой для разрыва молекулярных связей и создания новых.

Молекулы газа и воздуха находятся в постоянном хаотическом движении, сопровождающемся столкновениями. Кинетическая энергия молекул пропорциональна абсолютной температуре газов. Энергия столкновения возрастает с повышением абсолютной температуры. При температуре воспламенения сила удара такой молекулы о встречную так велика, что связи между атомами не выдерживают и молекула распадается на атомы. При соединении горючих (углерод, водород) атомов с кислородом выделяется дополнительная энергия, температура молекул повышается и процесс горения приобретает цепной характер со все возрастающей скоростью до полного соединения кислорода с горючими компонентами газа.

Не всякую холодную газозвушную смесь можно поджечь внешним источником зажигания. Чтобы смесь воспламенилась

и продолжала сгорать, нужны определенные соотношения объемов сжигаемого газа и подаваемого воздуха. Если газа в газозвоздушной смеси мало, а воздуха много, то смесь гореть самостоятельно не может. Горение такой смеси через определенное время прекратится, так как выделяющейся теплоты будет недостаточно для нагрева газозвоздушной смеси до температуры воспламенения. Если в смеси недостаточно воздуха, то при воспламенении может сгореть ограниченное количество газа и выделяемой химической энергии будет недостаточно для поддержания температуры не ниже температуры воспламенения газозвоздушной смеси.

Итак, для процесса горения газозвоздушной смеси необходимо, чтобы количество газа и воздуха в газозвоздушной смеси было в определенных пределах. Эти пределы называются *пределами воспламеняемости* или *пределами взрываемости*. Различают нижний и верхний пределы воспламеняемости. Минимальное содержание газа в газозвоздушной смеси, выраженное в объемных процентах, при котором происходит воспламенение, называется *нижним пределом воспламеняемости*. Максимальное содержание газа в газозвоздушной смеси, выше которого смесь не воспламеняется без подвода дополнительной теплоты, называется *верхним пределом воспламеняемости*.

Газозвоздушная смесь, в которой содержание газа больше верхнего предела воспламеняемости, может гореть при подогреве газозвоздушной смеси. Если смесь будет подогреваться, то пределы воспламеняемости расширяются за счет снижения нижнего предела воспламеняемости и повышения верхнего. Если газозвоздушную смесь нагреть до температуры ее воспламенения, то она воспламенится и будет гореть при любом соотношении газа и воздуха.

Если в газозвоздушной смеси содержится газа меньше нижнего предела воспламеняемости, то она не будет гореть. Если в газозвоздушной смеси недостаточно воздуха, то горение протекает не полностью.

Значения пределов воспламеняемости зависят также от давления газозвоздушной смеси. При повышении давления диапазон между нижним и верхним пределами воспламеняемости расширяется.

Большое влияние на величины пределов взрываемости оказывают инертные примеси в газах. Увеличение содержания в газе балласта (N_2 и CO_2) сужает пределы воспламеняемости, а при повышении содержания балласта выше определенных пределов газозвоздушная смесь не воспламеняется при любых соотношениях газа и воздуха.

Продукты сгорания газа и контроль за процессом горения

Продуктами полного сгорания природного газа являются: диоксид углерода CO_2 , водяные пары H_2O , некоторое количество избыточного кислорода O_2 и азот N_2 . Избыточный кислород содержится в продуктах горения только в тех случаях, когда горение происходит с избытком воздуха, а азот в продуктах сгорания содержится всегда, так как является составной частью воздуха и не принимает участия в горении. Продуктами неполного сгорания газа являются: оксид углерода CO , несгоревшие водород H_2 и метан CH_4 , тяжелые углеводороды C_mH_n и сажа.

Таким образом, чем больше в продуктах сгорания диоксида углерода CO_2 , тем меньше будет в них оксида углерода CO , т. е. тем полнее будет сгорание. Исходя из этого введено понятие «максимальное содержание CO_2^{max} в продуктах сгорания». Это количество CO_2 , которое можно было бы получить в сухих продуктах сгорания при полном сгорании газа без избытка воздуха (т. е. при $\alpha = 1$). Количество диоксида углерода в продуктах сгорания некоторых газов приведено в табл. 9.

Таблица 9

Количество диоксида углерода в продуктах сгорания газа

Газ	Максимальное содержание CO_2^{max} в продуктах сгорания, %	Газ	Максимальное содержание CO_2^{max} в продуктах сгорания, %
Сланцевый	16	Природный (саратовский)	11,7
Нефтяной	13,6	Природный (дашавский)	11,8
Коксовый	10,2	Природный (других месторождений)	11,6–12

Пользуясь данными табл. 9 и зная процентное содержание CO_2 в продуктах сгорания, можно определить коэффициент избытка воздуха α . Для этого с помощью газоанализатора следует опре-

делить количество CO_2 в продуктах сгорания газа и далее CO_2^{\max} для данного вида топлива разделить на экспериментально найденную величину CO_2 . Так, например, если при сжигании дашавского газа в продуктах его сгорания содержится диоксида углерода 10,2 %, то коэффициент избытка воздуха в топке

$$\alpha = \text{CO}_2^{\max} / \text{CO}_2^{\text{анализ}} = 11,8 / 10,2 = 1,15.$$

Коэффициент избытка воздуха можно также определить по содержанию кислорода в продуктах сгорания по формуле $\alpha = 21 / (21 - \text{O}_2)$.

Скорость распространения газового пламени

Важная характеристика горения газообразного топлива – скорость распространения пламени в газозвушной смеси.

Расстояние, на которое сдвигается фронт пламени в единицу времени в заданном направлении относительно неподвижной горючей смеси, есть видимая скорость распространения пламени.

Линейная скорость перемещения элемента фронта пламени относительно свежей смеси по направлению, перпендикулярному к поверхности фронта пламени в данном месте (рис. 5), называется *нормальной скоростью распространения пламени*.

Если обозначить скорость потока в какой-нибудь точке фронта пламени через W_n , нормальную скорость распространения пламени через $V_n = W_n$, а угол между ними через φ , то

$$V_n = W_n = W_n \times \cos\varphi.$$

Для упрощения можно принять, что нормальная скорость распространения пламени по всему фронту одинакова. Тогда нормальная скорость распространения пламени будет равна количеству проходящей через горелку газозвушной смеси, деленному на площадь поверхности пламени, которая имеет форму конуса:

$$V_n = V_{\text{см}} / S_{\text{кон}},$$

где $V_{\text{см}}$ – объем смеси, проходящей через горелку, $\text{м}^3/\text{с}$;
 $S_{\text{кон}}$ – поверхность фронта горения (принимается для простоты в виде конуса), м^2 .

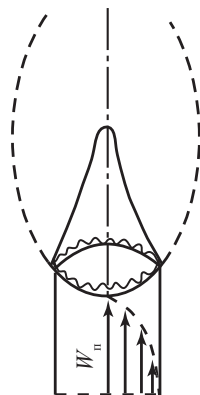


Рис. 5. Фронт горения газозвушной смеси

Если радиус основания конуса обозначить через r , а высоту конуса – через h , то получим

$$S_{\text{кон}} = \pi r \sqrt{r^2 + h^2}.$$

Нормальная скорость распространения пламени

$$V_{\text{кон}} = V_{\text{см}} \pi r \sqrt{r^2 + h^2}.$$

На практике можно пользоваться экспериментальными данными (рис. 6). Из графика видно, что наибольшая скорость распространения пламени у водорода (4,83 м/с), а максимальное значение скорости достигается, когда содержание водорода в смеси с воздухом составляет около 38 %. Скорость распространения пламени у метана примерно в 7 раз меньше, чем у водорода (0,67 м/с), и достигает максимума при содержании метана в смеси с воздухом около 10 %.

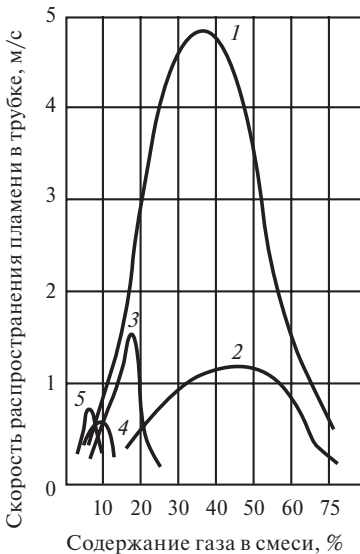


Рис. 6. График зависимости скорости распространения пламени от состава смесей газа с воздухом:

1 – водород; 2 – оксид углерода;
3 – коксовый газ; 4 – метан; 5 – этан

В табл. 10 приведены скорости распространения пламени, определенные экспериментальным путем в трубке диаметром 25 мм.

С увеличением диаметра трубки скорость распространения пламени возрастает. Скорость распространения пламени зависит от ряда факторов: характера движения газозвушной смеси, теплопроводности и состава газа, температуры, содержания в газе различных примесей и т. д.

Например, при сжигании природного газа необходимо учитывать следующие особенности метановоздушных смесей. Низкая скорость распространения пламени метана препятствует проникновению зоны горения в горелку и облегчает применение для сжигания метана горелок предварительного смешения, особенно при работе их на подогретом воздухе.

**Максимальные скорости распространения пламени
смесей горючих газов с воздухом**

Газ	Количество газа в газозвушной смеси, об. %	Максимальная скорость распространения пламени, м/с	Газ	Количество газа в газозвушной смеси, об. %	Максимальная скорость распространения пламени, м/с
Водород	38,5	4,83	Этилен	7,1	1,42
Оксид углерода	45,0	1,25	Коксовый газ	17,0	1,7
Метан	9,8	0,67	Газ высокотемпературной переработки сланцев	18,5	1,3
Этан	6,5	0,85			
Пропан	4,6	0,82			
Бутан	3,6	0,82			

Стабилизация газового пламени

Сжигание газа осуществляют в газовых горелках. При устойчивом горении в зоне горения устанавливается динамическое равновесие между стремлением пламени продвинуться навстречу движению газозвушной смеси и стремлением потока продвинуть пламя от устья горелки в топку.

Пределами устойчивости работы горелок являются отрыв и проскок пламени в горелку. При большой скорости движения газозвушной смеси наблюдается перемещение фронта пламени в направлении движения, полное отделение пламени от горелки и последующее его погасание. Это явление называется отрывом пламени. При уменьшении подачи и скорости выхода газозвушной смеси стабильное горение нарушается и пламя начинает втягиваться в горелку. Когда горение газозвушной смеси происходит внутри горелки, возникает проскок пламени.

Итак, для поддержания устойчивого горения необходимо обеспечить определенное соотношение между скоростью распространения пламени и скоростью поступления газозвушной смеси

к месту ее горения. На устойчивость пламени оказывает влияние также соотношение объемов газа и воздуха в газозвоздушной смеси, причем, чем больше газа, тем устойчивее пламя.

При проскоке пламени горение газа происходит внутри горелки. Это приводит к неполному сгоранию газа и образованию оксида углерода или даже погасанию пламени. Горение газа внутри горелки приводит к тому, что она раскаляется и может выйти из строя. При отрыве пламени газозвоздушная смесь поступает в окружающее пространство, что может привести к взрыву газозвоздушной смеси. Поэтому обеспечение стабильного горения газа – важнейшее условие его безопасного использования.

Стабилизацию пламени газозвоздушной смеси можно обеспечить с помощью специальных устройств. Необходимые условия при этом: поддержание скорости выхода газозвоздушной смеси в безопасных пределах; поддержание температуры в зоне горения не ниже температуры воспламенения газозвоздушной смеси.

Когда в горелку поступает не газозвоздушная смесь, а чистый газ, пламя наиболее устойчиво. Объясняется это тем, что в чистом газе пламя не распространяется и проскок пламени не возникает. Однако при резком увеличении скорости выхода газа может произойти отрыв пламени, но и он менее вероятен, чем при подаче газозвоздушной смеси. При подаче чистого газа в горелку его расход можно регулировать в достаточно широких пределах.

Если же к факелу подается газозвоздушная смесь, содержащая 50–60 % воздуха от теоретически необходимого для полного сжигания газа, то горение такой смеси будет менее устойчивым. Наименее устойчиво горение заранее подготовленных для полного сжигания газа газозвоздушных смесей. Итак, чем меньше воздуха содержится в газозвоздушной смеси, тем устойчивее процесс его сгорания.

Стабилизация пламени при сжигании полностью подготовленной газозвоздушной смеси достигается с помощью специальных устройств (рис. 7). Например, проскок пламени предотвращается, если сузить выходное отверстие для газозвоздушной смеси. Увеличивающаяся при этом скорость выхода смеси не позволяет произойти проскоку. Пламя не распространяется через узкие щели плоской стабилизирующей решетки (см. рис. 7, з), так как в них газозвоздушная смесь быстро охлаждается. Если выходное отверстие выполнено в виде мелкой решетки, то это тоже предотвращает проскок пламени в горелку. Вероятность проскока пламени можно снизить, если охлаждать выходное отверстие носика горелки. Скорость распространения пламени в этом месте снижается, и температура смеси становится ниже температуры воспламенения.

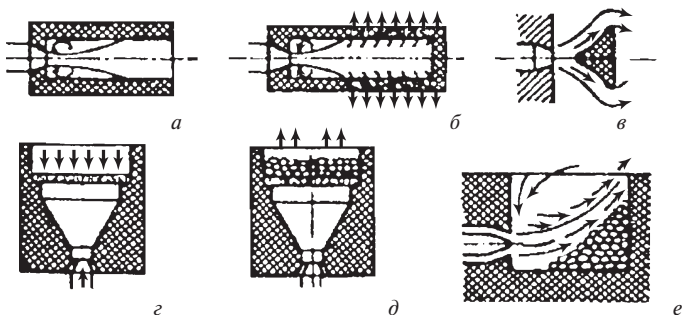


Рис. 7. Устройства для стабилизации пламени газа:

a — огнеупорный тоннель; *б* — дырчатая горелочная насадка; *в* — рассекающий стабилизатор; *г* — плоская стабилизирующая решетка; *д* — решетка с огнеупорной наброской; *е* — горка из огнеупорного кирпича

Отрыв пламени от горелки предотвращают установкой различных устройств. Например, у устья горелки помещают небольшую дежурную горелку с устойчивым факелом для постоянного поджигания выходящей из горелки газовой смеси, либо на поду печи выполняют горку из битого огнеупорного кирпича (см. рис. 7, *в*).

Наибольшее распространение получила стабилизация горения с помощью огнеупорных тоннелей. Газовоздушная смесь поступает из кратера горелки в цилиндрический тоннель (см. рис. 7, *а, б*), диаметр которого в 2–3 раза больше диаметра кратера горелки. При резком расширении тоннеля вокруг корневой части факела создается разрежение, что вызывает обратное движение части раскаленных продуктов горения. За счет этого температура газовой смеси в корне факела повышается и обеспечивается устойчивая зона зажигания. Такой же эффект достигается при размещении на выходе из горелки плохо обтекаемого тела (рассекающий стабилизатор (см. рис. 7, *в*).

Методы сжигания газа

В зависимости от способа образования газовой смеси методы сжигания газа (рис. 8) можно разделить на диффузионный, кинетический и смешанный (диффузионно-кинетический). Диффузионно-кинетический метод сжигания газа реализуется в двух вариантах: неполным предварительным без образования однородной смеси и частичным предварительным смешением

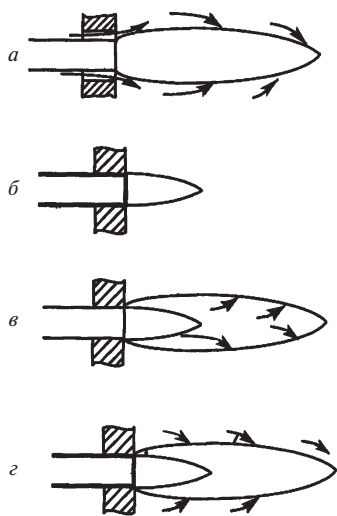


Рис. 8. Методы сжигания газа: *а* – диффузионный; *б* – кинетический; *в* – диффузионно-кинетический в горелках с неполным предварительным смешением; *г* – диффузионно-кинетический в горелках с частичным предварительным смешением

Выделяемые продукты сгорания осложняют взаимную диффузию газа и воздуха, в результате чего горение протекает медленно с образованием частиц сажи. Этим и объясняется, что диффузионное горение характеризуется значительной длиной и светимостью пламени.

Одно из достоинств диффузионного метода сжигания газа – возможность регулирования процесса горения в широком диапазоне. Процесс смесеобразования легко управляем при применении различных регулировочных элементов. Площадь и длину факела можно регулировать дроблением струи газа на отдельные факелы, изменением диаметра сопла горелки, регулированием давления газа и т. д.

Преимущества диффузионного метода сжигания: высокая устойчивость пламени при изменении тепловых нагрузок, отсутствие проскока пламени, равномерность температуры по длине пламени. Недостатки этого метода: вероятность термического распада углеводородов, потребность в больших топочных объемах, низкая интенсивность горения, вероятность неполного сгорания газа.

газа с воздухом. При частичном предварительном смешении образуется однородная смесь с недостатком окислителя в начальной смеси.

При диффузионном методе сжигания к фронту горения газ поступает под давлением, а необходимый для горения воздух – из окружающего пространства за счет молекулярной или турбулентной диффузии. Смесеобразование здесь протекает одновременно с процессом горения, поэтому скорость процесса горения в основном определяется скоростью смесеобразования.

Процесс горения начинается после образования контакта между газом и воздухом. К струе газа (см. рис. 8, *а*) диффундирует воздух, а из струи газа в воздух – газ. Сгорание топлива осуществляется в тонком поверхностном слое факела, называемом фронтом горения, к которому из внутренней части факела поступает газ, а из топки – воздух.

При кинетическом методе сжигания (см. рис. 8, б) к месту горения подается газозвдушная смесь, полностью подготовленная внутри горелки. Газозвдушная смесь сгорает в коротком факеле в виде голубого прозрачного конуса. Сгорание топлива в данном случае осуществляется на поверхности этого конуса, называемом фронтом кинетического горения. Достоинство этого метода сжигания — малая вероятность химического недожога, небольшая длина пламени, высокая температура факела. Недостатком является необходимость стабилизации газового пламени.

При реализации диффузионно-кинетического метода сжигания факел имеет два фронта горения (см. рис. 8, в и г): кинетический в виде голубого прозрачного конуса и диффузионный, в котором происходит догорание топлива. Факел при этом прозрачный, бледно-голубого цвета.

В горелках с неполным предварительным смешением (см. рис. 8, в) воздух поступает в них в полном объеме. Из горелки выходит плохо перемешанная неоднородная газозвдушная смесь. Воздух к диффузионному фронту горения поступает из внутренней части факела.

При частичном предварительном смешении (см. рис. 8, г) горелка обеспечивает предварительное смешение газа только с частью воздуха, необходимого для полного сгорания газа, остальной воздух поступает из окружающей среды непосредственно к факелу. В этом случае сначала выгорает во фронте кинетического горения лишь часть газа, смешанная с первичным воздухом, а оставшаяся часть газа, разбавленная продуктами сгорания, выгорает после присоединения кислорода вторичного воздуха из топки во фронте диффузионного горения.

Основные направления повышения эффективности использования газового топлива

Газовое топливо, добываемое с огромными затратами трудовых и материальных ресурсов, часто используется с недостаточно высокой эффективностью. При правильном контроле процесса горения и использовании теплоты уходящих газов КПД котлов, работающих на газе, достигает 90–94 %, а при отсутствии должного контроля существенно снижается. Повышение эффективности использования газа имеет большое народно-хозяйственное значение. Одна из актуальных задач, стоящих перед работниками газовых хозяйств, — систематическая работа над повышением КПД использования теплоты.

Для устранения перерасхода газового топлива необходимо осуществлять систематический контроль за его сжиганием. Это дает возможность устранять потери теплоты, вызванные неполнотой сгорания, высокой температурой уходящих газов, большим избытком воздуха.

Для повышения эффективности использования газа в газоиспользующих установках необходимо быстро и с минимальными затратами труда определять потери теплоты и КПД газоиспользующих установок.

Эффективность использования газового топлива во многом зависит от правильности его выбора. Так, для высокотемпературных процессов целесообразно использовать газ с малым содержанием балласта и высокой жаропроизводительностью. В этом случае обеспечивается повышение производительности газовых установок и, благодаря уменьшению продолжительности процесса сгорания газа и снижению потерь топлива в окружающую среду, снижается удельный расход топлива на единицу выпускаемой продукции.

Во многих технологических процессах, связанных с процессами сушки воздухом, применяется промежуточный теплоноситель — водяной пар. Получение водяного пара требует дополнительных источников теплоты, а между тем для сушки с успехом можно применять продукты сгорания газа, тогда отпадает необходимость специальных котельных установок и калориферов для нагрева воздуха паром. Известно, что при сжигании 1 м^3 газа выделяется 2 м^3 водяного пара, уходящего с продуктами сгорания. Если теплоту конденсации этих водяных паров использовать для нагрева питательной воды, можно повысить КПД котельных установок.

Другой резерв повышения эффективности использования газового топлива — сжигание газа в горелочных устройствах при больших тепловых напряжениях, что позволяет получать большее количество теплоты в малом объеме.

Многие технологические процессы протекают при высокой температуре уходящих газов. Эффективность использования газа в этом случае повышается, если использовать теплоту уходящих газов для производства пара, нагрева воды или воздуха. Каждая калория, вносимая в печь с подогретым воздухом, экономит несколько калорий теплоты сжигаемого газа. Однако сооружение специальных рекуператоров хотя и приводит к значительной экономии газа, но требует дополнительных капиталовложений. Поэтому актуальной задачей является разработка методов снижения температуры уходящих газов и повышения эффективности

использования газа, не связанных с применением дополнительного оборудования и капитальных вложений.

Наиболее прогрессивен метод ступенчатого использования теплоты продуктов сгорания, основанный на сочетании работы низкотемпературных, среднетемпературных и высокотемпературных установок.

Теплоту уходящих газов, отводимых от котлов и печей, можно использовать для отопления сушильных установок, а теплоту конденсации водяного пара, содержащегося в продуктах сгорания газа, отводимых из котлов или сушилок, — для нагрева воды в контактных экономайзерах. Таким образом, продукты сгорания, отводимые из высокотемпературных установок, используют в низкотемпературных процессах для отопления этих установок. КПД ступенчатых установок может быть доведен до 95 %.

Продукты сгорания газа можно с успехом использовать в качестве источника диоксида углерода и инертных газов. Большой интерес представляет применение диоксида углерода для ускорения развития растений и повышения урожая. Известно, что органическая масса растений образуется путем фотосинтеза из CO_2 и H_2O .

В атмосфере воздуха содержится около 0,03 % CO_2 по объему и 21 % O_2 . Многие растения до сих пор не приспособились к таким концентрациям CO_2 и O_2 , их фотосинтетический аппарат и сейчас лучше работает при значительно более высоких концентрациях CO_2 (чем 0,03 %) и при более низких (чем 21 %) концентрациях кислорода. Поэтому более высокие показатели роста растений и повышения урожайности наблюдаются в искусственных условиях при повышении концентрации CO_2 и снижении концентрации O_2 в окружающем воздухе. Повышение концентрации диоксида углерода в теплицах с доведением содержания CO_2 в воздухе теплиц до 0,3 % позволяет увеличить на 20 % урожай огурцов и других овощей, на 50 % — число цветов и ускорить их развитие, примерно на 100 % повысить зеленую массу табака, чая, герани и других культур. Обогащение воздуха теплиц диоксидом углерода имеет важное значение, так как с ростом количества теплиц и применением гидропонии, при которой отсутствует выделение CO_2 из почвы, потребность в диоксиде углерода значительно возрастает. Чистые продукты сгорания природного газа можно использовать для хранения в течение длительного срока фруктов и других пищевых продуктов.

Продукты полного сгорания газа можно применять также в качестве инертных газов для изоляции огнеопасных и взрывоопасных материалов от контакта с воздухом, продувки взрывоопасной аппаратуры.

Рациональное сжигание газа и защита воздушного бассейна

Защита воздушного бассейна от загрязнений — одна из важнейших проблем современности. Быстро развивающиеся промышленность и транспорт приводят к загрязнению атмосферы дымом, диоксидом углерода, парами хлора, пылью металлургических и других промышленных предприятий. Выхлопные газы автомобилей выбрасывают в атмосферу свинец и оксид углерода. Так, в одном литре этилированного бензина содержится 200–500 мг свинца. Перевод в крупных городах автомобилей на сжиженный газ во многом способствует очищению воздушного бассейна.

Другой источник загрязнения воздушного бассейна — все возрастающие темпы потребления различного топлива, с ростом потребления которого увеличивается количество выбрасываемых в атмосферу токсичных и канцерогенных веществ. Известно, что при сжигании топлива образуются вредные для здоровья человека вещества: сажа, зола, оксид углерода, оксиды азота и др.

Токсичным веществом является оксид азота NO_2 , один из наиболее опасных загрязнителей воздушного бассейна. Оксид азота образуется в пламени, в зоне высоких температур, путем соединения азота с кислородом. При температурах 1500–1800 °С наблюдается наибольшая концентрация NO . Выбрасываемые в атмосферу горячие газы охлаждаются, и оксид азота превращается в диоксид азота (NO_2). Оксиды азота, попадая в организм человека, поглощаются кровью и оказывают вредное действие на органы дыхания. В нашей стране установлены предельно допустимые нормы концентрации оксидов азота в атмосфере населенных пунктов (0,085 мг/м³). Продукты сгорания должны удаляться через дымовые трубы.

При сжигании твердого и жидкого топлива могут образоваться канцерогенные вещества, которые способствуют возникновению раковых заболеваний. Особенно опасна тонкая пыль, адсорбирующая химические вещества воздуха и переносящая их в легкие человека.

Сажа, образующаяся в процессе горения и несущая мельчайшие частицы угля, может быть носителем ароматических веществ, вызывающих различные тяжелые заболевания. В связи с этим перед человечеством стоит важнейшая проблема борьбы с загрязнением воздушного бассейна.

Одно из наиболее эффективных средств борьбы — замена твердого и жидкого топлива природным газом. Каждый год тысячи

промышленных и коммунальных предприятий переводят на газовое топливо.

Большим достоинством природного газа является то, что при его сжигании не образуются твердые частицы. Если месторождения природных газов содержат сероводород, то его обязательно удаляют, чтобы исключить возможность образования оксидов серы.

Отечественные газогорелочные устройства обеспечивают полноту сжигания газа и уменьшают концентрацию оксида углерода в продуктах сгорания до допустимых пределов. Существующие методы сжигания газа и конструкции горелок обеспечивают снижение количества образующихся оксидов азота до приемлемого минимума.

С целью сокращения выбросов вредных веществ в окружающую среду и улучшения очистки уходящих газов от вредных примесей повсеместно совершенствуют технологические процессы и транспортные средства, увеличивают выпуск высокоэффективных газо- и пылеулавливающих аппаратов, водоочистного оборудования, а также приборов и автоматических станций контроля за состоянием окружающей среды.

ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ

Классификация

Устройство, обеспечивающее устойчивое сжигание газообразного топлива и регулирование процесса горения, называется *газовой горелкой*. Основные функции газовых горелок: подача газа и воздуха к фронту горения газа, смесеобразование, стабилизация фронта воспламенения, обеспечение требуемой интенсивности процесса горения газа.

По способу подачи в топочную камеру газа и воздуха и условий их смешения все горелки можно разделить на четыре группы:

- 1) без предварительного смешения газа с воздухом – диффузионные;
- 2) с полным предварительным смешением газа с воздухом – кинетические;
- 3) с неполным предварительным смешением газа с воздухом;
- 4) с частичным предварительным смешением газа с воздухом.

Широкое распространение имеет классификация горелок по способу подачи воздуха. По этому признаку горелки подразделяют:

на бездутьевые – воздух поступает в топку за счет разрежения в ней;

инжекционные – воздух засасывается за счет энергии струи газа;

дутьевые – воздух подается в горелку или топку с помощью вентилятора.

Горелки могут работать при различных давлениях газа: низком – до 5000 Па, среднем – от 5000 Па до 0,3 МПа и высоком – более 0,3 МПа. Наибольшее распространение имеют горелки, работающие на низком и среднем давлении газа. Важная характеристика горелки – ее тепловая мощность

$$Q_T = Q_H^C V_T,$$

где Q_T – тепловая мощность горелки, МВт (кДж/ч);

Q_H^C – низшая теплота сгорания газа, кДж/м³;

V_T – часовой расход газа горелкой, м³/ч.

Различают максимальную, минимальную и номинальную тепловые мощности газовых горелок. Максимальная тепловая мощность достигается при длительной работе горелки с наибольшим расходом газа и без отрыва пламени. Минимальная тепловая мощность соответствует устойчивой работе горелки при наименьших расходах газа без проскока пламени. Номинальная тепловая мощность горелки соответствует режиму работы с номинальным расходом газа, т. е. расходом, обеспечивающим максимальный КПД при наибольшей полноте сжигания газа. В паспортах горелок указывают номинальную тепловую мощность.

Максимальная тепловая мощность горелки должна превышать номинальную не более чем на 20 %. Если номинальная тепловая мощность горелки по паспорту 10 000 кДж/ч, то максимальная должна быть 12 000 кДж/ч.

Важной характеристикой горелки является диапазон регулирования тепловой мощности

$$n = Q_{\min} / Q_{\max},$$

где n – предел регулирования тепловой мощности; $n = 2-5$.

В эксплуатации находится большое количество горелок различных конструкций. Общие требования для всех горелок: обеспечение полноты сгорания газа, устойчивость при изменениях тепловой мощности, надежность в эксплуатации, компактность, удобство при обслуживании.

Диффузионные горелки

В диффузионных горелках воздух, необходимый для сгорания газа, поступает из окружающего пространства к фронту горения за счет диффузии. Такие горелки применяют обычно в бытовых приборах. Их можно использовать, если необходимо распределить пламя по большой поверхности. Наиболее простые по конструкции и по обслуживанию диффузионные горелки (рис. 9) представляют собой трубу с высверленными отверстиями.

К промышленным горелкам диффузионного типа относят *подовые щелевые горелки* (рис. 10, 11).

Щелевая подовая горелка состоит из газового коллектора ($\varnothing = 32-80$ мм), изготовленного из стальной трубы и имеющего два ряда отверстий $\varnothing 1-3$ мм, просверленных в шахматном порядке под углом от 60 до 120° один к другому, и щели из огнеупорного кирпича, в нижней части которой вдоль оси размещается коллектор.

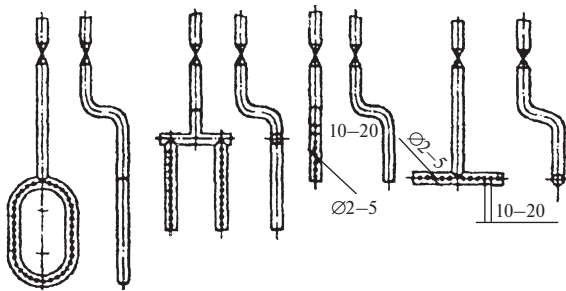


Рис. 9. Варианты диффузионных горелок

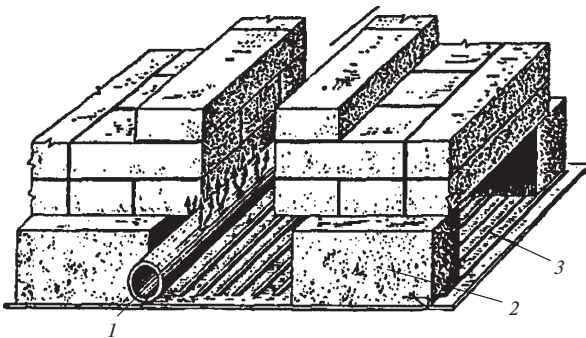


Рис. 10. Щелевая подовая горелка:

1 – газовый коллектор; 2 – колосниковая решетка; 3 – огневая щель

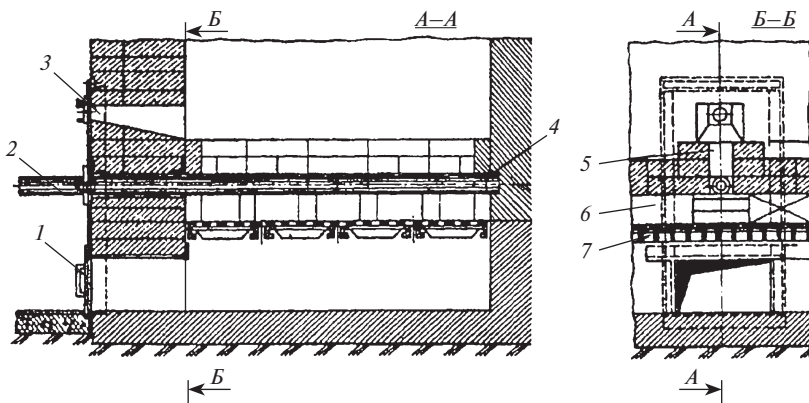


Рис. 11. Подовая диффузионная горелка:

1 – регулятор подачи воздуха; 2 – горелка; 3 – смотровое окно; 4 – центрирующий стакан; 5 – горизонтальный тоннель; 6 – выкладка из огнеупорного кирпича; 7 – колосниковая решетка.

Газ через отверстия в коллекторе выходит в щель, равномерно распределяясь по ее длине. Воздух для горения поступает в ту же щель снизу и перемешивается с газом. По мере смешивания с воздухом в щели начинается горение газа, щель разогревается и обеспечивает надежную стабилизацию пламени на всех режимах работы горелки.

Подовые горелки могут работать на низком (130 или 200 мм вод. ст.) и среднем (3000 мм вод. ст.) давлении газа при естественной и искусственной тяге.

При достаточной площади топки для повышения равномерности теплоотдачи и уменьшения теплового напряжения щели устанавливаются несколько горелок, расстояние между коллекторами которых принимают 500 мм и больше. Расстояние от горелок к боковым стенкам должно быть не менее 400 мм. Ширина щели в горелке низкого и среднего давления одинакова и составляет 110 мм, номинальное давление воздуха 50 мм вод. ст. Минимальное рабочее давление газа для горелок низкого давления 20 и среднего давления — 100 мм вод. ст.

Инжекционные горелки

Горелки, в которых образование газозвушной смеси происходит за счет энергии струи газа, называют *инжекционными*. Основным элементом инжекционной горелки — инжектор, подсосывающий воздух из окружающего пространства внутрь горелок.

В зависимости от количества инжектируемого воздуха горелки могут быть полного предварительного смешения газа с воздухом или с неполной инжекцией воздуха.

Горелки с неполной инжекцией воздуха. По способу смешения газа с воздухом такие горелки относятся к горелкам с частичным предварительным смешением. К фронту горения поступает только часть необходимого для сгорания воздуха, остальной воздух поступает из окружающего пространства. Такие горелки работают при низком давлении газа. Их называют также инжекционными горелками низкого давления.

Основные части таких инжекционных горелок: регулятор подачи первичного воздуха, сопло, смеситель и распределительный коллектор.

Регулятор подачи первичного воздуха 1 (рис. 12) представляет собой вращающийся диск или шайбу и регулирует количество первичного воздуха, поступающего в горелку. Форсунка 2 служит для превращения потенциальной энергии давления газа в кинетическую, т. е. для придания газовой струе такой скорости, которая

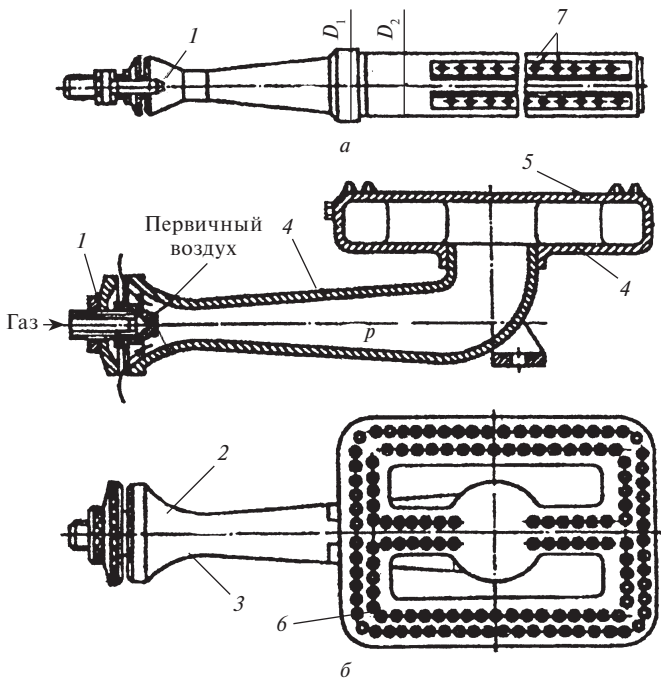


Рис. 12. Инжекционные атмосферные газовые горелки:

a – низкого давления; *б* – горелка для чугунного котла; 1 – регулятор подачи первичного воздуха; 2 – сопло; 3 – конфузор; 4 – горловина; 5 – диффузор; 6 – распределительный коллектор; 7 – отверстия

обеспечивает подсос воздуха. Смеситель горелки состоит из трех частей: конфузора 3, горловины 4 и диффузора 5. При выходе газовой струи из сопла в конфузоре создается разрежение и подсос воздуха. В самой узкой части смесителя – горловине 4 – происходит выравнивание струи газозвушной смеси. В диффузоре 5 происходят окончательное перемешивание газозвушной смеси и увеличение ее давления за счет снижения скорости. Из диффузора газозвушная смесь поступает в распределительный коллектор 6, который и распределяет газозвушную смесь по отверстиям 7. Форма коллектора и расположение отверстий зависят от типа горелок и их назначения.

Распределительный коллектор горелок емкостных водонагревателей имеет форму окружности; у горелок проточных водонагревателей коллектор состоит из параллельно расположенных трубок; у агрегатов, имеющих удлиненную топку, коллектор удлиненной

формы; у горелок для чугунного котла (см. рис. 12, б) коллектор в виде прямоугольника с большим числом мелких отверстий.

Инжекционные горелки низкого давления имеют ряд положительных качеств, благодаря которым их применяют в бытовых газовых приборах, а также в газовых приборах для предприятий общественного питания и других коммунально-бытовых потребителей газа. Горелки используют также в чугунных отопительных котлах.

Основные преимущества инжекционных горелок низкого давления: простота конструкции; устойчивая работа горелок при изменении нагрузок; надежность и простота обслуживания; бесшумность работы; возможность полного сжигания газа и работа на низких давлениях газа; отсутствие подачи воздуха под давлением.

Важной характеристикой инжекционных горелок неполного смешения является *коэффициент инжекции* – отношение объема инжектируемого воздуха к объему воздуха, необходимого для полного сгорания газа. Так, если для полного сгорания 1 м^3 газа необходимо 10 м^3 воздуха, а первичный воздух составляет 4 м^3 , то коэффициент инжекции $4 : 10 = 0,4$.

Характеристикой горелок является также *кратность инжекции* – отношение первичного воздуха к расходу газа горелкой. В данном случае, когда на 1 м^3 сжигаемого газа инжектируется 4 м^3 воздуха, кратность инжекции равна 4.

В зависимости от давления газа в инжекционных горелках подсасывается от 30 до 70 % воздуха, необходимого для сжигания газа.

Достоинством инжекционных горелок является их саморегулирование, т. е. поддержание постоянной пропорции между количеством подаваемого в горелку газа и количеством инжектируемого воздуха при постоянном давлении газа. Пределы устойчивой работа инжекционных горелок ограничены возможностями отрыва и проскока пламени. Это значит, что увеличить или уменьшить давление газа перед горелкой можно только в определенных пределах.

Горелки полного предварительного смешения газа с воздухом. Инжекция всего воздуха, необходимого для полного сгорания газа, обеспечивается повышенным давлением газа. Горелки полного смешения газа работают обычно в диапазоне давлений от 2 до 6 кПа. Их называют инжекционными горелками среднего давления и применяют в основном в отопительных котлах и для обогрева промышленных печей. Тепловая мощность горелок обычно не превышает 2 МВт. Основные трудности повышения их мощности – сложность борьбы с проскоком пламени и громоздкость смесителей.

Эти горелки дают малосветящийся факел, что уменьшает количество теплоты, передаваемой нагреваемым поверхностям путем излучения. Для увеличения количества теплоты, передаваемой излучением, эффективно применение в топках котлов и печей твердых тел, которые воспринимают теплоту от продуктов горения и излучают ее на тепловоспринимающие поверхности. Эти тела называют *вторичными излучателями*. В качестве вторичных излучателей используют огнеупорные стенки тоннелей, стенки топок, а также специальные дырчатые перегородки, установленные на пути движения продуктов сгорания.

Горелки полного предварительного смешения газа с воздухом подразделяют на два типа: с металлическими стабилизаторами и огнеупорными насадками.

Горелка ИГК – инжекционная горелка конструкции Казанцева – состоит из регулятора подачи воздуха, сопла, смесителя и пластинчатого стабилизатора (рис. 13).

Регулятор подачи воздуха горелки одновременно выполняет функции глушителя шума, который создается за счет повышенных скоростей движения газозвушной смеси. Пластинчатый стабилизатор обеспечивает устойчивую работу горелки без отрыва и проскока пламени в широком диапазоне нагрузок. Стабилизатор состоит из стальных пластин толщиной 0,5 мм при расстоянии между ними 1,5 мм. Пластины стабилизатора стягивают между собой стальными стержнями, которые на пути движения газозвушной смеси создают зону обратных токов горячих продуктов сгорания и непрерывно поджигают газозвушную смесь.

В горелках с огнеупорными насадками природный газ сгорает с образованием малосветящегося пламени. В связи с этим передача теплоты излучением от факела горящего газа оказывается недостаточной. В современных конструкциях газовых горелок зна-

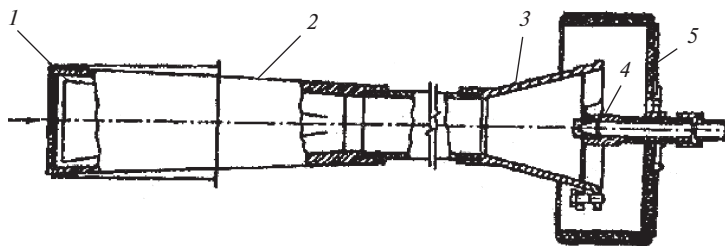


Рис. 13. Инжекционная горелка ИГК:

1 – стабилизатор; 2 – диффузор; 3 – конфузор; 4 – сопло; 5 – регулятор подачи первичного воздуха

чительно повысилась эффективность использования газа. Малая светимость факела газа компенсируется излучением раскаленных огнеупорных материалов при сжигании газа методом беспламенного горения.

Газовоздушная смесь у этих горелок готовится с небольшим избытком воздуха и поступает в раскаленные огнеупорные каналы, где она интенсивно нагревается и сгорает. Пламя не выходит из канала, поэтому такой процесс сжигания газа называется беспламенным. Это название условное, так как в каналах пламя имеется.

Газовоздушная смесь подогревается от раскаленных стенок канала. В местах расширения каналов и вблизи от плохо обтекаемых тел создаются зоны задержки горячих продуктов сгорания. Такие зоны — устойчивые источники постоянного подогрева и зажигания газовоздушной смеси. На рис. 14 показана беспламенная панельная горелка. Поступающий в сопло 5 из газопровода 7 газ инжектирует необходимое количество воздуха, изменяемое с помощью регулятора воздуха 6. Образовавшаяся газовоздушная смесь в смесителе 4 поступает в распределительную камеру 3, проходит по ниппелям 2 и поступает в керамические тоннели 1. В этих тоннелях происходит сжигание газовоздушной смеси. Распределительная камера 3 от керамических призм 8 теплоизолирована слоем диатомитовой крошки, что сокращает теплоотвод из реакционной зоны.

Беспламенное сжигание газа имеет следующие преимущества: полное сгорание газа при малых избытках воздуха; возможность

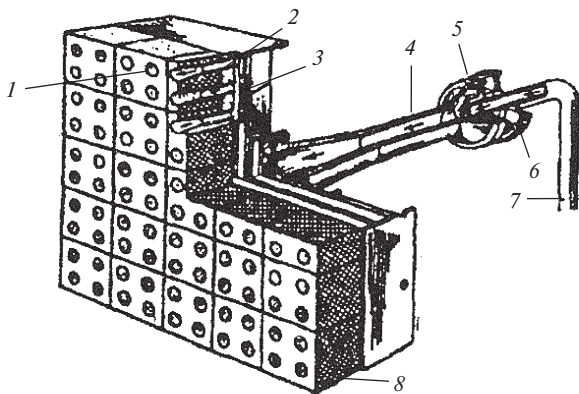


Рис. 14. Беспламенная панельная горелка:

1 — тоннель; 2 — ниппель; 3 — распределительная камера; 4 — смеситель; 5 — сопло; 6 — регулятор воздуха; 7 — газопровод; 8 — керамические призмы

достижения высоких температур горения; сжигание газа с высоким тепловым напряжением объема горения; передача значительного количества теплоты излучением в инфракрасной области спектра.

Существующие конструкции беспламенных горелок с огнеупорными насадками по конструкции их огневой части подразделяют на горелки с насадками, имеющие каналы неправильной геометрической формы; горелки с насадками, имеющие каналы правильной геометрической формы, и горелки, у которых пламя стабилизируется на огнеупорных поверхностях топки.

Наиболее распространены горелки с насадками правильной геометрической формы. Огнеупорные насадки таких горелок состоят из керамических плиток размером 65×45×12 мм. Беспламенные горелки получили также название горелок инфракрасного излучения.

Все тела – источники теплового излучения, возникающего за счет колебательного движения атомов. При излучении тепловая энергия веществ превращается в энергию электромагнитных волн, которые распространяются от источника со скоростью, равной скорости света. Эти электромагнитные волны, распространяясь в пространстве, наталкиваются на различные предметы и легко превращаются в тепловую энергию. Величина ее зависит от температуры излучающих тел. Каждой температуре соответствует определенный интервал длин волн, излучаемых телом. В данном случае передача теплоты излучением происходит в инфракрасной области спектра, а горелки, работающие по этому принципу, называются инфракрасными излучающими горелками (рис. 15).

Через сопло (см. рис. 15, *a*) газ поступает в горелку и инжектирует весь воздух, необходимый для полного сгорания газа. Из горелки газовоздушная смесь поступает в сборную камеру и далее направляется в огневые отверстия керамической плитки. Во избежание проскока пламени диаметр огневых отверстий должен быть меньше критической величины и составлять 1,5 мм. Выходящая из огневых камер газовоздушная смесь поджигается при малой скорости ее вылета, чтобы избежать отрыва пламени. В дальнейшем скорость вылета газовоздушной смеси можно увеличить (полностью открыть кран), так как керамические плитки нагреваются до 1000 °С и отдают часть теплоты газовоздушной смеси, что приводит к увеличению скорости распространения пламени и предотвращению его отрыва. Керамические плитки имеют около 600 огневых цилиндрических каналов, что составляет около 40 % поверхности плиток. Плитки соединяют одну с другой спе-

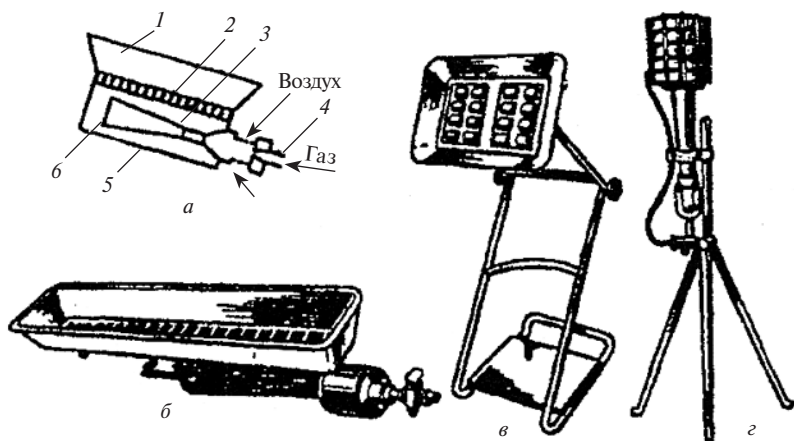


Рис. 15. Горелки инфракрасного излучения:

а — схема горелки: 1 — рефлектор; 2 — керамическая плитка; 3 — смеситель; 4 — сопло; 5 — корпус; 6 — сборная камера; *б*, *в* и *г* — горелки ГИИ-1, ГИИ-8 и ГК-1-38 соответственно

циальной замазкой, состоящей из смеси шамотного порошка с цементом.

Если инфракрасные горелки работают на газе среднего давления, то применяют специальные плиты из жаропрочных пористых материалов. Вместо цилиндрических каналов у них узкие искривленные каналы, которые заканчиваются расширяющимися камерами сгорания.

При сжигании газа в многочисленных каналах различных насадок происходит нагрев их внешних поверхностей до температуры около 1000 °С. В результате поверхности приобретают оранжево-красный цвет и становятся источниками инфракрасных лучей, которые поглощаются различными предметами, что вызывает их нагрев.

На рис. 15, *б*, *в* и *г* показаны наиболее распространенные типы инфракрасных горелок. У горелок ГИИ-1 имеются 21 керамическая плитка, рефлектор и распределительная коробка. С помощью горелок ГИИ можно обогревать помещения и различное оборудование. Горелки используют и для обогрева открытых сооружений (спортивных площадок, кафе, помещений летнего типа и т. д.).

Горелки ГИИ-8 и ГК-1-38 успешно применяют для подогрева строящихся стен и штукатурки, обогрева людей, работающих в зимних условиях. Горелка может работать на природном или сжиженном газе.

Горелки с принудительной подачей воздуха

У горелок с принудительной подачей воздуха процесс образования газозвушной смеси начинается в самой горелке и завершается в топке. Газ сгорает коротким и несветящимся пламенем. Воздух, необходимый для сгорания газа, подается в горелку с помощью вентилятора. Подача газа и воздуха производится по отдельным трубам.

Горелки с принудительной подачей воздуха часто называют двухпроводными или смесительными. Наиболее распространенные конструкции этих горелок работают на низком давлении газа и воздуха, однако некоторые конструкции можно использовать и при среднем давлении газа. Горелки предназначены для установки в топках котлов, в нагревательных и сушильных печах и др.

В горелке с принудительной подачей воздуха низкого давления (рис. 16) газ давлением до 1200 Па поступает в сопло 1 и выходит из него через восемь отверстий диаметром 4,5 мм. Отверстия расположены под углом 30° к оси горелки. В корпусе 2 горелки установлены специальные лопатки, придающие потоку воздуха вращательное движение. Таким образом, газ в виде мелких струек поступает в закрученный поток воздуха, что способствует хорошему перемешиванию. Горелка заканчивается керамическим тоннелем 4, имеющим запальное отверстие 5.

Основные достоинства горелок с принудительной подачей воздуха: высокая производительность; широкий диапазон регулиро-

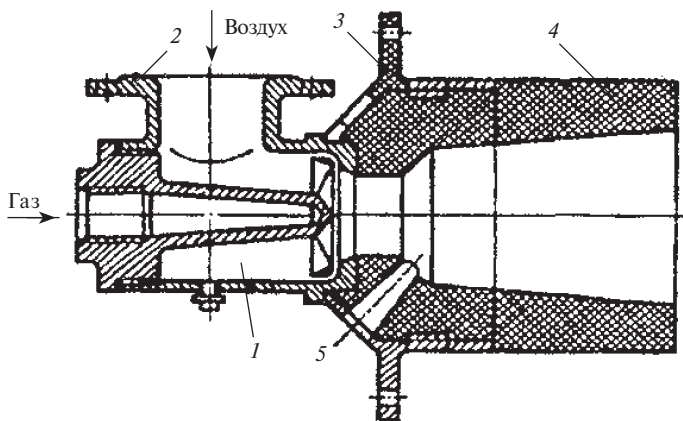


Рис. 16. Горелка с принудительной подачей воздуха низкого давления:
1 – сопло; 2 – корпус; 3 – фронтальная плата; 4 – керамический тоннель;
5 – запальное отверстие

вания производительности горелок; возможность работы на подогревом воздухе.

В существующих разнообразных конструкциях горелок интенсификация процесса образования газозвушной смеси достигается следующими способами: разбиением потоков газа и воздуха на мелкие потоки, в которых происходит смесеобразование; подачей газа в виде мелких струек под углом к потоку воздуха; закручиванием потока воздуха различными приспособлениями, встроенными внутрь горелок.

Комбинированные горелки

Горелки, работающие одновременно или раздельно на газе и мазуте или на газе и угольной пыли, называются *комбинированными*. Их применяют при перебоях в подаче газа, когда необходимо срочно перейти на другой вид топлива; когда газовое топливо не обеспечивает необходимого температурного режима топки; когда подача газа на данный объект производится только в определенное время (ночью) для выравнивания суточной неравномерности газопотребления.

Наибольшее распространение получили газомазутные горелки с принудительной подачей воздуха.

Комбинированная газомазутная горелка (рис. 17) состоит из газовой, воздушной и жидкостной частей. Газовая часть представляет собой полое кольцо, имеющее штуцер для подвода газа и восемь трубочек 4 для распыления газа. Жидкостная часть горелки состоит из мазутной головки и внутренней трубки, заканчивающейся форсункой 1. Подача мазута в горелку регулируется вентилем. Воздушная часть горелки состоит из камеры 2, завихрителя 3, воздушной заслонки 5, с помощью которой можно регулировать подачу воздуха.

Завихритель служит для лучшего перемешивания струи мазута с воздухом. Давление воздуха 2–3 кПа, давление газа до 50 кПа, а давление мазута до 0,1 МПа.

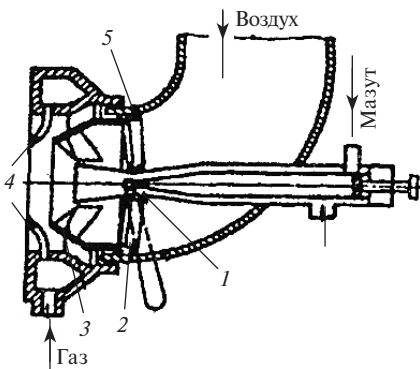


Рис. 17. Комбинированная газомазутная горелка:
1 – мазутная форсунка; 2 – воздушная камера; 3 – завихритель; 4 – трубки выхода газа; 5 – воздушная регулировочная заслонка

Применение комбинированных горелок дает более высокий эффект, чем одновременное использование газовых горелок и мазутных форсунок или газовых и пылеугольных горелок.

Комбинированные горелки необходимы для надежной и бесперебойной работы газоиспользующих установок крупных промышленных предприятий, электростанций и других потребителей, для которых перерыв в работе недопустим.

Рассмотрим принцип действия комбинированной пылегазовой горелки конструкции Мосэнерго (рис. 18). При работе на угольной пыли в топку по кольцевому каналу 4 центральной трубы подается смесь первичного воздуха с угольной пылью, а вторичный воздух поступает в топку через улитку 1.

В качестве резервного топлива служит мазут, в этом случае в центральной трубе устанавливается мазутная форсунка. При переводе горелки на газовое топливо мазутную форсунку заменяют кольцевым каналом, по которому подается газовое топливо.

В центральной части канала установлена труба с чугунным наконечником 2. В наконечнике имеются 24 косые щели, через которые выходит газ, пересекающийся с потоком закрученного воздуха, выходящего из улитки 1. В усовершенствованных конструкциях горелок в наконечнике вместо щелей предусмотрено 115 отверстий диаметром 7 мм. В результате скорость выхода газа увеличилась почти в два раза (150 м/с).

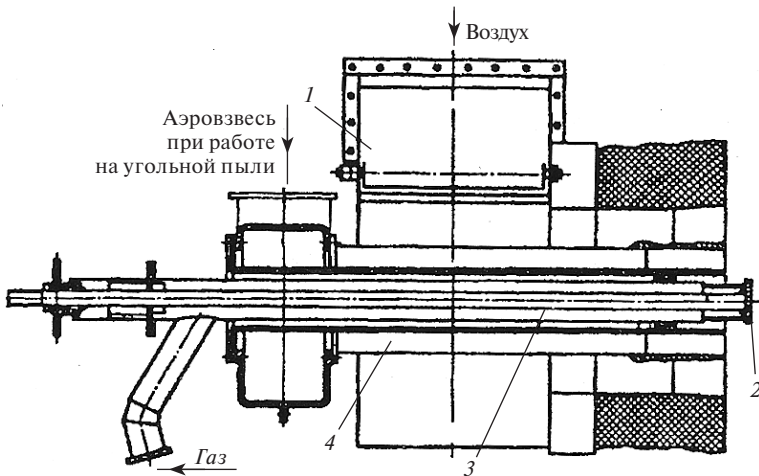


Рис. 18. Комбинированная пылегазовая горелка с центральной подачей газа:

1 — улитка для закручивания воздушного потока; 2 — наконечник газоподводящей трубы; 3 — кольцевой канал для подачи газа; 4 — кольцевой канал для подачи смеси первичного воздуха с угольной пылью

В новых конструкциях горелки применяется периферийная подача газа, при которой газовые струйки, имеющие более высокую скорость, чем воздушные, пересекают закрученный поток воздуха, движущийся со скоростью 30 м/с, под прямым углом. Такое взаимодействие потоков газа и воздуха обеспечивает более полное их перемешивание, в результате чего газоздушная смесь сгорает с минимальными потерями.

Горелки блочные газовые БГ-Г (рис. 19) предназначены для использования в камерах сгорания тепловых агрегатов различного назначения (паровые и водогрейные котлы, печи, асфальтосмесительные установки и т. д.). В качестве топлива в горелках используют природный газ. Технические характеристики горелок БГ-Г приведены в таблице 11.

Таблица 11

Технические характеристики горелок БГ-Г в зависимости от их номинальной тепловой мощности, МВт

Параметр	Тепловая мощность, МВт				
	0,12	0,25	0,34	0,5	0,65
Тепловая мощность в режиме «малый огонь», МВт	0,08	0,08	0,08	0,24	0,32
Давление газа перед горелкой, Па	2000	2000	2500	3500	4500
Номинальное давление в камере сгорания теплового агрегата, Па	200	150	—	—	—
Номинальное разрежение в камере сгорания газа, Па	10	10	10	10	10
Низшая теплота сгорания газа, МДж/м ³ , не менее	31,8				
Температура окружающей среды, °С, не более	40				
Минимальный коэффициент избытка воздуха при номинальной тепловой мощности, не более	1,15				
Допускаемое увеличение минимального коэффициента избытка воздуха в диапазоне рабочего регулирования тепловой мощности, не более	0,2				
Мощность привода вентилятора, кВт, не более	0,18	0,25	0,25	0,37	0,37

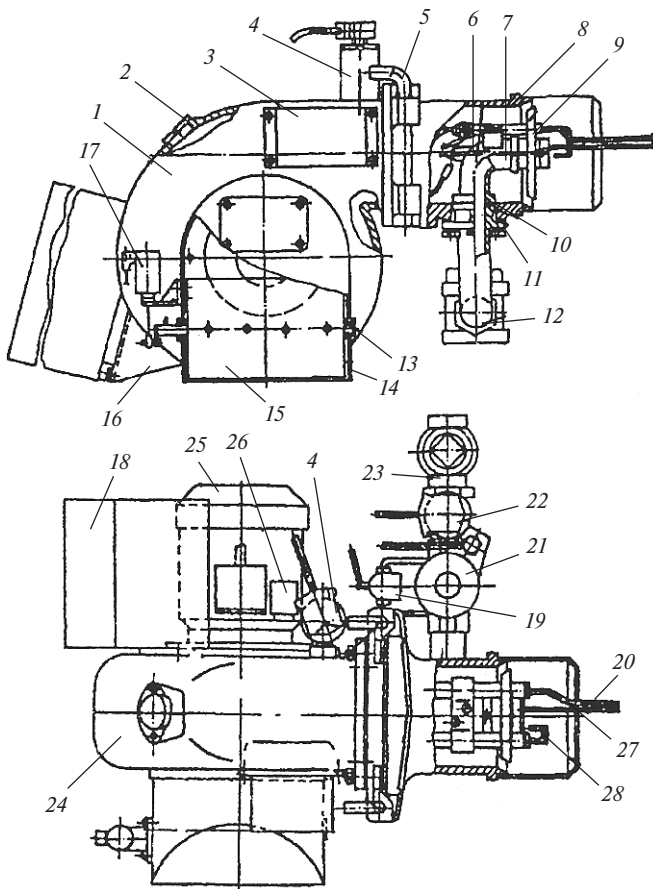


Рис. 19. Горелка блочная газовая БГ-Г:

1 – корпус; 2 – глазок смотровой; 3 – генератор импульсный; 4 – датчик-реле давления воздуха; 5 – палец быстросъемный; 6 – провод высоковольтный; 7 – насадок газовый; 8 – переходник (смеситель) с соплом; 9 – завихритель; 10 – кольцо уплотнительное; 11 – прокладка; 12 – разводка газовая; 13 – ось; 14 – воздухозаборник; 15 – заслонка воздушная; 16 – кронштейн; 17 – электромагнит; 18 – пульт управления; 19 – клапан электромагнитный; 20 – датчик ионизационный (электрод контрольный); 21 – вентиль газовый; 22 – датчик-реле давления газа; 23 – кран; 24 – вентилятор; 25 – электродвигатель; 26 – реле; 27 – электрод нулевой; 28 – электрод запальный

Во входной части корпуса расположен воздухозаборник 14, в котором на оси 13 установлена воздушная заслонка 15 с приводом. Привод воздушной заслонки состоит из электромагнита 17 и системы рычагов, связанных с осью заслонки. К корпусу 1 крепится электродвигатель 25, на вал которого насажен центробежный вентилятор 24. К фланцу корпуса крепится смеситель 8, внутри которого установлен газовый насадок 7 с завихрителем 9 и электродами 20, 27 и 28. К торцу смесителя крепится горловина.

Для доступа к газовому насадку и подводящим высоковольтным проводам 6 электродов смеситель при помощи двух быстросъемных пальцев 5 может откидываться в одну или другую сторону. Газовый насадок 7 соединен с газовой разводкой 12, на которой установлена в зависимости от типоразмера горелки необходимая газовая арматура. Места соединений газового насадка 7 с газовой разводкой 12 и газовой разводки со смесителем горелки уплотнены уплотнительным кольцом 10 и прокладкой 11.

Управляют работой горелки с пульта управления 18, который крепится к корпусу с помощью кронштейна 16. Воздух в горелку подается электровентилятором. Количество воздуха, поступающего в зону горения, регулируют воздушной заслонкой 15.

При номинальной тепловой мощности горелки электромагнит обесточен и воздушная заслонка открыта (положение 0 на лимбе воздухоборника). В режиме «малый огонь» на электромагнит подается питание, он срабатывает, и воздушная заслонка, поворачиваясь на оси, перекрывает воздухоборник (положение 3 на лимбе воздухоборника).

Газ поступает по газовой разводке 12 в газовый насадок 7 и через его газораздающие отверстия попадает в поток воздуха, закрученный завихрителем 9. Количество газа, подаваемого на горение, регулируют электромагнитными вентилями.

Газовоздушная смесь поджигается искрой, возникающей между запальным электродом 28 и газовым насадком 7 при подаче тока высокого напряжения от импульсного генератора 3.

Давление газа перед горелкой контролируют датчиком-реле 22, а давление воздуха для горения — датчиком-реле 4. Наличие пламени контролируют блоком контроля пламени, расположенным в пульте управления и получающим импульсы от датчика контроля пламени 20. Для наблюдения за горением на корпусе горелки имеется смотровой глазок 2.

Режим продувки. Включают электровентилятор, подающий воздух в горелку. Привод обесточен, заслонка 15 полностью открыта, подается максимальное количество воздуха для обеспечения продувки. Электромагнитные вентили на газовой разводке обесточены, что препятствует подаче газа в горелку.

Режим розжига. По окончании продувки горелка переходит в режим розжига, на привод подается питание, он поворачивает ось 13 заслонки 15, уменьшая подачу воздуха для обеспечения розжига горелки. Одновременно включается клапан 19 (на горелках БГ-Г-0,5 и БГ-Г-0,65 включаются два электромагнитных вентиля 21), подавая газ в горелку, и импульсный генератор 3, подавая высокое напряжение на запальный электрод 28. Искра, возникающая между газовым насадком 7 и запальным электродом 28, поджигает газозвоздушную смесь. Режим розжига горелки одновременно является режимом «малый огонь».

Режим эксплуатации. При нормальном розжиге с появлением пламени и устойчивом горении дополнительно включается электромагнитный вентиль 21, отключается электромагнит 17, обеспечивая максимальное открытие воздушной заслонки 15. Горелка переходит в режим «большой огонь». Тепловую мощность регулируют с помощью регулятора температуры (для паровых котлов – регулятор давления пара, который при необходимости подает сигнал на пульт управления для изменения расхода газа и воздуха).

Горелка работает в режиме нормальной эксплуатации с трехступенчатым регулированием тепловой мощности. Горелка БГ-Г-0,12 в зависимости от варианта изготовления работает в режиме трехступенчатого или двухступенчатого регулирования.

Автоматизация процессов сжигания газа

Свойства газового топлива и современные конструкции газовых горелок создают благоприятные условия для автоматизации процессов сжигания газа. Автоматическое регулирование процесса горения повышает надежность и безопасность эксплуатации газоиспользующих агрегатов и обеспечивает их работу в соответствии с наиболее оптимальным режимом. В существующих газоиспользующих установках применяют системы частичной или комплексной автоматизации.

Современная комплексная газовая автоматика состоит из следующих основных систем: автоматики регулирования, автоматики безопасности, аварийной сигнализации, теплотехнического контроля.

Автоматика регулирования бытовых, коммунальных и промышленных газовых приборов и агрегатов предназначена для управления и регулирования процесса горения газа таким образом, чтобы газовые приборы и агрегаты работали на заданном режиме и обеспечивали оптимальный режим горения газа. Так, у емкостных водонагревателей поддерживается постоянная темпе-

ратура воды в баке, у паровых котлов — постоянное давление пара, у отопительных водогрейных котлов — температура воды в котле.

Автоматика безопасности прекращает подачу газа к горелкам газоиспользующих установок при:

- погасании факела в топке;

- повышении или понижении давления газа на подводящем газопроводе за установленные пределы;

- понижении разрежения в топке;

- понижении давления воздуха перед горелками;

- повышении температуры воды в котле;

- повышении давления пара в котле.

При отключении агрегатов подаются звуковой и световой сигналы. Контролируют также загазованность помещений, где установлены газовые приборы и агрегаты. Приборы контроля и сигнализации дают возможность устанавливать дистанционное управление газоиспользующих установок. Приборы теплотехнического контроля помогают обслуживающему персоналу вести технологический процесс в оптимальном режиме. Степень автоматизации газоиспользующего агрегата зависит от конкретных условий его эксплуатации.

ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Измерительный инструмент

В зависимости от рода выполняемых слесарных работ измерительные инструменты бывают: для линейных измерений; снятия и переноса размеров с изделия на масштабную линейку; с линейным корпусом; микрометрические и рычажно-механические.

Рулетки измерительные металлические изготовляют пяти типов и трех классов точности длиной 1, 3, 5, 10 и 25 м. *Рулетки измерительные неметаллические типа РТ* – тесемочные с проволочной стабилизирующей основой для проведения измерений в строительстве.

Линейки измерительные металлические с ценой деления 0,5 и 1 мм имеют длины: 150, 300, 500 и 1000 мм.

Метры складные выпускаются металлические и деревянные длиной (в развернутом виде) 1000 мм.

Штангенциркули применяются для измерения наружных и внутренних линейных размеров в пределах 0–125, 0–160, 0–200 и 0–250 мм, а также при разметке деталей. Выпускают штангенциркули типов: ШЦ-1 – двусторонние с глубиномером; ШЦТ-1 – односторонние с покрытием из твердого сплава и с глубиномером и др.

Уровни рамные предназначены для контроля горизонтального и вертикального расположения поверхностей, *брусковые* – для контроля горизонтального расположения поверхностей. *Уровни гидростатические* состоят из двух или более стеклянных сосудов, соединенных между собой резиновым шлангом. Они применяются для определения разности высот двух (или более) точек, удаленных одна от другой на значительное расстояние. *Уровни строительные УС2-300* служат для установления горизонтальности поверхности.

Отвесы стальные строительные применяют для проверки вертикального положения деталей. Они состоят из шнура и веса.

Угольники поверочные 9У изготовляют различных типов и размеров: УЛ – лекальные; УЛП – лекальные плоские; УЛЦ – лекаль-

ные цилиндрические; УП – слесарные плоские; УШ – слесарные с широким основанием.

Калибры резьбовые нерегулируемые применяют для контроля метрической, дюймовой и трубной цилиндрической резьбы.

Шаблоны резьбовые представляют собой стальную пластину с зубцами и служат для определения шага резьбы изделия. Они комплектуются в виде двух наборов:

набор № 1 используется для определения шага метрической резьбы и состоит из 20 резьбовых шаблонов с шагом 0,4–6 мм;

набор № 2 служит для нахождения шага трубной резьбы и состоит из 16 резьбовых шаблонов с числом ниток на 1": 28, 20, 19, 18, 16, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, 4 $\frac{1}{2}$, 4.

Инструмент для сверления, зенкерования и развертывания

Сверла с коническим хвостовиком диаметром 6 мм и более и с цилиндрическим хвостовиком диаметром 8 мм и более выполняют спиральными. Отверстия в деталях сверлят на вертикальных, радиально-сверлильных и переносных станках, а также на ручных пневматических и электрических сверлильных машинах. Сверлят преимущественно спиральными сверлами.

Зенкеры применяют для обеспечения точности сверления отверстий, для обработки черновых отверстий, цилиндрических и конусных углублений с плоским дном, для подрезки торцовых поверхностей бобышек.

Развертки используют для получения точных отверстий, предварительно обработанных сверлом. По конструкции развертки бывают цельные, регулируемые и со вставными зубьями. Различают черновые и чистовые развертки.

Инструмент для нарезания резьбы

В зависимости от формы сечения канавки различают резьбу: треугольную, трапецеидальную, прямоугольную и др. На крепежных деталях: болтах, винтах, шпильках нарезается преимущественно треугольная резьба.

Треугольная резьба бывает дюймовая и метрическая.

Дюймовая резьба имеет профиль в виде равнобедренного треугольника с углом при вершине 55°. Вершина треугольника закруглена во избежание заедания. Наружный диаметр и шаг резьбы

даются в дюймах. Шаг резьбы измеряется числом ниток (витков) на одном дюйме длины.

Метрическая резьба отличается от дюймовой тем, что ее профиль представляет собой треугольник с углом при вершине 60°. Диаметр и шаг этой резьбы указывают в миллиметрах.

Трубная резьба, которая отличается от дюймовой меньшей величиной шага и меньшей глубиной нарезки, применяется для нарезки газовых труб. Болты нарезать трубной резьбой нельзя, так как она не обеспечивает необходимой прочности болтового соединения.

Резьба должна быть чистой и без заусенцев. Допустимая длина ниток с сорванной или неполной резьбой должна составлять не более 10 % общей длины резьбы, так как при частично сорванной резьбе в дефектном месте слой уплотнителя не будет достаточно сжат, и поэтому соединение получится неплотным. Особое внимание следует обратить при нарезке резьбы на тщательную очистку от грязи и стружек. Резьбу очищают специальными щетками, так как загрязнение канавок резьбы ослабляет уплотнение и приводит к утечкам в трубопроводах.

Резьбу, как правило, выполняют правую, в отдельных случаях – левую, нарезая ее вручную и на станках. Диаметры сверл и отверстий для нарезания метрической резьбы определяют по соответствующим таблицам, а для трубной цилиндрической резьбы – по табл. 12.

Таблица 12

**Диаметры отверстий и сверл для нарезания
трубной цилиндрической резьбы**

Номинальный размер резьбы, дюймы	Число ниток на 1 дюйм	Шаг резьбы	Номинальный диаметр отверстий под резьбу, мм	Диаметр сверла, мм
½	14	8,14	18,68	18,75
¾	14	8,14	24,17	24,25
1	14	8,14	30,34	30,5
1¼	11	2,309	39	39
1½	11	2,309	44,9	45

Основными инструментами для нарезания резьбы являются метчики и плашки.

Метчик состоит из рабочей (режущей) части и хвостовика. В рабочей части находятся продольные прямые канавки, благодаря которым образуются острые кромки, производящие нарезку. Передняя рабочая часть конусообразно обтачивается и называется заборным конусом. Хвостовик имеет квадратное сечение и служит для закрепления метчика в патроне или в воротке во время работы.

Для получения нарезки в отверстиях пользуются комплектом из трех метчиков: черного (№ 1), среднего (№ 2) и чистового (№ 3).

Порядковый номер метчиков, входящих в комплект, определяется по числу рисок, нанесенных на хвостовике метчика. При нарезании резьбы следует пользоваться последовательно всеми тремя метчиками.

Метчики во время работы надо смазывать и следить, чтобы они не перекаливались.

Во избежание поломки метчика глухое отверстие под нарезку сверлится на 2–3 мм глубже, чем общая длина резьбы и сбега.

Недостаточный диаметр отверстия под резьбу затрудняет работу метчика и приводит к поломке. Чтобы стружка, образующаяся при нарезании резьбы, могла проваливаться в продольные канавки метчика, его необходимо вращать на пол-оборота вперед, а затем отводить немного назад. При нарезании резьбы в мягком металле нужно периодически вынимать и очищать метчик и отверстие от стружки. После нарезки резьбы метчики очищают и смазывают машинным маслом. Каждый комплект метчиков хранят в отдельной коробке.

Трубными клуппами производится нарезание резьбы на трубах.

Газовый трубный клупп «Дуплекс» позволяет нарезать резьбы на трубах диаметром от 13 до 50 мм включительно. Клупп состоит из двух основных частей: корпуса с рукоятками и четырех режущих плашек, которыми нарезается резьба.

Обычно каждый клупп снабжается тремя комплектами плашек для диаметра труб 13–19 мм ($\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$ "), 25–31 мм (1– $1\frac{1}{4}$ ") и 38–50 мм ($1\frac{1}{2}$ –2"). Резьба нарезается четырьмя плашками одновременно, каждая из которых вставляется в определенное место корпуса клуппа, отмеченное соответствующей цифрой на плашке и на клуппе.

Кроме четырех режущих клупп «Дуплекс» имеет три направляющих плашки, обеспечивающие его устойчивость во время работы и не заменяемые при нарезках труб разных диаметров. Плашки

устанавливают вращением специального винта на наружной стороне клуппа. Недостатком указанного клуппа являются сложность его конструкции, затрудняющая его разборку и чистку, и большая масса.

Клупп газовый Сестрорецкого инструментального завода им. Воскова (рис. 20), предназначенный для нарезания резьбы на трубах диаметром до 2", снабжается тремя комплектами режущих плашек (по четыре штуки) для диаметров $\frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$ ", 1– $1\frac{1}{4}$ " и 1–2". Клупп обеспечивает точную установку и регулировку плашек.

Клупп газовый конструкции Маевского (рис. 21, табл. 13) прост в эксплуатации, имеет небольшую массу, легко разбирается и чистится.

Трещоточный клупп массой 2,4 кг служит для нарезания резьбы на трубах диаметром $\frac{1}{2}$ " до 2 $\frac{1}{2}$ " и имеет сменные плашки. При его использовании не нужно выполнять полные обороты, а лишь качательные движения, что позволяет нарезать уже установленные на место трубы.

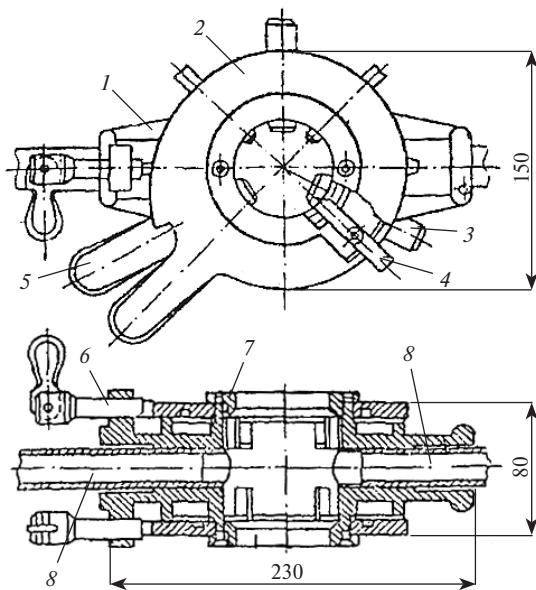


Рис. 20. Клупп газовый трубный для водогазопроводных труб:

1 – корпус; 2 – разводящее кольцо для режущих плашек; 3 – направляющие плашки; 4 – режущие плашки; 5 – разводящее кольцо для направляющих плашек; 6 – стопорный винт; 7 – зажимное кольцо; 8 – рукоятка

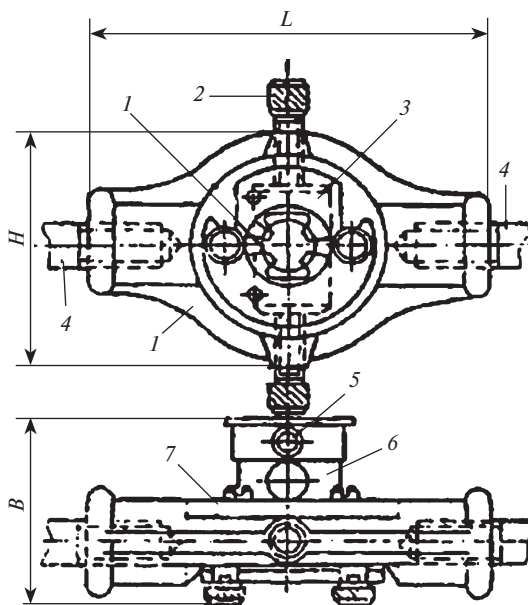


Рис. 21. Ключ конструкции Маевского для водогазопроводных труб:
 1 – плашки разрезные; 2 – винты для подачи плашек; 3 – упорная крышка; 4 – рукоятка для труб; 5 – винт для зажима сменных втулок; 6 – направляющая втулка для труб; 7 – направляющий фланец

Таблица 13

Размеры и масса ключей конструкции Маевского

Номер ключа	Диаметр нарезаемой резьбы, дюймы	Размеры, мм			Масса, кг
		<i>L</i>	<i>B</i>	<i>H</i>	
1	1/2–3/4	160	46	80	3,2
2	1–1 1/2	220	50	90	5,2
3	2–2 1/2	290	65	100	8

Плашки круглые и раздвижные (рис. 22) применяют для нарезания наружной резьбы всех видов и размеров на стержнях, преимущественно на болтах и винтах. Устанавливают плашки на станках, а также на ручных воротках. Для нарезания вручную резьбы на винтах диаметром до 6 мм применяют винтовальные доски.

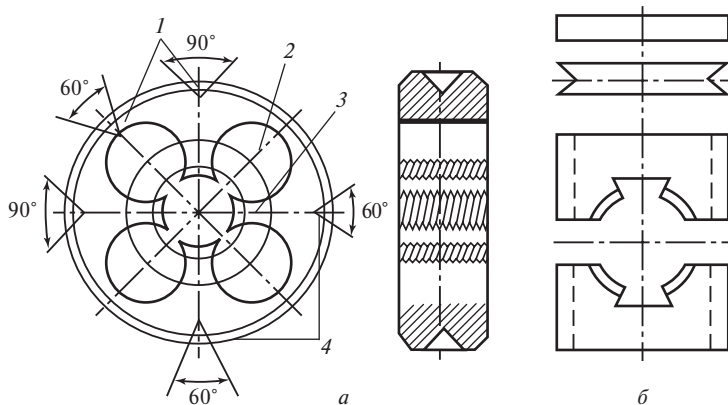


Рис. 22. Плешки:

а – круглая; *б* – раздвижная; 1 – гнезда для регулировочных винтов; 2 – стружечное отверстие; 3 – режущее перо; 4 – гнезда для крепежных винтов

Инструмент для резки металла

Металл режут ручным и механическим способами. Для резки листового материала толщиной до 0,5 мм пользуются *ручными ножницами*. *Стуловые ножницы* применяют для резки листов толщиной до 2 мм. Длина лезвия стуловых ножниц составляет 100–250 мм.

Резку металла чаще всего выполняют ножовками и труборезами.

Ножовка (рис. 23) состоит из станка, ножовочного полотна, натяжного винта с барашками и рукоятки. Станки бывают цельные и раздвижные. *Ножовочные* станки с раздвижными рамками имеют наименьшую длину без ручки 230 и 335 мм. Ножовочные полотна закрепляют в ножовочных станках так, чтобы острия режущих зубьев были направлены на разрезаемый металл. Наибольшее распространение на практике получили более удобные раздвижные ножовки, которые позволяют устанавливать в них ножовочные полотна различной длины 150–400 мм.

Полотно натягивается с помощью переднего подвижного зажима поворачиванием барашка. Ножовочное полотно надо закреплять в станке так, чтобы зубья были направлены вперед и полотно во время работы не изгибалось. При резке ножовкой изделие крепко зажимают в тисках. Нажим на ножовку производят только при движении вперед. При обратном ходе зубья должны свободно скользить по поверхности металла. Не рекомендуется сильно нажимать ножовку при резке труб, когда распил изделия подходит к концу.

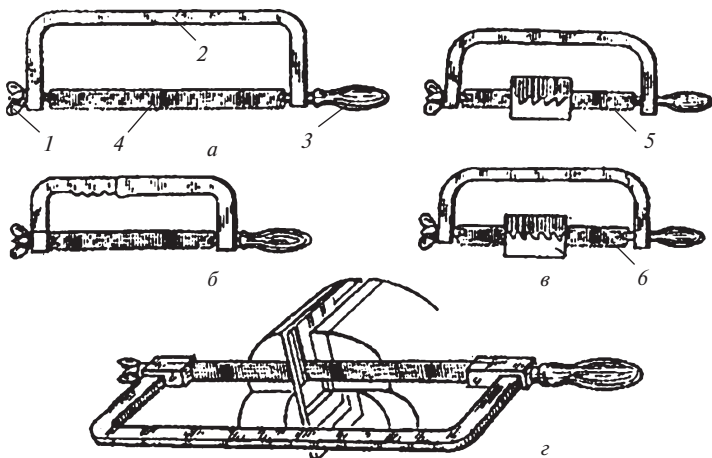


Рис. 23. Ножовки для резки металла:

а – ножовка с передвижным станком; *б* – ножовка с раздвижным станком; *в* – установка полотна ножовки; *г* – положение ножовки при отрезании длинных полос; *1* – барашек; *2* – станок; *3* – рукоятка; *4* – полотно; *5* – правильное положение; *б* – неправильное положение

При поломке одного зуба необходимо перед тем, как продолжать работу, сточить на точиле следующие два-три зуба. В противном случае зубья будут ломаться один за другим. При отрезании длинных узких полос полотно ножовки ставится перпендикулярно плоскости ножовочного станка.

Режущей частью *трубореза* являются стальные ролики или диски. Труборезы бывают с одним или несколькими режущими дисками (рис. 24). Наибольшее применение имеют трехроликовые труборезы. При работе труборез надевают на трубу, придвигают подвижный резец до соприкосновения со стенкой трубы и, поджав резец на $\frac{1}{4}$ оборота, вращают труборез за ручку вперед и назад. После каждого оборота подвижный резец поджимают, продолжая вращение трубореза до окончания резки трубы. При резке роликами следят за тем, чтобы риски роликов совпадали, иначе линия отреза будет неровной.

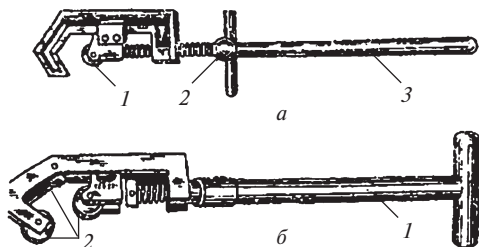


Рис. 24. Труборезы:
а – однороликовый; *б* – трехроликовый; *1* – ролик; *2* – зажим; *3* – рукоятка

Место, разрезаемое труборезом, смазывается маслом или эмульсией для охлаждения роликов. Недостатком трубореза является наличие после резки им больших заусенцев, требующих дальнейшей опиловки торца трубы.

Кроме указанных ручных способов резки металла применяются и механизированные: с помощью механической ножовки, ленточных пил.

Инструмент для опилования и шлифования

Напильники, предназначенные для опилования поверхностей обрабатываемого металла, подразделяются на пять групп: общего назначения – для общеслесарных работ; специального назначения; надфили – для опилования точных и мелких изделий; раш-пили – для грубой обработки мягких материалов (металлов, кожи, резины и др.); машинные – для опиловочных станков.

При монтажных работах наиболее часто применяют напильники общего назначения с двойной насечкой.

Абразивный инструмент применяют для шлифовальных работ, затачивания инструмента и других целей.

Заводы выпускают круги шлифовальные плоские прямого профиля и фасонного профиля, головки шлифовальные, бруски шлифовальные, сегменты шлифовальные, круги шлифовальные плоские специального назначения при окружной скорости движения круга 50 м/с. Абразивный инструмент изготавливают из нормального электрокорунда, зеленого и черного карбида кремния.

Инструмент для разметки

Кернеры применяют для нанесения углублений (кернов) на предварительно размеченных линиях. Керны необходимы для того, чтобы риски были отчетливо видны и не стирались в процессе обработки детали.

Кернеры бывают обыкновенные, специальные, пружинные (механические) и электрические.

Чертилки служат для нанесения линий (рисок) на размечаемую поверхность с помощью линейки, угольника или шаблона. Для разметки на стальной хорошо обработанной поверхности используют чертилки из латуни, в других случаях – чертилки с наплавкой из твердого сплава.

Циркули бывают простые или с дугой, точные и пружинные. Точный циркуль имеет дугу с делениями и микрометрический винт.

Кронциркули и нутромеры служат для измерения наружных диаметров изделий, толщины материала, внутренних диаметров, отверстий и для переноса их на линейку.

Инструмент и приспособления для выполнения слесарных работ

При выполнении сборочных и слесарных работ для сборки и разборки применяют *ключи* гаечные двусторонние с открытым зевом, односторонние с открытым зевом, кольцевые двусторонние, комбинированные с открытым и кольцевым зевом; ключи гаечные разводные; ключи торцовые, предназначенные для заворачивания деталей с шестигранным углублением под «ключ». Помимо приведенного инструмента в газовом хозяйстве широко применяют различные приспособления.

Ревизия и мелкий ремонт задвижек на газопроводах, как правило, производятся с отключением газа. Применение *приспособления для ремонта задвижек под высоким давлением газа* (рис. 25) позволяет производить ревизию задвижек, набивку сальников, смену прокладок и лопнувших крышек задвижек без снижения давления газа.

При ремонте задвижки приспособление хомутом 19 закрепляется на корпусе, а хомутом 5 — на ее штоке; натяжными муфтами регулируется длина штанг 7, 8 и 15 в зависимости от размеров задвижки; штанга 8 зацепляется за один из крючков гребенки 9. Натяжной болт 10 удерживает шток и клинкет в корпусе задвижки при снятой крышке, препятствуя их выдавливанию газом.

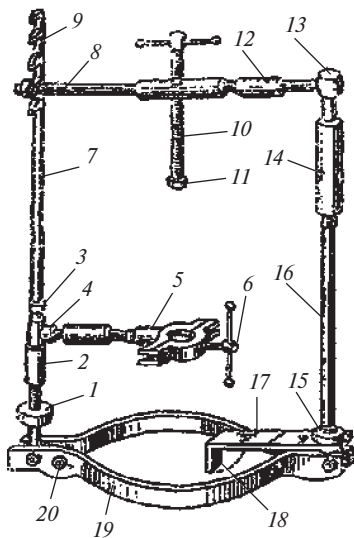


Рис. 25. Приспособление для ремонта задвижек под высоким давлением газа:

1 — контргайка; 2 — натяжная муфта; 3 — шарнирное соединение; 4 — натяжная муфта; 5 — хомут шарнирно-подвижной; 6 — упорный болт; 7, 8 — штанги; 9 — гребенка; 10 — натяжной болт; 11 — шарнирный упор; 12 — натяжная муфта; 13 — шарнирное соединение; 14 — натяжная муфта; 15 — штанга; 16 — контргайка; 17, 18 — планки; 19 — хомут; 20 — болт натяжной

При снятии крышки хомут 5 и болт 10 должны быть убраны. В это время для удержания клинкетов в корпусе используются планки 17 и 18, соединенные между собой петлей. При помощи двух пружин и тросика, не показанных на рисунке, планка 17 может быть поджата под планку 18 или надежно установлена под прямым углом к ней.

Для закрепления клинкетов во время снятия крышки планка 18 с поджатой планкой 17 при приподнятой крышке вводится в задвижку. Под действием пружин и тросика планка 17 становится под прямым углом к планке 18 и упирается в клинкеты. После снятия крышки шток и клинкеты закрепляются хомутом 5 и натяжным болтом 10, а планки 17 и 18 удаляются.

При эксплуатации подземных газопроводов из-за изнашивания резьбы довольно часто приходится менять муфты стояков конденсатосборников, укорачивать и нарезать вновь стояки при их поломке, срезании грунта, коррозии и т. п.

Эти работы обычно связаны с ломкой дорожного покрытия и раскопкой грунта для снятия ковера. Во избежание трудоемкой работы был разработан *набор инструмента для ремонта сифонных стояков с конденсатосборниками низкого давления без снятия ковера*. Набор (рис. 26) состоит из трех приспособлений: торцового ключа, трубореза и клуппа.

Торцовый ключ предназначается для снятия муфт стояков. Для этого его надевают головкой на муфту. Затем поворотом рукоятки опускают клин и плотно прижимают им сухарь к муфте. Рабочая плоскость сухаря и часть внутренней плоскости головки ключа имеют острые ребра, благодаря чему муфта не проворачивается в ключе. Вращается ключ при помощи воротка, надеваемого на квадратную головку шпинделя.

При монтаже наземных газопроводов возникает необходимость центровки стыков между опорами. Для упрощения и облегчения этой операции разработано специальное *приспособление для центровки стыков наземных газопроводов*. Это приспособление состоит из винта с гайкой и раздвижной треноги, на ногах которой размещены кронштейны для подмостей. Стоя на подмостях, рабочий может посредством винта подъемника поднимать концы труб до необходимой высоты.

Приспособление для облегчения очистки газопроводов от коррозии представляет собой дугу, изготовленную из двух полос оброчной стали размерами 1,5×50 мм. Радиус дуги выполняется на 24 мм больше наружного радиуса очищенной трубы.

К нижней полосе с внутренней стороны крепят пучки струнной стали, которые пропускают через отверстия, просверленные в полосе в шахматном порядке, и сцепляют друг с другом вязаль-

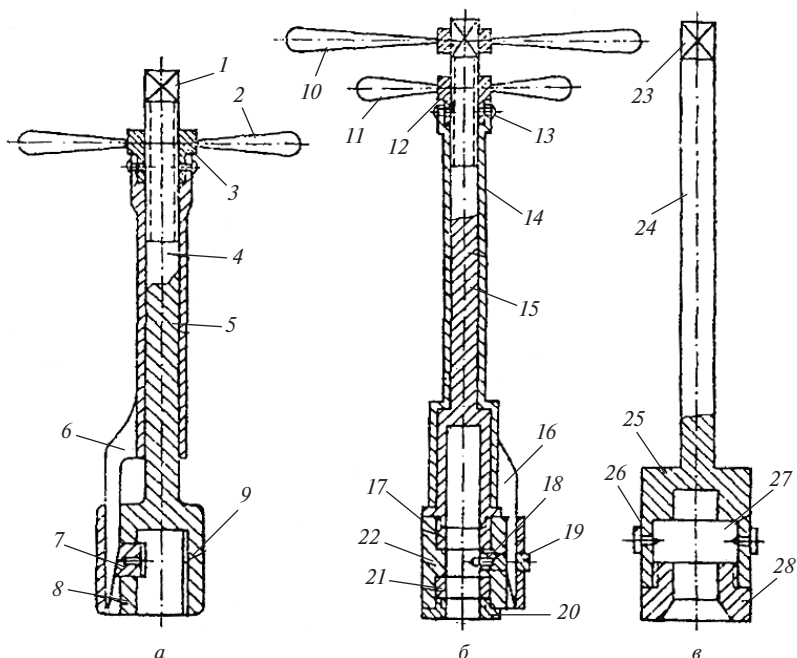


Рис. 26. Набор инструментов для ремонта сифонных стояков с конденсаторными низкого давления:

а – торцевой ключ; *б* – труборез; *в* – торцевой клупп; 1 – квадрат для воротка; 2 – рукоятка подачи; 3 – гайка подачи; 4, 5 – трубка подачи; 6 – клин; 7 – сухарь; 8 – головка ключа; 9 – ребра; 10 – вороток; 11 – рукоятка подачи; 12 – гайка подачи; 13 – стопор гайки; 14 – трубка подачи; 15 – шпindelь; 16 – клин; 17 – кольцо скольжения; 18 – режущий ролик или резец; 19 – державка ролика; 20 – гайка направляющая; 21 – кольцо скольжения; 22 – головка; 23 – квадрат для воротка; 24 – штанга; 25 – корпус клуппа; 26 – стопорный болт; 27 – гнездо для плашки; 28 – направляющая гайка

ной проволокой для предотвращения выпадания из гнезд. Для еще более надежного закрепления этих пучков на нижнюю полосу накладывают вторую полосу стали, которую соединяют с первой полосой точечной сваркой. Этим самым увеличивается масса приспособления, вследствие чего оно сильнее прижимается к очищаемой поверхности. К верхней части дуги остова приваривают рукоятку из круглой стали диаметром 10 мм.

Рабочий устанавливает приспособление на газопровод и попеременными движениями рукоятки назад и вперед с одновременным медленным продвижением вдоль газопровода производит очистку. При этом ноги рабочего находятся по обе стороны газопровода.

Профилактический ремонт газовых кранов на внутридомовых разводках и газовых стояках производится устаревшим небезопасным способом. Обычно смазку крана выполняют с выпуском газа непосредственно в помещения.

Для безопасного производства работ предложено приспособление, обеспечивающее полную герметичность газопровода на время профилактических и ремонтных работ.

Зажим-заглушка устанавливается на корпусе пробкового крана на время смазки конусов пробки без прекращения подачи газа к приборам. Он состоит из двух кронциркульных дужек, рычага с тягой, двух уплотнителей с пористой резиной, вклеенной в чашечки (пористая резина прикрепляется к чашечкам клемм № 88). Один уплотнитель жесткозакрепленный, другой – шарнирный. Рычаг с тягой соединен болтами с гайкой.

Существует целая серия *механизмов для гибки труб*, работающих по принципу гибки труб на двух опорах с приложением изгибающего усилия в середине трубы. Опоры выполняются шарнирными. Усилие на трубу от винтового или гидравлического домкрата передается на гибочный сектор (сегмент). Такие станки особенно удобны, когда приходится гнуть трубы непосредственно на стройплощадке или трассе. Однако они не отличаются большой производительностью, поэтому ими пользуются при малых объемах работ и отсутствии отводов заводского изготовления. Они могут изгибать трубы диаметром до 377 мм.

Из станков такого типа наиболее распространены ручные гидравлические трубогибы, а также трубогибочные станки с механическим приводом от электродвигателя. В настоящее время серийно выпускаются переносные ручные гидравлические трубогибы: ТРГ-22 и ТРГС-23, ТРГ-16-32, ТРГМ-50 для гибки труб диаметром соответственно до 25, 32 и 50 мм.

К стационарным станкам, работающим по принципу гибки труб на двух опорах, относятся станки ТГС-2 для гибки труб диаметром до 50 мм и ТГС-127 для гибки труб диаметром до 127 мм.

При гибке труб применяются дорны, состоящие из одного стержня, конец которого имеет ложкообразную или шарообразную форму. При гибке тонкостенных труб диаметром до 75 мм с толщиной стенки до 2 мм, а также для труб диаметром свыше 75 мм при разнице изгиба меньше 2 диаметров используют дорны, конец которых имеет ложкообразную форму, в остальных случаях – шарообразную. Применяется также беспереналадочный станок Минспецстроя УССР с дорновыми головками для гибки труб диаметром 25–80 мм.

Трубогибы типов ТРГ- $\frac{3}{4}$ " и ТРГ-2" (рис. 27) используют для изгибания труб в холодном состоянии без набивки их песком и без нагрева. Их изготавливают с гидравлическим приводом на Ногинском опытном заводе монтажных приспособлений.

Ручные трубогибы типа СТВ предназначены для изгибания водогазопроводных труб диаметром $\frac{1}{2}$ –1" в холодном состоянии без набивки песком.

Приспособления для выполнения огневых работ на действующих газопроводах низкого давления диаметром 100–500 мм разработаны Гипрониигазом и предназначены для обеспечения безопасности труда при ремонтных работах.

Как известно, понижение давления в газопроводе в месте проведения работ связано с большой предварительной подготовкой. В закольцованных сетях низкого давления, снабжаемых от нескольких ГРП, часто требуется понижать давление одновременно на 2–3 ГРП и более. Поскольку режим газопотребления не бывает постоянным и может меняться даже в течение часа, снижаемое в ГРП давление необходимо постоянно корректировать по давлению в газопроводе у места работ. Выполнение такой операции увеличивает время и усложняет проведение работ, требует дополнительных трудовых и материальных затрат и не дает гарантии обеспечения давления в газопроводе в месте работ в установленных пределах.

Использование комплекта приспособлений для огневых работ на действующих газопроводах намного упрощает выполнение работ и сокращает их срок. Такой комплект включает в себя приспособления для:

- предохранения работающих от воздействия пламени;
- временного локального отключения участка газопровода с распорным устройством для установки и закрепления этого приспособления;
- установки накладки (заплаты) на отверстие в газопроводе.

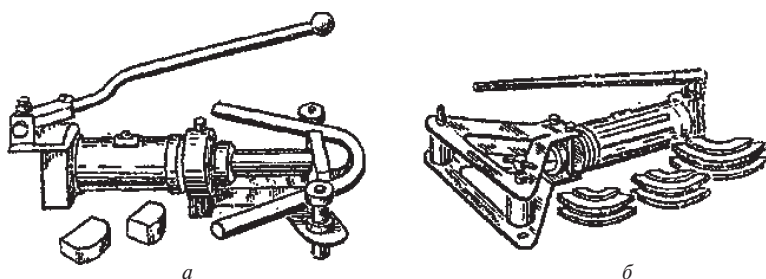


Рис. 27. Ручные гидравлические трубогибы типов ТРГ- $\frac{3}{4}$ " (а) и ТРГ-2" (б)

Приспособление для предохранения работающих от воздействия пламени (рис. 28) включает в себя соединяемые между собой на объекте пламеотводную трубу и пламеприемный насадок. Пламеотводную трубу изготавливают из кровельной стали, она состоит из трех телескопически раздвигающихся частей. Это обеспечивает удобство ее транспортировки и предохраняет от возможных деформаций при транспортировке и хранении. Общая длина трубы с тремя раздвинутыми частями 5 м, с двумя — 4,5 м. Длина трубы в собранном виде (со сдвинутыми частями) 1,8 м. Положение стойки или треноги не должно препятствовать нормальной работе газорезчика и слесаря. При работе в колодце перекрытие должно быть обязательно снято.

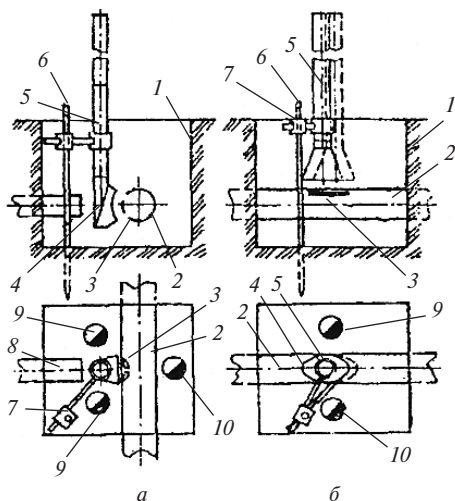


Рис. 28. Применение пламеотводной трубы при огневых работах на действующих газопроводах низкого давления: *а* — использование бокового пламеприемного насадка; *б* — то же верхнего; 1 — котлован; 2 — газопровод действующий; 3 — щель, вырезаемая в газопровode; 4 — насадок пламеприемный; 5 — труба, пламеотводная; 6 — стойка; 7 — каретка; 8 — ответвление, присоединяемое к действующему газопроводу; 9 — положение резчика; 10 — положение слесаря

При работе в котлованах глубиной до 2 м можно применять трубу из двух раздвинутых частей. Раздвинутые части трубы надежно закрепляют специальными стопорами, исключающими возможность их самопроизвольного сдвига и разъединения. Трубу устанавливают вертикально и крепят на стойке, забиваемой в грунт, или на раздвижной треноге. В верхней части стойки расположен горизонтальный рычаг, который может перемещаться относительно стойки в трех направлениях (вдоль, поперек и вокруг нее) и стопориться в нужном положении. Такой подвижный рычаг упрощает установку трубы в требуемое положение и позволяет при необходимости перемещать трубу в процессе работы.

Пламеприемные насадки изготавливают двух видов: верхний и боковой. Верхний (рис. 29) предназначен для приема выбросов пламени при прорезании отверстий в верхней части трубы. Он состоит

из горловины и раструба. Раструб изготавливают сначала в виде воронки и соединяют с горловиной, затем свободный конец раструба сплющивают до принятия им формы овала. Боковой насадок предназначен для приема выбросов пламени при прорезании круглых отверстий в боковой части трубы.

Огневые работы выполняют в следующем порядке. Телескопические звенья пламеотводной трубы раздвигают и закрепляют в этом положении. В нижний конец пламеотводной трубы вставляют пламеприемный насадок и закрепляют. Трубу устанавливают вертикально и закрепляют на стойке хомутом с таким расчетом, чтобы верхний конец ее находился на расстоянии не менее чем на 2 м выше края котлована. При сильном ветре труба укрепляется растяжками.

Центр отверстия пламеприемного насадка совмещают по оси с центром отверстия, которое намечается вырезать. Устанавливают расстояние между пламеприемным насадком и поверхностью газопровода, обеспечивающее удобство проведения работ (газовую резку, тушение пламени и заделку щели глиной), но не более 0,15 м, и надежно закрепляют приспособление в этом положении. При вырезании отверстия в верхней части газопровода диаметром более 300 мм пламеприемную трубу с насадком сдвигают вдоль газопровода. В этом случае прорезанная щель заделывается глиной до перемещения трубы.

После вырезания отверстия в газопроводе пламеотводную трубу поворачивают вокруг оси стойки с таким расчетом, чтобы она не мешала дальнейшему проведению работ.

Верхний пламеприемный насадок используют также при варке окна после присоединения ответвления к газопроводу.

Если при присоединении ветвления к газопроводу необходима замена бокового насадка верхним, эту операцию выполняют,

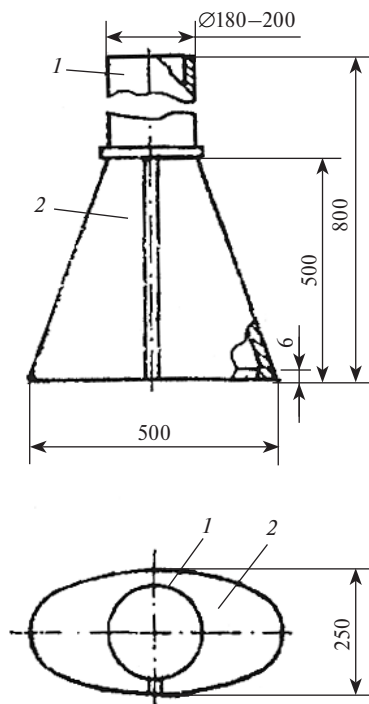


Рис. 29. Насадок пламеприемный верхний:

1 – горловина; 2 – раструб

не отсоединяя пламеотводную трубу; при выборе места установки стойки следует заранее предусмотреть такую возможность.

Перед началом вырезания отверстия в действующем газопроводе требуется проверить прочность установки стойки, крепления пламеотводной трубы и пламеприемного патрубка, надежность закрепления всех подвижных узлов приспособления. В процессе резки щель следует промазать глиной, чтобы уменьшить утечку газа и пламени. Необходимо следить за тем, чтобы глина, заполняющая прорезь, не пересыхала и не трескалась. Для этого промазанную часть прорези следует периодически покрывать разжиженной глиной и смачивать водой. Во время хранения и эксплуатации все резьбовые части приспособления должны быть хорошо смазаны.

По данным проведенного хронометража трудовые затраты на установку и демонтаж пламеотводной трубы при присоединении ответвлений к действующим газопроводам составляют 0,6, а при временном локальном отключении участков газопровода 0,4 чел.-ч.

Приспособление для временного локального отключения участка газопровода имеет вид двухдисковой заслонки (рис. 30), изготовленной из стального листа толщиной 2 мм. В пространство между диском и листом помещается уплотняющий материал – мокрая мягкая глина. Она упаковывается в неплотную ткань (марлю, ситец и др.) и накладывается в виде валика по окружности заслонки между дисками. Для предотвращения сдвига валика внутрь заслонки на обоих дисках делают кольца-ограничители 5, а для удержания его в указанном положении кольцо-захват 6. При диаметре условного прохода газопровода 200 мм и менее кольца 5 и 6 не устанавливаются и глиной заполняется все пространство между дисками.

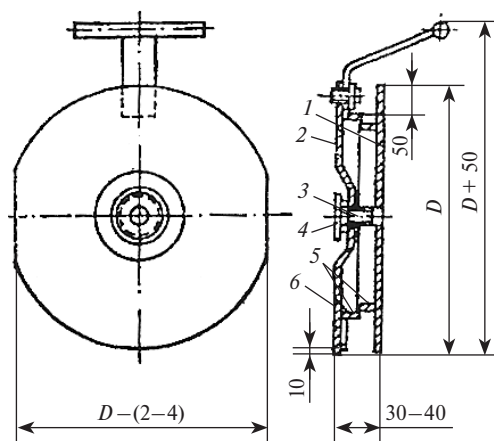


Рис. 30. Заслонка двух-
дисковая:

1 – диск; 2 – стальной лист;
3 – шпилька; 4 – гайка; 5 –
кольцо-ограничитель; 6 –
кольцо-захват

Толщина заслонки для газопровода с диаметрами до 200 мм принимается равной 30 мм, с диаметрами более 300 мм – 40 мм. Диаметр заслонки соответствует диаметру газопровода. Для предотвращения заедания заслонки при вводе ее внутрь трубы с небольшими отклонениями от стандартного диаметра, вмятинами или дефектами внутренней поверхности диаметр заслонки должен быть на 3–5 мм меньше внутреннего диаметра газопровода. Для свободного поворота заслонки внутри трубы края дисков с двух противоположных сторон спиливают на 2–4 мм.

Валик глиняного уплотнения накладывают на диск 1 заслонки в горизонтальном положении. После этого на шпильку 3 надевают стальной лист 2, рукоятку этого диска располагают у стыка концов валика. При завернутой до упора гайке 4 глиняное уплотнение не должно выступать за края дисков заслонки. Заслонки подготавливают к работе заранее. Собирать, перевозить и хранить заслонки необходимо в горизонтальном положении. Если время с момента подготовки заслонки до начала работ превышает 1 ч, то во избежание высыхания глины заслонки держат во влажной среде (ведре с мокрой тряпкой). Перед установкой заслонок в газопроводе необходимо проверить поверхность глиняного уплотнения, которая должна быть ровной и влажной, и дополнительно смазать всю боковую поверхность заслонки мокрой глиной.

Заслонки устанавливаются поперек газопровода. Стальной лист 2 заслонки, обращенный к отверстию в газопроводе, через которое она вводится, подпирают специальным приспособлением – распором для сохранения неподвижности. Диск 1 под действием давления газа сдвигается в сторону неподвижного диска. Уплотняющий материал выдавливается в зазор между трубой и заслонкой и герметизирует газопровод. Давление газа на диск 1 заслонки, действующее в течение всего времени перекрытия, и пластичность уплотняющей массы обеспечивают хорошую герметичность устройства. После установки заслонки в рабочее положение специальным рычагом-вилкой вытягивают гайку 4, подтягивая внутренний диск 1 к внешнему стальному листу 2 и выдавливая уплотняющую массу во внешнее пространство, в зазор между трубой и заслонкой. Длина вырезаемого прямоугольного окна для ввода заслонки должна на 35–40 % превышать диаметр газопровода, ширина – на 5 мм толщину заслонки.

Упором заслонки в рабочем положении является распор (рис. 31), который изготавливают из металлических стальных планок толщиной 2 мм, соединенных между собой шарнирно. При вращении винта рукояткой 1 вертикальные планки распора сдвигаются или

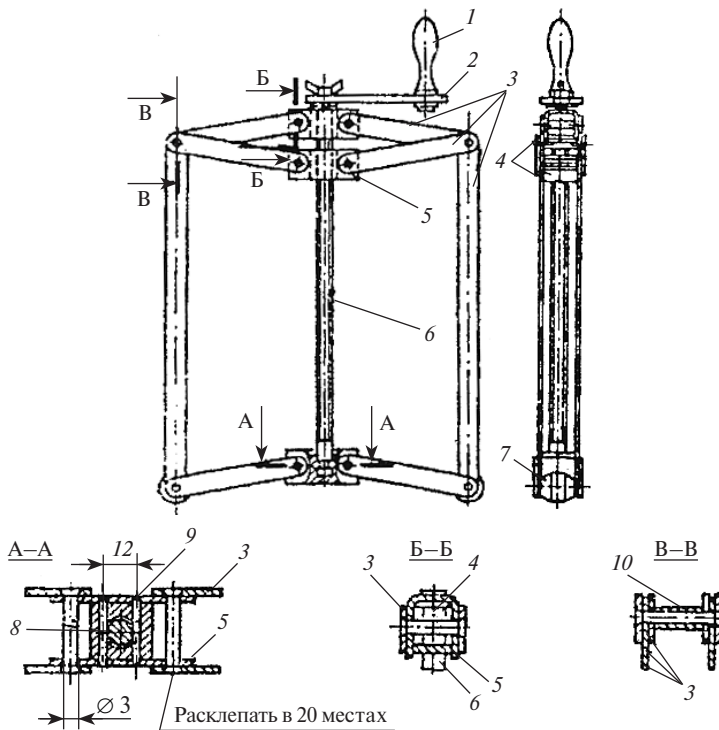


Рис. 31. Распор для заслонки:

1 – рукоятка; 2 – рычаг; 3 – планка; 4 – гайка; 5 – скоба; 6 – винт; 7 – ролик;
8 – упор; 9 – отверстие под штифт; 10 – втулка

раздвигаются, сохраняя взаимную параллельность. В нерабочем (исходном) положении эти планки приближены к винту 6, а при вводе в рабочее положение удаляются в стороны от него.

Для уменьшения трения о внутреннюю стенку газопровода при раздвигании распора он снабжен роликами 7. Распоры изготавливают двух типоразмеров для диаметров газопроводов до 250 мм и 275–500 мм.

После вырезки контура окна в верхней части газопровода и заделки прорези глиной пламеотводную трубу отводят в сторону в положение, не препятствующее продолжению работ.

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ (ГРП)

Устройство ГРП (ГРУ)

Управление режимом работы систем газораспределения осуществляется газорегуляторными пунктами (ГРП) и установками (ГРУ), которые автоматически поддерживают постоянное давление в сетях независимо от интенсивности потребления газа.

Газорегуляторные пункты и установки выполняют следующие функции: снижают давление газа до заданного значения; поддерживают заданное давление вне зависимости от изменений расхода газа и его давления перед ГРП; прекращают подачу газа при повышении или понижении его давления после регуляторов сверх заданных пределов; очищают газ от механических примесей.

Газорегуляторные пункты сооружают на распределительных сетях городов и населенных пунктов, а также на территории коммунальных, промышленных и других предприятий.

Газорегуляторные установки монтируют непосредственно в помещениях, где расположены газопотребляющие агрегаты. В зависимости от величины давления газа на входе ГРП и ГРУ подразделяют на ГРП и ГРУ среднего давления (свыше 0,005 до 0,3 МПа) и на ГРП и ГРУ высокого давления (свыше 0,3 до 1,2 МПа). Получают распространение контейнеры типа ГРПБ, состоящие из двух слоев металла и слоя утеплителя между ними, их размещают отдельно стоящими. Металлические шкафы (ШРП) размещают на отдельно стоящих опорах или на наружных стенах зданий, для газоснабжения которых они предназначены. Поскольку принципиальные технологические схемы ГРП и ГРУ аналогичны, условимся в дальнейшем применять термин ГРП.

Газорегуляторные пункты, как правило, размещают в отдельно стоящих зданиях, в пристройках к производственным помещениям, шкафах на несгораемых стенках. Здание ГРП должно быть надземным, одноэтажным, из материалов I и II степени огнестойкости. Пол в здании ГРП выполняют из несгораемых и не дающих искру материалов для того, чтобы не возникали искры

при падении металлических предметов, от металлических подковок на обуви и т. д. Двери в здании ГРП должны открываться наружу.

Помещение ГРП должно освещаться естественным (через окна) и искусственным (электрическим) светом. Проводку электрического освещения выполняют во взрывобезопасном исполнении. В целях безопасности допускается кососвет, т. е. освещение помещения рефлекторами, установленными снаружи помещения. Вентиляция помещения ГРП должна быть естественной и обеспечивать трехкратный воздухообмен в час. Приток свежего воздуха осуществляется через жалюзийную решетку, а вытяжка — через регулируемый дефлектор в перекрытии помещения.

Помещение ГРП можно отапливать водяными или паровыми (низкое давление пара) системами от близлежащей котельной или от АГВ и других котлов, расположенных в пристройке. При всех условиях отопление должно обеспечить температуру в помещении ГРП не ниже паспортных данных.

Грозозащита помещения ГРП необходима в тех случаях, когда здание не попадает в зону грозовой защиты соседних объектов. В этом случае устанавливают молниезащиту. Если здание ГРП находится в зоне грозозащиты других объектов, то в нем делают только контур заземления. Помещение ГРП оборудуют пожарным инвентарем (ящик с песком, огнетушители, кошма и т. д.).

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

В ГРП (рис. 32) имеется следующее оборудование:

приборный щит, на который вынесены контрольно-измерительные приборы; обводной газопровод (байпас) 6, оборудованный двумя задвижками, которые при отключенной основной линии используют как ручной двухступенчатый регулятор давления газа; газовое оборудование основной линии. На основной линии газовое оборудование располагается в такой последовательности:

входная задвижка 17 для отключения основной линии; фильтр 18 для очистки газа от различных механических примесей; предохранительный клапан, автоматически отключающий подачу газа потребителям в случае выхода из строя регулятора давления газа;

регулятор давления 7, который снижает давление газа и автоматически поддерживает его на заданном уровне независимо от расхода газа потребителями;

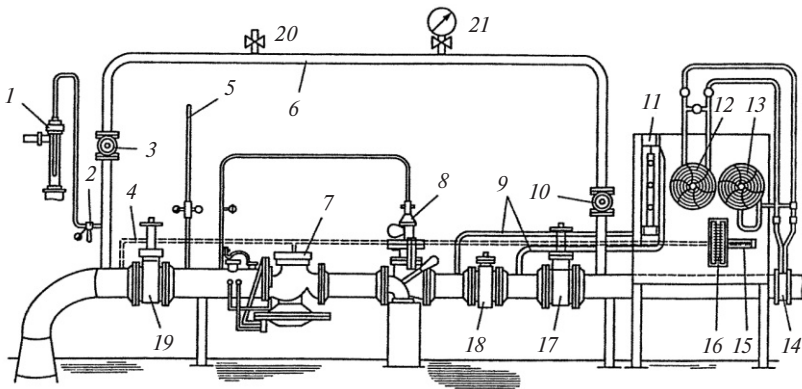


Рис. 32. Газорегуляторный пункт:

1 – гидрозатвор; 2 – кран к гидрозатвору; 3 – задвижка на байпасе; 4 – импульсная трубка конечного давления; 5 – продувочная свеча; 6 – обводная линия (байпас); 7 – регулятор давления газа; 8 – предохранительно-запорный кран; 9 – импульсные трубки до и после фильтра; 10 – кран на байпасе; 11 – дифференциальный манометр для замера перепада давления на фильтре; 12 – расходомер; 13 – регистрирующий манометр входного давления; 14 – диафрагма; 15 – показывающий манометр выходного давления; 16 – регистрирующий манометр выходного давления; 17 – входная задвижка; 18 – фильтр; 19 – выходная задвижка; 20 – продувочный трубопровод с краном; 21 – манометр на байпасе

гидрозатвор 1, присоединенный к газопроводу после выходной задвижки (служит для сброса в атмосферу части газа, когда неисправный регулятор начинает повышать выходное давление). Вместо гидрозатвора в ГРП могут применять другие сбросные устройства, например предохранительный сбросной клапан (ПСК). Таким образом, выходное давление газа контролируется предохранительным запорным клапаном (ПЗК) и предохранительным сбросным клапаном (ПСК).

Предохранительный запорный клапан контролирует верхний и нижний пределы давления газа, а ПСК – только верхний. Причем сначала должен сработать ПСК, а затем – ПЗК, поэтому ПСК настраивают на меньшее давление, чем ПЗК. ПСК настраивают на давление, превышающее в пределе регулируемое на 15 %, а ПЗК настраивают на давление, превышающее регулируемое в пределе на 25 %.

Обводной газопровод может не предусматриваться в случае, если оборудование работает только в автоматическом режиме и допускаются перерывы в газопотреблении, а также в ШРП при газоснабжении индивидуальных домов.

Регуляторы давления

Классификация. Регуляторы давления классифицируют по назначению, характеру регулирующего воздействия, связи между входной и выходной величинами, способу воздействия на регулируемый клапан. Кроме того, регуляторы давления различают по устройству, диапазонам входных и выходных давлений, способам настройки, регулировки.

По характеру регулирующего воздействия регуляторы подразделяют на пропорциональные (статические) и астатические.

Мембрана 2 (рис. 33, а) астатического регулятора давления газа имеет поршневую форму, и ее активная площадь, воспринимающая давление газа, практически не меняется при любых положениях регулирующего клапана б. Следовательно, если давление газа уравнивает силу тяжести мембраны 2 стержня 1 и клапана б, то мембранной подвеске соответствует состояние астатического (безразличного) равновесия. Процесс регулирования давления газа будет протекать следующим образом. Предположим, что расход газа через регулятор равен его притоку и клапан б занимает какое-то определенное положение. Если расход газа увеличится, то давление уменьшится и произойдет опускание мембранного устройства, что приведет к дополнительному открытию регулирующего клапана. После того как произойдет восстановление равенства между притоком и расходом, давление газа увеличится до заданной величины. Если расход газа уменьшится и соответственно произойдет увеличение давления газа, процесс регулиро-

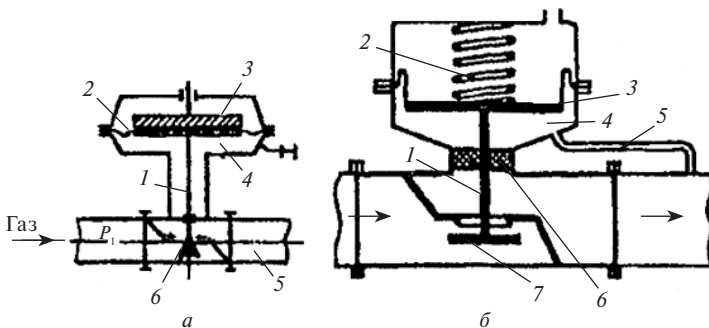


Рис. 33. Схема регуляторов давления:

а - астатического: 1 - стержень; 2 - мембрана; 3 - грузы; 4 - подмембранная полость; 5 - выход газа; б - клапан; б - пропорционального: 1 - стержень; 2 - пружина; 3 - мембрана; 4 - подмембранная полость; 5 - импульсная трубка; б - сальник; 7 - клапан

вания будет протекать в обратном направлении. Настраивают регулятор на необходимое давление газа с помощью специальных грузов 3, причем с увеличением их массы выходное давление газа возрастает.

Астатические регуляторы после возмущения 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. Астатические регуляторы часто заменяют пропорциональными.

В пропорциональных (статических) регуляторах в отличие от астатических подмембранная полость отделена от коллектора сальником и соединяется с ним импульсной трубкой, т. е. узлы обратной связи расположены вне объекта. Вместо грузов на мембрану действует сила сжатия пружины 2 (рис. 33, б). Если в астатическом регуляторе малейшее изменение выходного давления газа может привести к перемещению регулирующего клапана из одного крайнего положения в другое, то в статическом полное перемещение клапана из одного крайнего положения в другое происходит только при соответствующем сжатии пружины.

Как астатические, так и пропорциональные регуляторы при работах с очень узкими пределами пропорциональности обладают свойствами систем, работающих по принципу «открыто—закрыто», т. е. при незначительном изменении параметра газа перемещение клапана происходит мгновенно. Чтобы устранить это явление, устанавливают специальные дроссели в штуцере, соединяющем 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 различают 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 (сжатым воздухом, водой или электрическим током).

При изменении величины регулирующего параметра усилие, возникающее в чувствительном элементе регулятора, приводит

в действие вспомогательное устройство, открывающее доступ энергии от постороннего источника в механизм, перемещающий регулирующий клапан.

Регуляторы давления прямого действия менее чувствительны, чем регуляторы непрямого действия. Относительно простая конструкция и высокая надежность регуляторов давления прямого действия обусловили их широкое применение в газовом хозяйстве.

Дроссельные устройства. Дроссельные устройства (рис. 34) регуляторов давления — клапаны различных конструкций. В регуляторах давления газа применяют односедельные и двухседельные клапаны.

На односедельные клапаны (см. рис. 34, *а, б*) действует одно-стороннее усилие, равное произведению площади отверстия седла на разность давлений с обеих сторон клапана. Наличие усилия только с одной стороны затрудняет процесс регулирования и одновременно увеличивает влияние изменения давления до регулятора на выходное давление. Вместе с тем эти клапаны обеспечивают надежное отключение газа при отсутствии его отбора, что обусловило их широкое применение в конструкциях регуляторов, используемых в ГРП.

Двухседельные клапаны (см. рис. 34, *г, д*) не обеспечивают герметичного закрытия. Это объясняется неравномерностью износа седел, сложностью притирки затвора одновременно к двум седлам, а также тем, что при температурных колебаниях неодинаково изменяются размеры затвора и седла.

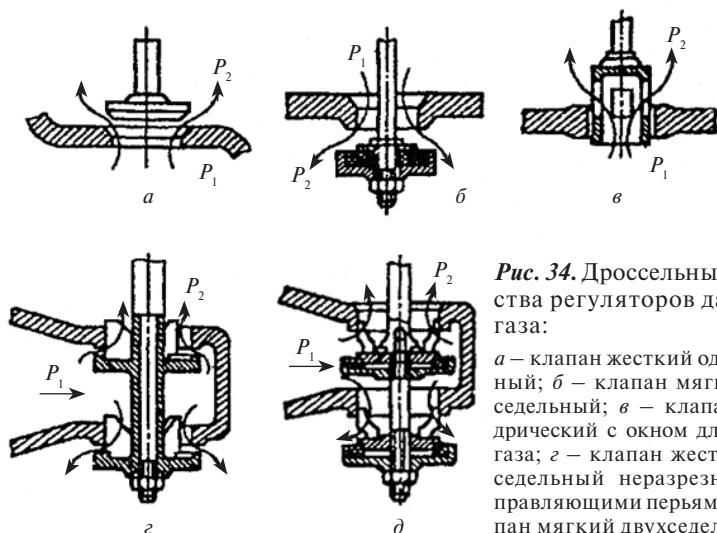


Рис. 34. Дроссельные устройства регуляторов давления газа:

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

От размера клапана и величины его хода зависит пропускная способность регулятора. Поэтому регуляторы подбирают в зависимости от максимально возможного потребления газа, а также по размеру клапана и величине его хода.

Регуляторы, устанавливаемые в ГРП, должны работать в диапазоне нагрузок от 0 («на тупик») до максимума.

Пропускная способность регулятора зависит от отношения давлений до и после регулятора, плотности газа и конечного давления. В инструкциях и справочниках имеются таблицы пропускной способности регуляторов при перепаде давления 0,01 МПа. Для определения пропускной способности регуляторов при других параметрах необходимо делать пересчет.

Мембраны. С помощью мембран энергия давления газа переводится в механическую энергию движения, передающуюся через систему рычагов на клапан. Выбор конструкции мембран зависит от назначения регуляторов давления. В астатических регуляторах постоянство рабочей поверхности мембраны достигается приданием ей поршневой формы и применением ограничителей изгиба гофра.

Наибольшее применение в конструкциях регуляторов нашли кольцевые мембраны (рис. 35). Их использование облегчило замену мембран во время ремонтных работ и позволило унифицировать основные измерительные устройства различных видов регуляторов. Движение мембранного устройства вверх и вниз происходит за счет деформации плоского гофра, образованного опорным диском 1. Если мембрана находится в крайнем нижнем положении, то активная площадь мембраны (F_{\max}) – вся ее поверхность. Если мембрана перемещается в крайнее верхнее положение, то ее активная площадь уменьшается до площади диска (F_{\min}) – с уменьшением диаметра диска разность между максимальной и минимальной активной площадью будет увеличиваться. Следовательно, для подъема кольцевых мембран необходимо постепенное нарастание давления, компенсирующее уменьшение активной площади мембраны. Если мембрана в процессе работы подвергается попеременному давлению с обеих сторон, ставят два диска – сверху и снизу.

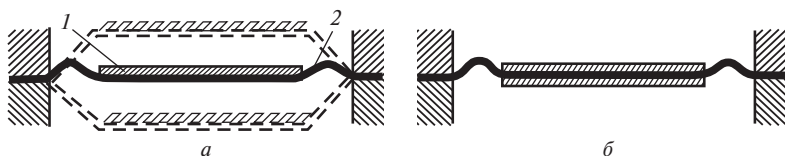


Рис. 35. Кольцевая мембрана:

а – с одним диском; б – с двумя дисками; 1 – диск; 2 – гофра

У регуляторов низкого выходного давления одностороннее давление газа на мембрану уравнивается пружинами или грузами. У регуляторов высокого или среднего выходного давления газ подводится к обеим сторонам мембраны, разгружая ее от односторонних усилий.

Регуляторы подразделяют на пилотные и беспилотные. Пилотные регуляторы (РСД, РДУК и РДВ) имеют управляющее устройство в виде небольшого регулятора, который называется *пилотом*. Беспилотные регуляторы (РД, РДК и РДГ) не имеют управляющего устройства и отличаются от пилотных габаритами и пропускной способностью. Рассмотрим наиболее распространенные регуляторы давления прямого действия.

Регуляторы РД-32М и РД-50М. Эти регуляторы беспилотные, прямого действия, различаются по условному проходу 32 и 50 мм и обеспечивают подачу газа соответственно до 200 и 750 м³/ч. Корпус регулятора РД-32М присоединяют к газопроводу накидными гайками 5 (рис. 36). По импульсной трубке 10 редуцируемый газ подается в подмембранное пространство регулятора и оказывает давление на эластичную мембрану 1. Сверху на мембрану оказывает противодействие пружина 2. Если расход газа увеличится, то его давление за регулятором понизится, соответственно уменьшится и давление газа в подмембранном пространстве регулятора, равновесие мембраны нарушится и она под действием пружины 2 переместится вниз. Вследствие перемещения мембраны вниз рычажный механизм 11 отодвинет поршень 9 от клапана 8. Расстояние между клапаном и поршнем увеличится, это приведет к увеличению расхода газа и восстановлению конечного давления. Если расход газа за регулятором уменьшится, то выходное давление повысится и процесс регулирования произойдет в обратном направлении. Сменные клапаны 8 позволяют изменять пропускную способность регуляторов. Настраивают регуляторы на заданный режим давления с помощью регулируемой пружины 2, гайки 3 и регулировочного винта 4.

В часы минимального газопотребления выходное давление газа может повыситься и вызвать разрыв мембраны регулятора. Предохраняет мембрану от разрыва специальное устройство, предохранительный клапан 12, встроенный в центральную часть мембраны. Клапан 12 обеспечивает сброс газа из подмембранного пространства в атмосферу.

Комбинированные регуляторы. Отечественная промышленность выпускает четыре разновидности таких регуляторов. Это РДНК-400, РДГД-20, РДСК-50, РГД-80. Указанные регуляторы получили такое название потому, что в корпусе регулятора вмонтированы сбросной и запорный клапаны. На рисунках 37–40 показаны схемы комбинированных регуляторов.

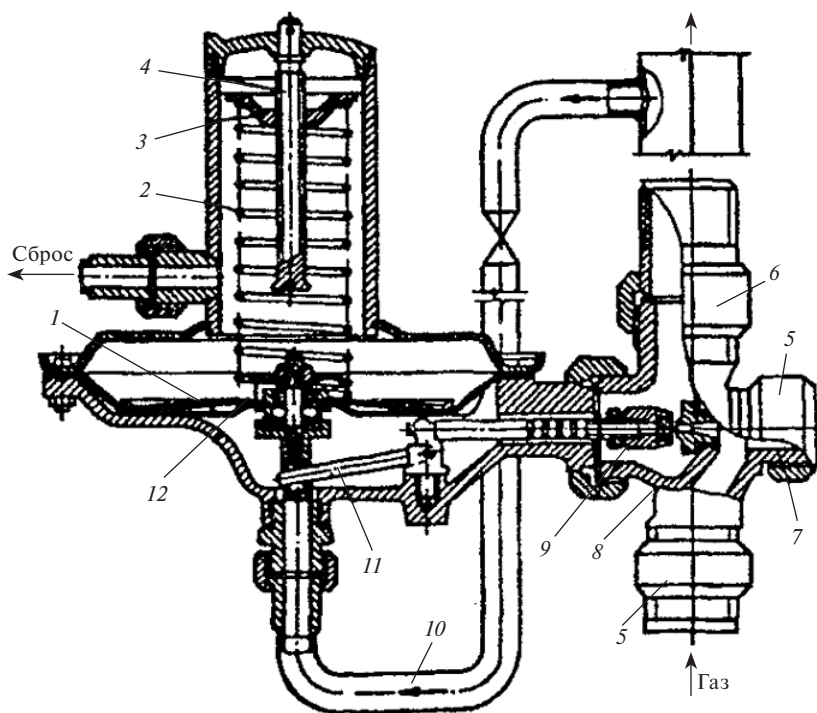


Рис. 36. Регулятор давления РД-32М:

1 – мембрана; 2 – регулируемая пружина; 3, 5 – гайки; 4 – регулировочный винт; 6 – пробка; 7 – ниппель; 8 – клапан; 9 – поршень; 10 – импульсная трубка конечного давления; 11 – рычажный механизм; 12 – предохранительный клапан

Регулятор РДНК-400 (рис. 37) – регулятор давления газа с низким выходным давлением, комбинированный.

Завод-изготовитель поставляет регулятор, настроенный на выходное давление 2 кПа, с соответствующей настройкой сбросного клапана и отключающего устройства. Выходное давление регулируют вращением винта 7. При вращении по ходу часовой стрелки выходное давление увеличивается, а против – уменьшается.

Сбросной клапан настраивают вращением гайки 2, которая ослабляет или сжимает пружину.

Регулятор РДГД-20 (рис. 38). Регулятор давления газа домашней РДГД-20, предназначенный для снижения давления природного газа со среднего до низкого, имеет встроенный отсекающий клапан, работает при температуре окружающего воздуха от 30 до 50 °С.

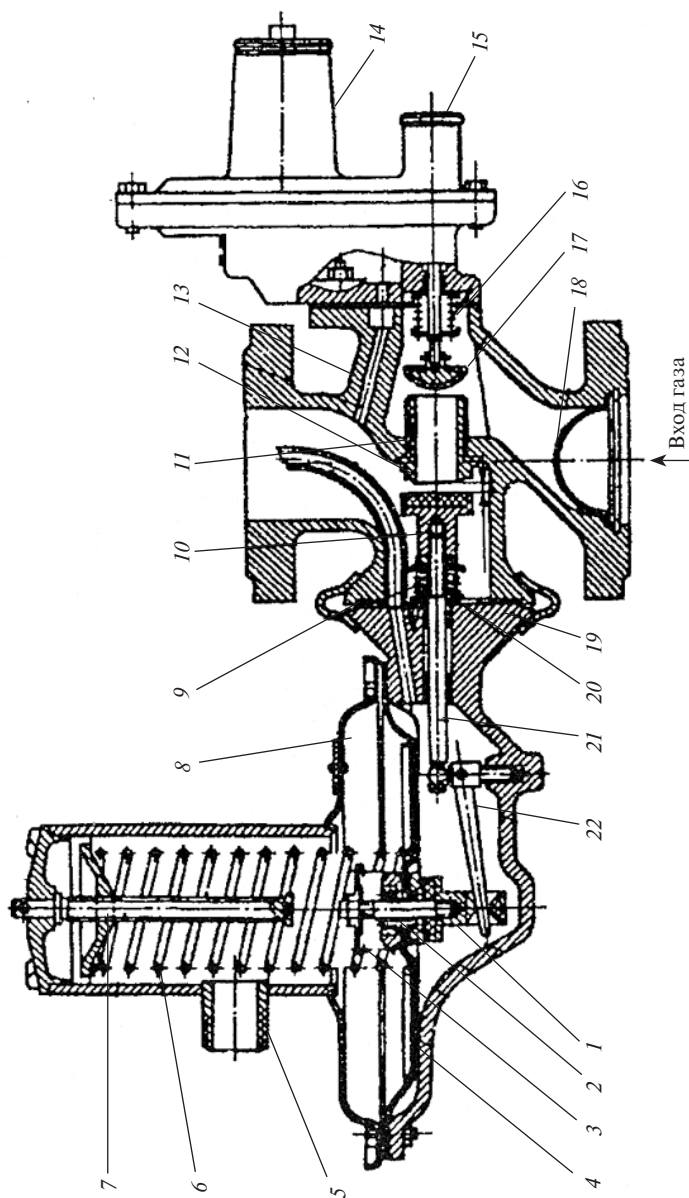


Рис. 37. Регулятор давления газа РДНК-400:

1 – клапан сбросной; 2, 20 – гайки; 3 – пружина настройки сбросного клапана; 4 – мембрана рабочая; 5 – штуцер; 6 – пружина настройки выходного давления; 7 – винт регулировочный; 8 – камера мембранная; 9, 16 – пружины; 10 – клапан рабочий; 11, 13 – трубки импульсные; 12 – сопло; 14 – стакан; 15 – крышка; 17 – клапан отсечной; 18 – фильтр; 19 – корпус; 21, 22 – механизм рычажный

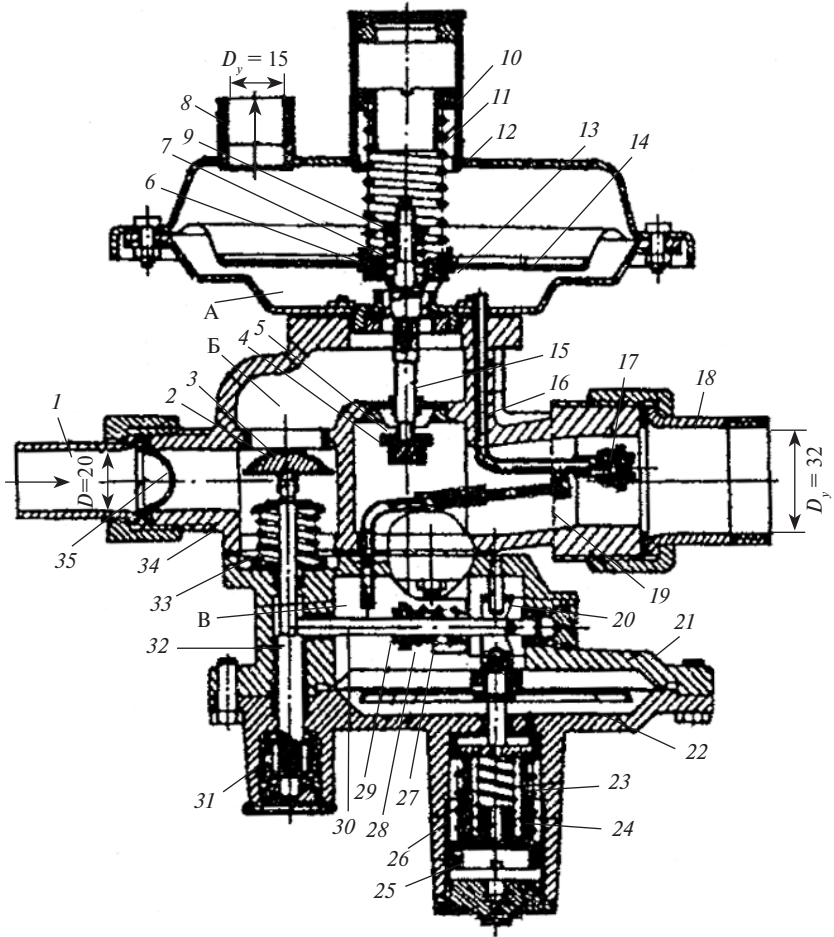


Рис. 38. Регулятор давления газа РДГД-20:

1 – штуцер газопровода подводящего; 2 – плунжер ПЗК; 3, 5 – седла; 4 – плунжер; 6 – клапан предохранительно-сбросной; 7, 11, 23, 26, 27, 33 – пружины; 8 – штуцер; 9 – гайка; 10 – шайба; 12 – стакан; 13 – мембрана разгрузочная; 14, 22 – мембраны; 15, 30, 32 – штоки; 16, 19 – трубки импульсные; 17 – головка восприятия статического напора; 18 – штуцер газопровода низкого давления; 20 – толкатель; 21 – коробка; 24, 25 – гайки регулировочные; 28 – втулка; 29 – упор; 31 – пробка; 34 – корпус регулятора; 35 – сетка фильтрующая; А – полость подмембранная; Б – полость входная; В – полость надмембранная

Техническая характеристика регулятора РДНК-400

Максимальное входное давление, МПа	0,6
Диапазон настройки выходного давления, кПа	2–3,5
Пропускная способность при входном давлении 0,6 МПа, м ³ /ч, не менее	400
Неравномерность регулирования, %, не более	±10
Диапазон настройки давления начала срабатывания сбросного клапана, кПа	2,8–4
Диапазон настройки давления срабатывания отключающего устройства, кПа:	
при понижении выходного давления	0,7–1,1
при повышении выходного давления	4–5
Условный проход входного и выходного патрубков, мм	50

Максимальная пропускная способность – 86 м³/ч. При снижении входного давления до 50 кПа она составляет не менее 20 м³/ч.

Пропускная способность сбросного клапана не менее 0,12 м³/ч при давлении 3,5 кПа; диапазон его настройки на начало срабатывания 2,8–3,1 кПа. Отсечный клапан настраивают на срабатывание при снижении выходного давления до 0,7–1,1 кПа или повышении его до 4–5 кПа.

Регулятор настраивают на выходное давление вращением по резьбе шайбы 10 (см. рис. 38), которой регулируют сжатие пружины 11. Для настройки предохранительного сбросного клапана вращением гайки 9 изменяют сжатие пружины 7. Отсечный клапан при повышении давления настраивают изменением сжатия пружины 26 при помощи регулировочной гайки 25; при снижении давления – изменением сжатия пружины регулировочной гайкой 24. Открывают отсечный клапан вручную перемещением штока 32. Регулятор следует монтировать стаканом 12 вверх; размещают регулятор на вводе в здание, лестничной клетке и др.

Регулятор РДСК-50 (рис. 39). В регуляторе давления газа с выходным средним давлением, комбинированном РДСК-50, скомпонованы независимо работающие регулятор давления, автоматическое отключающее устройство, сбросной клапан и фильтр для отделения пыли.

Завод-изготовитель поставляет регулятор, настроенный на выходное давление 0,05 МПа, с соответствующей настройкой сбросного клапана и отключающего устройства. При настройке выходного давления регулятора, а также срабатывания сбросного клапана и отключающего устройства используют сменные пружины, входящие в комплект поставки.

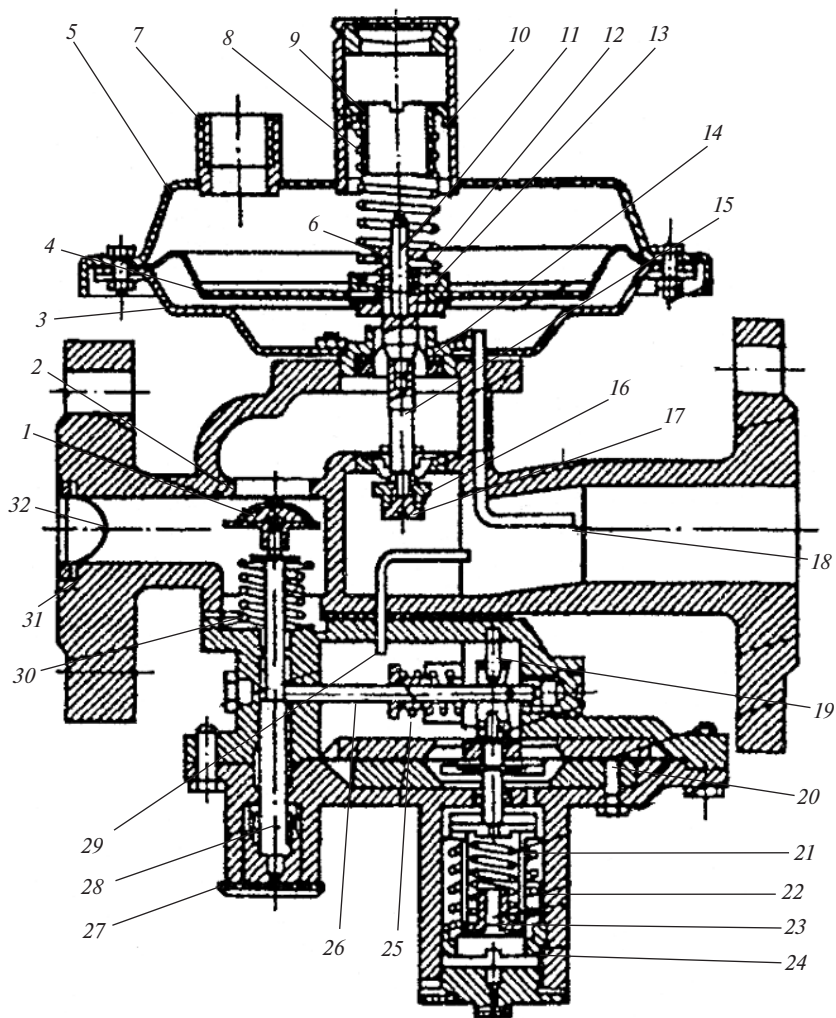


Рис. 39. Регулятор давления газа РДСК-50:

1 – клапан отсечной; 2 – седло клапана; 3 – корпус; 4, 20 – мембрана; 5 – крышка; 6 – гайка; 7 – штуцер; 8, 12, 21, 22, 25, 30 – пружины; 9, 23, 24 – направляющие; 10 – стакан; 11, 15, 26, 28 – штоки; 13 – клапан сбросной; 14 – мембрана разгрузочная; 16 – седло рабочего клапана; 17 – клапан рабочий; 18, 29 – трубки импульсные; 19 – толкатель; 27 – пробка; 31 – корпус регулятора; 32 – сетка

Выходное давление настраивают вращением направляющей 9. При вращении по ходу часовой стрелки выходное давление увеличивается, а против – уменьшается. Давление срабатывания сбросного клапана регулируют вращением гайки 6.

Отключающее устройство настраивают, понижая выходное давление сжатием или ослаблением пружины 21, вращая направляющую 23, а также повышая выходное давление сжатием или ослаблением пружины 22, вращая направляющую 24.

Пуск регулятора после устранения неисправностей, вызвавших срабатывание отключающего устройства, выполняют вывертыванием пробки 27, в результате чего клапан перемещается вниз до тех пор, пока шток 26 под действием пружины 25 переместится влево и западет за выступ штока клапана 1, удерживая его таким образом в открытом положении. После этого пробку 27 вывертывают до упора.

Техническая характеристика регулятора РДСК-50

Максимальное входное давление, МПа	1,2
Пределы настройки выходного давления, МПа	0,01–0,1
Пропускная способность при входном давлении 0,3 МПа, м ³ /ч, не менее	200
Колебание выходного давления без перенастройки регулятора при изменении расхода газа и колебаний входного давления на $\pm 25\%$, МПа, не более	± 10
Верхний предел настройки давления начала срабатывания сбросного клапана, МПа	0,11
Верхний и нижний пределы настройки давления срабатывания автоматического отключающего устройства, МПа:	
при повышении выходного давления	0,14
при понижении выходного давления	$0 < 0,004$
Условный проход, мм:	
входного патрубка	32
выходного патрубка	50

Регулятор устанавливают на горизонтальном участке газопровода стаканом вверх.

Регулятор РДГ-80 (рис. 40). Разрабатывается и осваивается производство базовых образцов параметрического ряда комбинированных регуляторов для районных ГРП на условные проходы 50, 80, 100, 150 мм, которые лишены недостатков, присущих другим регуляторам.

Каждый тип регуляторов предназначен для редуцирования высокого или среднего давления газа на среднее или низкое, автоматическое поддержание выходного давления на заданном уровне независимо от изменения расхода и входного давления, а также

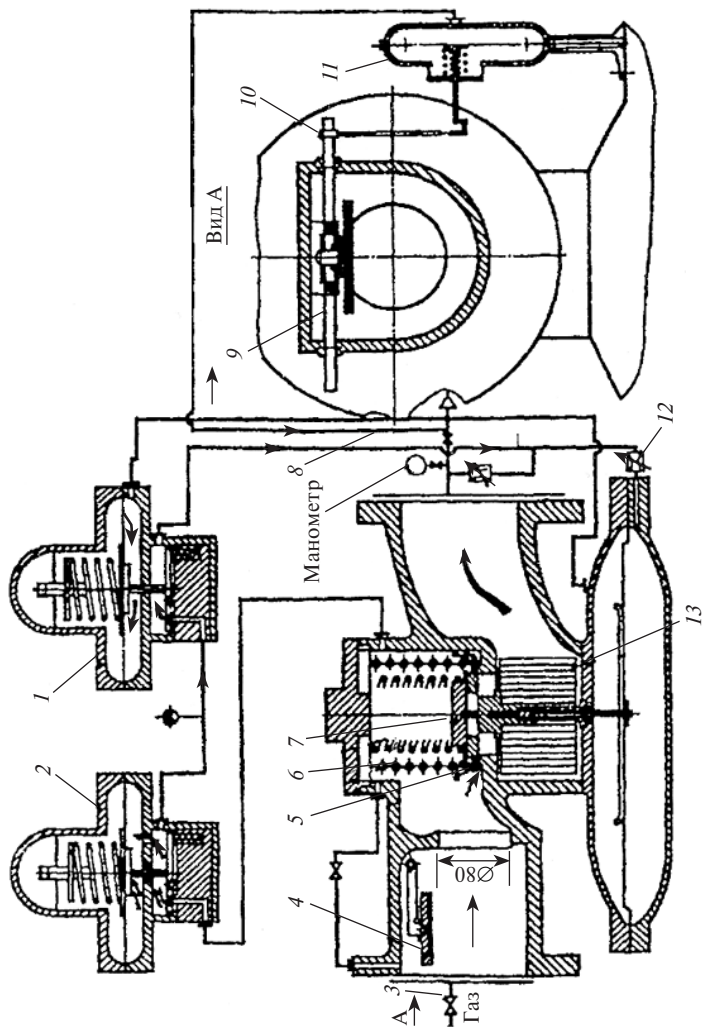


Рис. 40. Регулятор РДГ-80:

1 — регулятор управления; 2 — стабилизатор давления; 3 — входной кран; 4 — рабочий большой клапан; 6 — пружина; 7 — рабочий малый клапан; 8 — импульсный газопровод; 9 — поворотная ось отсечного клапана; 10 — поворотный рычаг; 11 — механизм контроля отсечного устройства; 12 — дроссель регулирующий; 13 — шумогаситель; 14 — перепускной вентиль

для автоматического отключения подачи газа при аварийных повышении и понижении выходного давления сверх допустимых заданных значений.

Область применения их – ГРП и узлы редуцирования ГРУ промышленных, коммунальных и бытовых объектов. Регуляторы этого типа непрямого действия. В состав регулятора входят: исполнительное устройство, стабилизатор 2, регулятор управления (пилот) 1.

Регулятор давления газа РДГ-80 обеспечивает устойчивое и достаточно точное регулирование (неравномерность регулирования не превышает $\pm 5\%$ давления газа во всем диапазоне расходов) давления газа от минимального до максимального, тем самым повышая надежность работы систем газоснабжения. Это достигается тем, что регулирующий клапан исполнительного устройства выполнен в виде двух подпружиненных клапанов 5 и 7 разных диаметров, обеспечивающих устойчивость регулирования во всем диапазоне расходов, а в регуляторе управления (пилоте) рабочий клапан расположен на двуплечем рычаге, противоположный конец которого подпружинен, задающее усилие на рычаг накладывается между опорой рычага и пружиной. Так обеспечиваются герметичность рабочего клапана и точность регулирования пропорционально соотношению плеч рычага.

Исполнительное устройство состоит из корпуса, внутри которого установлено большое седло. Мембранный привод включает мембрану жестко соединенного с ней штока, на конце которого закреплен малый клапан 7, между выступом штока и малым клапаном свободно расположен большой клапан 5, одновременно на штоке закреплено седло малого клапана. Оба клапана подпружинены. Шток перемещается во втулках направляющей колонки корпуса. Под седлом расположен шумогаситель 13, выполненный в виде патрубка с щелевыми отверстиями.

Стабилизатор предназначен для поддержания постоянного давления на входе в регулятор управления (пилот), т. е. для исключения влияния колебаний входного давления на работу регулятора в целом.

Стабилизатор выполнен в виде регулятора прямого действия и включает в себя корпус, узел мембраны с пружинной нагрузкой, рабочий клапан, который расположен на двуплечем рычаге, противоположный конец которого подпружинен. При такой конструкции удалось достигнуть герметичности рабочего клапана регулятора управления и стабилизировать выходное давление.

Регулятор управления (пилот) изменяет управляющее давление в надмембранной полости исполнительного устройства с целью

перестановки регулирующих клапанов исполнительного устройства в случае рассогласования системы регулирования.

Надклапанная полость регулятора управления импульсной трубкой через дроссельные устройства связана с подмембранной полостью исполнительного механизма и со сбросным газопроводом.

Подмембранная полость связана импульсной трубкой с надмембранной полостью исполнительного механизма. С помощью регулировочного винта мембранной пружины регулятора управления настраивают регулирующий клапан на заданное выходное давление.

Регулируемые дроссели *12* из подмембранной полости исполнительного устройства и на сбросной импульсной трубке служат для настройки на спокойную работу регулятора.

Регулируемый дроссель включает в себя корпус, иглу с прорезью и пробку. Манометр служит для контроля давления после стабилизатора. Механизм контроля отсечного клапана обеспечивает непрерывный контроль выходного давления и выдачу сигнала на срабатывание отсечного клапана в исполнительном устройстве при аварийных повышении и понижении выходного давления сверх допустимых заданных значений.

Механизм контроля состоит из разъемного корпуса, мембраны, штока большой и малой пружин, уравнивающих действие на мембрану импульса выходного давления.

Перепускной вентиль предназначен для уравнивания давления в камерах входного патрубка до и после отсечного клапана при введении его в рабочее состояние.

Для пуска регулятора в работу необходимо открыть перепускной вентиль *14*, входное давление газа поступает по импульсной трубке в надклапанное пространство исполнительного устройства. Давление газа до отсечного клапана и после него выравнивается. Поворотом рычага *10* открываем отсечный клапан *4*. Давление газа через седло отсечного клапана поступает в надклапанное пространство исполнительного устройства и по импульсному газопроводу – в подклапанное пространство стабилизатора. Под усилением пружины *6* и давлением газа клапаны исполнительного устройства закрыты.

Пружина стабилизатора настроена на заданное выходное давление газа. Входное давление газа редуцируется до заданной величины $(0,3-0,5)10^5$ Па, поступает в надклапанное пространство стабилизатора и через сверление – в подмембранное пространство стабилизатора и по импульсной трубке – в подклапанное пространство регулятора давления (пилота).

Сжимающая регулировочная пружина пилота воздействует на мембрану, мембрана опускается вниз, через тарелку действует на шток, который перемещает коромысло. Клапан пилота открывается. От регулятора управления (пилота) газ через регулируемый дроссель *I*₂ поступает в подмембранную полость исполнительного механизма. Через дроссель подмембранная полость исполнительного устройства соединяется с полостью газопровода за регулятором. Давление газа в подмембранной полости исполнительного устройства больше, чем в надмембранной. Мембрана с жестко соединенным с ней штоком, на конце которого закреплен малый клапан, придет в движение и откроет проход газу через образовавшуюся щель между малым клапаном и малым седлом, которое непосредственно установлено в большом клапане. При этом большой клапан под действием пружины и входного давления прижат к большому седлу, и поэтому расход газа определяется проходным сечением малого клапана.

Выходное давление газа по импульсным линиям (без дросселей) поступает в подмембранное пространство регулятора давления (пилот), в надмембранное пространство исполнительного устройства и на мембрану механизма контроля отсечного клапана.

При увеличении расхода газа под действием управляющего перепада давления в полостях исполнительного устройства мембрана придет в дальнейшее движение и шток своим выступом начнет открывать большой клапан и увеличит проход газа через дополнительно образовавшуюся щель между уплотнением большого клапана и большим седлом.

При уменьшении расхода газа большой клапан под действием пружины и отходящего в обратную сторону под действием измененного управляющего перепада давления в полостях исполнительного устройства штока с выступами уменьшит проходное сечение большого клапана и в дальнейшем перекроет большое седло, при этом малый клапан остается открытым, и регулятор начнет работать в режиме малых нагрузок. При дальнейшем уменьшении расхода газа малый клапан под действием пружины и управляющего перепада давления в полостях исполнительного устройства вместе с мембраной придет в дальнейшее движение в обратную сторону и уменьшит проход газа, а при отсутствии расхода газа малый клапан перекроет седло.

В случае аварийных повышений или понижений выходного давления мембрана механизма контроля перемещается влево или вправо, шток отсечного клапана выходит из соприкосновения

со штоком механизма контроля, отсечный клапан под действием пружины перекрывает вход газа в регулятор.

Регуляторы конструкции Казанцева (РДУК). Регуляторы РДУК-2 выпускают с условным проходом 50, 100, 200 и 300 мм. Их характеристики указаны в табл. 14. Регулятор РДУК-2 (рис. 41) состоит из следующих элементов: регулирующего клапана 5 с мембранным приводом (исполнительный механизм); регулятора управления (пилота); дросселя 10 и импульсных соединительных трубок 1, 3, 12, 13, 14. Газ начального давления до поступления в регулятор управления проходит через фильтр, что улучшает условия работы пилота. Мембрана регулятора 8 по периферии зажата между корпусом и крышкой мембранной коробки, а в центре – между плоским и чашеобразными дисками. Чашеобразный диск упирается в проточку крышки, что обеспечивает центрирование мембраны перед ее зажимом.

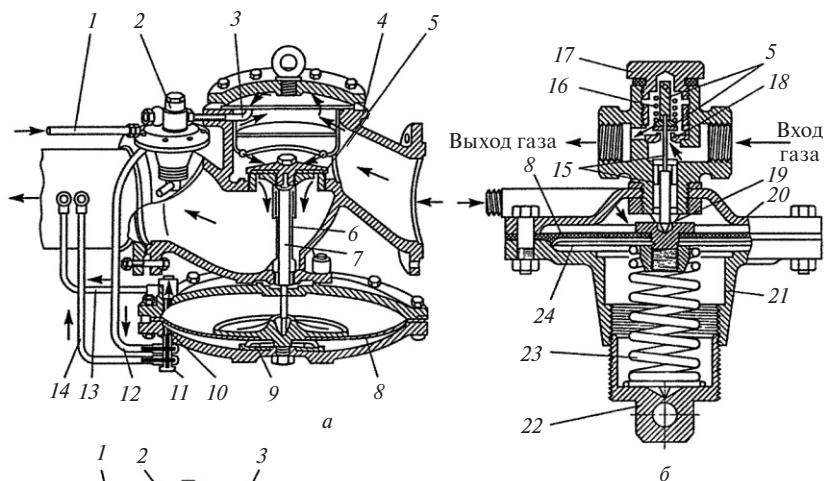


Рис. 41. Регулятор РДУК-2:

a – регулятор в разрезе; *б* – пилот регулятора; *в* – схема обвязки регулятора; 1, 3, 12, 13, 14 – импульсные трубки; 2 – регулятор управления (пилот); 4 – корпус; 5 – клапан; 6 – колонка; 7 – шток клапана; 8 – мембрана; 9 – опора; 10 – дроссель; 11 – штуцер; 15 – штуцер с толкателем; 16, 23 – пружины; 17 – пробка; 18 – седло клапана пилота; 19 – гайка; 20 – крышка корпуса; 21 – корпус пилота; 22 – резьбовой стакан; 24 – диск

Характеристики регуляторов РДУК

Пропускная способность при перепаде давления 10 000 Па и плотности 1 кг/м ³ , м ³ /ч	Диаметр, мм		Давление, МПа	
	условного прохода	клапана	максимальное входное	конечное
300	50	35	1,2	0,0005–0,06
610	100	50	1,2	0,0005–0,06
1000	150	70	1,2	0,06–0,6
2200	200	105	1,2	0,0005–0,06
3200	300	140	0,6	0,06–0,6

В середину гнезда тарелки мембраны упирается толкатель, а на него давит шток 7, который свободно перемещается в колонне 6. На верхний конец штока свободно навешен клапан 5. Плотное перекрытие седла клапана обеспечивается за счет массы клапана и давления газа на него.

Газ, выходящий из пилота, по импульсной трубке 12 поступает под мембрану регулятора и частично по трубке 14 сбрасывается в выходной газопровод. Для ограничения этого сброса в месте соединения трубки 14 с газопроводом устанавливают дроссель диаметром 2 мм, за счет чего достигается получение необходимого давления газа под мембраной регулятора при незначительном расходе газа через пилот. Импульсная трубка 13 соединяет надмембранную полость регулятора с выходным газопроводом. Надмембранная полость пилота, отделенная от его выходного штуцера, также сообщается с выходным газопроводом через импульсную трубку 1. Если давление газа на обе стороны мембраны 8 регулятора одинаково, то клапан регулятора закрыт. Клапан может быть открыт только в том случае, если давление газа под мембраной достаточно для преодоления давления газа на клапан сверху и преодоления силы тяжести мембранной подвески.

Регулятор работает следующим образом. Газ начального давления из надклапанной камеры регулятора попадает в пилот. Пройдя клапан пилота 5, газ движется по импульсной трубке 12, проходит через дроссель и поступает в газопровод после регулирующего клапана. Клапан пилота 5, дроссель 10 и импульсные трубки 12, 13, 14 представляют собой усилительное устройство дроссельного типа.

Импульс конечного давления, воспринимаемый пилотом, усиливается дроссельным устройством, трансформируется в командное давление и по трубке 12 передается в подмембранное пространство исполнительного механизма, перемещая регулирующий клапан 5.

При уменьшении расхода газа потребителем давление после регулятора начинает возрастать. Это передается по импульсной трубке 1 на мембрану пилота, которая опускается вниз, закрывая клапан пилота. В этом случае газ с высокой стороны по импульсной трубке 3 не может пройти через пилот. Поэтому давление его под мембраной регулятора постепенно уменьшается. Когда давление под мембраной окажется меньше силы тяжести тарелки и давления, оказываемого клапаном регулятора, а также давления газа на клапан сверху, то мембрана пойдет вниз, вытесняя газ из-под мембранной полости через импульсную трубку 14 на сброс. Клапан постепенно начинает закрываться, уменьшая отверстие для прохода газа. Давление после регулятора понизится до заданной величины.

При увеличении расхода газа давление после регулятора уменьшается. Это передается по импульсной трубке 1 на мембрану пилота. Мембрана пилота под действием пружины идет вверх, открывая клапан пилота. Газ с высокой стороны по импульсной трубке 3 поступает на клапан пилота и затем по импульсной трубке 12 идет под мембрану регулятора. Часть газа поступает на сброс по импульсной трубке 14, а часть — под мембрану. Давление газа под мембраной регулятора возрастает и, преодолевая массу мембранной подвески и давление газа на клапан, перемещает мембрану вверх. Клапан регулятора при этом открывается, увеличивая отверстие для прохода газа. Давление газа после регулятора повышается до заданной величины.

При повышении давления городского газа перед регулятором он реагирует так же, как и при уменьшении расхода газа потребителем. При понижении давления газа перед регулятором он срабатывает так же, как и при увеличении расхода газа потребителем.

Регулятор давления газа РДП-50 (рис. 42) применяется в системах газоснабжения коммунально-бытовых, сельскохозяйственных и промышленных предприятий. Выпускается в двух исполнениях РДП-50—Н с низким выходным давлением и РДП-50—В с высоким выходным давлением и предназначен для редуцирования давления газа и поддержания выходного давления в заданных пределах независимо от изменения входного давления и расхода газа.

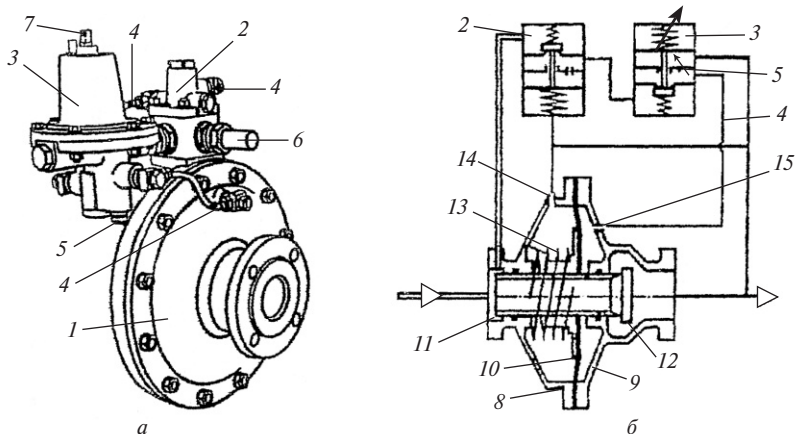


Рис. 42. Регулятор давления газа РДП-50:

a – общий вид регулятора; *б* – регулятор в разрезе; 1 – исполнительный механизм; 2 – стабилизатор; 3 – пилот; 4 – соединительные трубопроводы; 5 – дроссель; 6 – ниппель; 7 – винт регулировочный; 8 – корпус; 9 – крышка; 10 – подвижная система; 11 – гильза; 12 – клапан; 13 – пружина; 14, 15 – дроссели

Регулятор состоит из исполнительного механизма 1, стабилизатора 2, пилота 3 и соединительных трубопроводов. Между корпусом 8 и крышкой 9 исполнительного устройства закреплена подвижная система 10 мембранного типа с гильзой 11. Гильза может совершать возвратно-поступательное движение в направлениях корпуса и крышки, в которых имеются резиновые уплотнения. В крышке 9 неподвижно закреплен клапан 12 с эластичным уплотнением. Пружина 13 осуществляет поджим гильзы к клапану. Стабилизатор 2 является пружинным регулятором прямого действия и предназначен для создания постоянного перепада давлений на входе и выходе пилота, что позволяет свести к минимуму зависимость работы регулятора от изменения входного давления и расхода газа. Пилот 3 конструктивно аналогичен стабилизатору 2, но является пневматическим задатчиком выходного давления регулятора, так как имеет устройство регулирования выходного давления. В корпусе пилота имеется встроенный регулируемый дроссель 5 сбросной линии. Узлы регулятора между собой связаны с помощью соединительных патрубков 4. Подмембранная камера стабилизатора соединяется с газопроводом за регулятором через импульсную линию, а надмембранная – с пилотом. После пилота давление газа через демпфирующий дроссель 15 подается в правую полость мембранной камеры исполнительного устройства. Левая полость камеры и подмембранная камеры пилота соединены с газопроводом

за регулятором. Сброс давления из правой полости мембранной камеры исполнительного устройства происходит через регулируемый дроссель, это позволяет добиться стабильной, без колебаний работы регулятора.

Принцип работы регулятора заключается в том, что функционирование регулятора осуществляется за счет энергии проходящей рабочей среды. Входное давление поступает в исполнительное устройство и одновременно на вход стабилизатора, а выходное давление стабилизатора подается на вход пилота. При полностью свободной пружине пилота клапан пилота находится в закрытом состоянии и регулятор выключен. Настройка регулятора на заданное давление производится вращением регулировочного винта пилота, после чего пилот открывается и управляющее давление поступает в правую полость мембранной камеры исполнительного устройства.

При работе регулятора давление перед дросселем сбросной линии, следовательно, и в правой полости мембранной камеры исполнительного устройства будет выше давления за регулятором. При этом перепад давления на мембране исполнительного устройства создаст определенное усилие, и затвор регулятора откроется. В любом установившемся режиме перепад давления на мембране уравнивается усилием пружины 13. Изменение входного давления или расхода газа сразу же вызовет изменение выходного давления и, следовательно, давления в левой полости мембранной камеры исполнительного устройства, что приведет к перемещению подвижной системы в новое равновесное состояние, при котором выходное давление возвратится к заданной величине. При отсутствии расхода газа затворы пилота и исполнительного устройства плотно закроются за счет повышения выходного давления на 5–10 % номинального значения. В случае прекращения подачи газа на регулятор гильза под воздействием пружины сожмется к рабочему клапану и регулятор прекратит подачу газа.

Для пуска регулятора в работу необходимо:

медленно приоткрыть отключающее устройство на выходе и на входе;

установить требуемое давление на выходе путем плавного вращения регулировочного винта 7 против часовой стрелки;

открыть входное и выходное отключающие устройства на полный проход;

откорректировать выходное давление;

в случае появления колебательных явлений устранить их с помощью регулируемого дросселя 5.

В процессе эксплуатации регулятора необходимо выполнять осмотр технического состояния в установленные сроки и текущий ремонт.

Предохранительные устройства ГРП (ГРУ)

Газорегуляторные пункты и установки помимо регуляторов давления комплектуют также вспомогательными устройствами и оборудованием: предохранительно-запорными клапанами, гидравлическими затворами, пружинными сбросными клапанами, фильтрами для очистки газа от механических примесей и т. д.

Предохранительно-запорные устройства устанавливаются перед регулятором давления газа. Их мембранная головка через импульсную трубку соединена с газопроводом конечного давления. При увеличении конечного давления или его уменьшении за установленные пределы предохранительно-запорные клапаны (ПЗК) автоматически отсекают подачу газа на регулятор.

Предохранительно-сбросные устройства, применяемые в ГРП, обеспечивают сброс избыточного количества газа в случае повышения давления газа за регулятором выше установленного уровня. Монтируют их на газопроводе конечного давления, а выходной штуцер подключают к отдельной свече.

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

В открытом положении клапан удерживается рычагом 4 (рис. 43). Сам рычаг удерживается в верхнем положении за штифт 3 крючком анкерного рычага 2. Ударник 9 за счет штифта 10 упирается в коромысло 11 и удерживается в вертикальном положении.

Импульс конечного давления газа через штуцер 1 подается в подмембранное пространство клапана и оказывает противодействие на мембрану 12. Перемещению мембраны вверх препятствует пружина 7. 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, упадет и ударит по концу анкерного рычага 2. Вследствие этого рычаг выводится из зацепления со штифтом 3 и клапан перекроет 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 с гайкой 5 переместятся вниз, увлекая конец коромысла 11 вниз. Правый конец коромысла под-

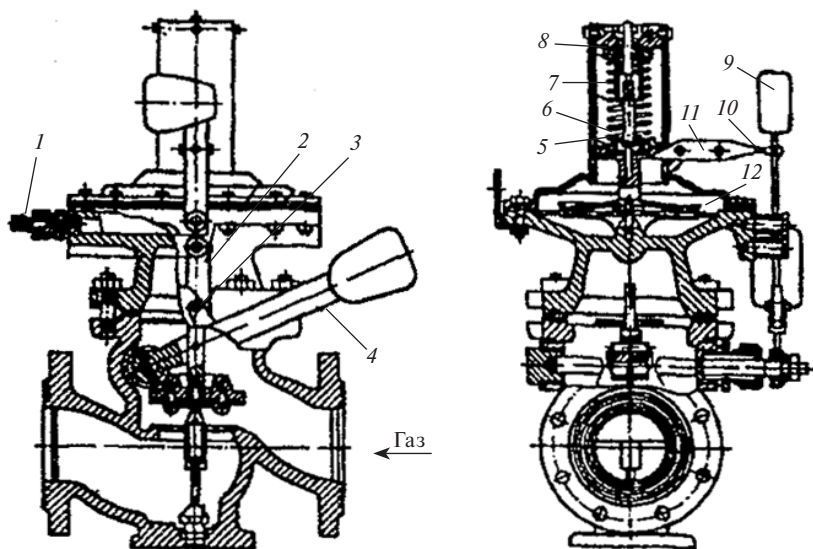


Рис. 43. Предохранительно-запорный клапан ПКН (ПКВ):
 1 – штуцер; 2, 4 – рычаги; 3, 10 – штифты; 5 – гайка; 6 – тарелка; 7, 8 – пружины;
 9 – ударник; 11 – коромысло; 12 – мембрана

нимется, выйдет из зацепления со штифтом 10 и вызовет падение ударника 9.

Рекомендуется следующий порядок настройки. Сначала клапан настраивают на нижний предел срабатывания. Во время настройки давление за регулятором следует поддерживать несколько выше установленного предела, затем, медленно снижая давление, убедиться, что клапан срабатывает при установленном нижнем пределе. При настройке верхнего предела необходимо поддерживать давление немного больше настроенного нижнего предела. По окончании настройки нужно повысить давление, чтобы убедиться, что клапан срабатывает именно при заданном верхнем пределе допустимого давления газа.

Запорно-предохранительный клапан ПКК-40М. В шкафных ГРУ устанавливают малогабаритный запорно-предохранительный клапан ПКК-40М. Этот клапан рассчитан на входное давление 0,6 МПа. Для открытия клапана отвинчивают пусковую пробку 8 (рис. 44), после чего импульсная камера клапана сообщается с атмосферой через отверстие 7. Под действием давления газа мембрана 10, шток 12 и клапан 13 перемещаются вверх, при этом, когда мембрана находится в крайнем верхнем положении, отверстие 5 в штоке

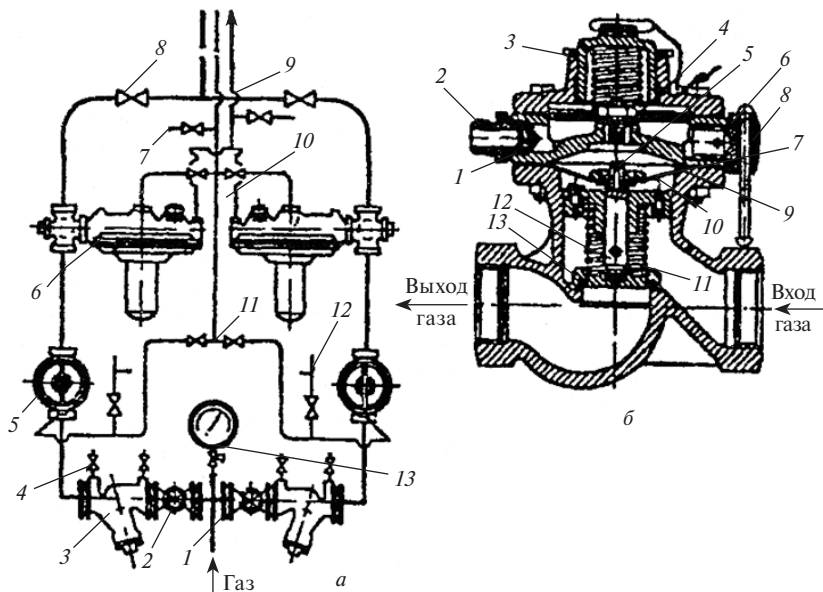


Рис. 44. Устройство и схема обвязки шкафной ГРУ:

a – принципиальная схема: 1 – входной штуцер; 2 – входной клапан; 3 – фильтр; 4 – штуцер для манометра; 5 – клапан ПКК-40М; 6 – регулятор РД-32М (РД-50М); 7 – штуцер замера конечного давления; 8 – выходная линия встроенных в регуляторы предохранительных клапанов; 10 – импульсная линия конечного давления; 11 – импульсная линия; 12 – штуцер с тройником; 13 – манометр; *б* – разрез клапана ПКК-40М: 1, 13 – клапаны; 2 – штуцер; 3, 11 – пружины; 4 – резиновое уплотнение; 5, 7 – отверстия; 6, 10 – мембраны; 8 – пусковая пробка; 9 – импульсная камера; 12 – шток

клапана прикрывается резиновым уплотнением 4 и поступление газа из корпуса в импульсную камеру 9 прекращается. Затем пусковую пробку закручивают. Через открытый клапан газ поступает на регуляторы давления и по импульсной трубке – в камеру 9. Если давление газа за регуляторами повысится сверх установленных пределов, то мембрана 6, преодолевая упругость пружины 3, переместится вверх, в результате чего отверстие 5, прикрытое ранее резиновым уплотнением 4, откроется. Верхняя мембрана 6, поднимаясь, упирается своим диском в крышку, а нижняя под действием пружины 11 и массы клапана со штоком опускается вниз, и клапан закрывает проход газа.

Клапан предохранительно-запорный КПЗ (рис. 45) устанавливается перед регулятором давления газа, его верхний предел срабатывания не должен превышать номинальное рабочее давление

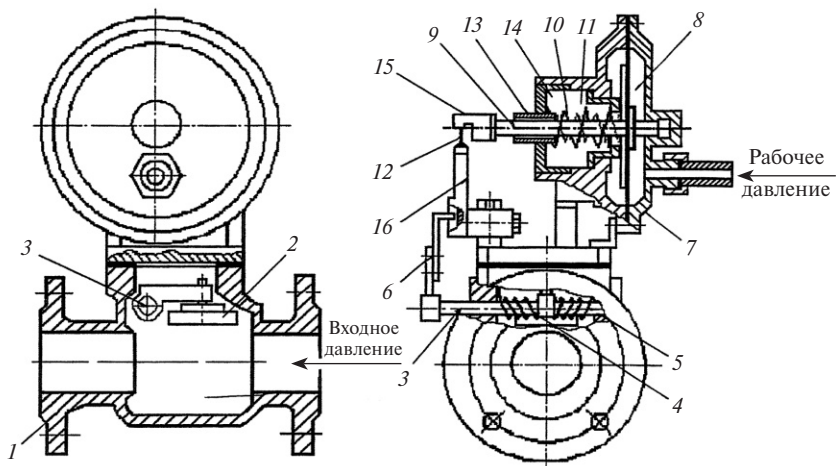


Рис. 45. Клапан предохранительно-запорный КПЗ:

1 – корпус; 2 – клапан с резиновым уплотнением; 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

после регулятора более чем на 25 %, а нижний предел срабатывания в правилах не установлен, так как эта величина зависит от потери давления в подводящем газопроводе и от диапазона регулирования.

Принцип работы КПЗ состоит в следующем:

в рабочем положении рычага клапана в зацеплении и в упоре с наконечником штока мембранной головки, а клапан КПЗ открыт;

при изменении давления газа после выше или ниже допустимого мембрана 8 прогибается и перемещает шток соответственно изменению давления вправо или влево вместе с наконечником 15;

рычаг 16 выходит из касания с наконечником 15, при этом нарушается зацепление рычагов и под действием витковых пружин поворотная ось 3 закрывает клапан КПЗ;

выходное давление газа поступает на клапан и плотнее прижимает его к седлу.

Неисправности КПЗ в основном аналогичны неисправностям ПКН и ПКВ.

Нормы испытаний газопроводов и оборудования ГРП следует принимать по табл. 7.

Сбросные предохранительные устройства. В отличие от запорных они не перекрывают подачу газа, а сбрасывают часть его в атмосферу, за счет чего снижается давление газа в газопроводе.

Существует несколько видов сбросных устройств, различных по конструкции, габаритам, принципу действия и области применения: гидравлические рычажно-грузовые, пружинные и мембранно-пружинные. Некоторые из них применяют только для низкого давления (гидравлические); другие — как для низкого, так и для среднего (мембранно-пружинные).

Гидравлический сбросной предохранительный клапан выполняется в виде гидрозатвора. Верхний штуцер служит для присоединения газопровода, а боковой штуцер подсоединяют к свече для выброса в атмосферу. С внешней стороны корпуса установлено водомерное стекло 2 (рис. 46), позволяющее определить высоту столба жидкости, залитой в корпус.

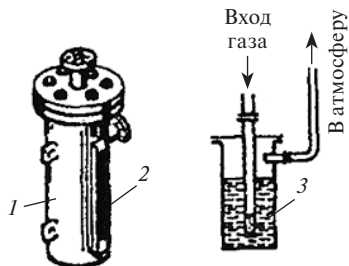


Рис. 46. Гидравлический затвор:

1 — корпус; 2 — водомерное стекло;
3 — запорная жидкость

При нормальном давлении газ не может преодолеть массу столба жидкости, залитой в гидрозатвор, и поэтому в атмосферу не сбрасывается. Но как только давление окажется больше веса столба жидкости в гидрозатворе, газ начинает вытеснять жидкость из трубки штуцера, доходит до ее нижнего края и, поднимаясь вверх, уходит через свечу в атмосферу.

В качестве запорной жидкости 3 может использоваться вода, если гидрозатвор установлен в помещении с положительной температурой, или глицерин, керосин и веретенное масло при отрицательных температурах.

Жидкость в гидрозатвор заливают через пробку, расположенную в верхней части корпуса 1. Необходимый уровень жидкости в гидрозатворе

$$H = \frac{p}{S}rg,$$

где H — высота столба жидкости в гидрозатворе, м;

p — давление, при котором должен срабатывать гидрозатвор, Па;

r — плотность жидкости, кг/м³;

g — ускорение свободного падения, м/с².

Предохранительно-сбросной клапан ПСК. Мембранно-пружинный сбросной клапан ПСК (рис. 47) устанавливают на газопроводах низкого и среднего давлений. Клапаны ПСК-25 и ПСК-50 отличаются один от другого только габаритами и пропускной способностью.

Газ из газопровода после регулятора поступает на мембрану 3 клапана ПСК. Если давление газа оказывается больше давления пружины 2 снизу, то мембрана отходит вниз, клапан открывается и газ идет на сброс. Как только давление газа станет меньше усилия пружины, клапан закрывается. Сжатие пружины регулируют винтом 1 в нижней части корпуса. Для установки клапана ПСК на газопроводах низкого или высокого давления подбирают соответствующие пружины.

Направляющие клапана 5 сбросного клапана ПСК-25 имеют форму крестовины и перемещаются внутри седла 6. Надежность работы клапана ПСК во многом зависит от качества сборки. При сборке необходимо:

очистить клапанное устройство от механических частиц и убедиться, что на кромке седла нет царапин или забоев, уплотняющая резина не изношена;

добиться соосности расположения клапана с центральным отверстием мембраны. Для проверки соосности ослабить или вынуть пружину и, нажимая на золотник через отверстие сброса, убедиться, что он свободно перемещается внутри седла.

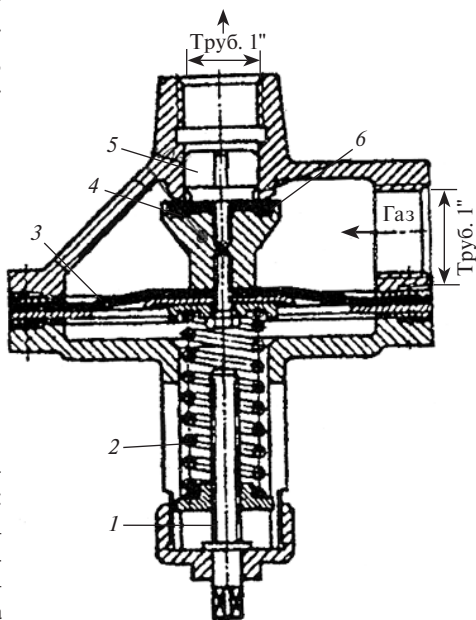
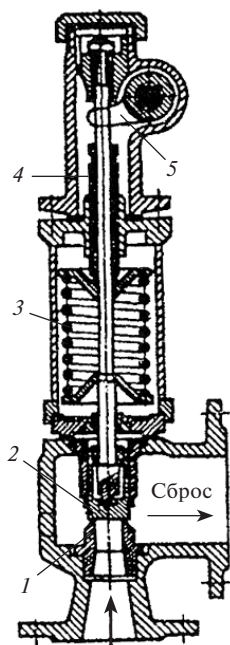


Рис. 47. Предохранительно-сбросной клапан ПСК:

1 – регулировочный винт; 2 – пружина; 3 – мембрана; 4 – уплотнение; 5 – клапан; 6 – седло; 7 – направляющие клапана

Предохранительно-сбросной клапан ППК-4. Пружинный предохранительный клапан среднего и высокого давлений ППК-4 выпускается промышленностью с условными проходами 50, 80, 100 и 150 мм. В зависимости от диаметра



пружины 3 (рис. 48) они могут настраиваться на давление 0,05–2,2 МПа. Принцип работы клапана заключается в следующем. Импульс конечного давления газа подается под клапан 2, который под действием упругости пружины 3 герметично прижимается к седлу 1. При повышении давления сверх установленного предела сила, действующая на клапан снизу, преодолевает усилие, оказываемое пружиной, и клапан, открываясь, сбрасывает излишки газа. Настраивают пружину на заданный режим работы регулировочным винтом 4.

Для проверки и продувки клапана необходимо повернуть ось кулачка 5.

Рис. 48. Предохранительно-сбросной клапан ППК-4:

1 – седло клапана; 2 – клапан; 3 – пружина; 4 – регулировочный винт; 5 – кулачок

Газовые фильтры

Для очистки газа от механических примесей и предотвращения засорения импульсных трубок, дроссельных отверстий, износа запорных и дроссельных органов арматуры устанавливают фильтры.

В зависимости от типа регуляторов и давления газа применяют различные конструкции фильтров.

В ГРУ с условным проходом до 50 мм устанавливают угловые сетчатые фильтры (рис. 49, а), в которых фильтрующий элемент – обойма, обтянутая мелкой сеткой. В ГРП с регуляторами с условным проходом более 50 мм применяют чугунные волосяные фильтры (рис. 49, б). Фильтр состоит из корпуса 1, крышки 2 и кассеты 3. Обойма кассеты с обеих сторон обтянута металлической сеткой, которая удерживает фильтрующий материал.

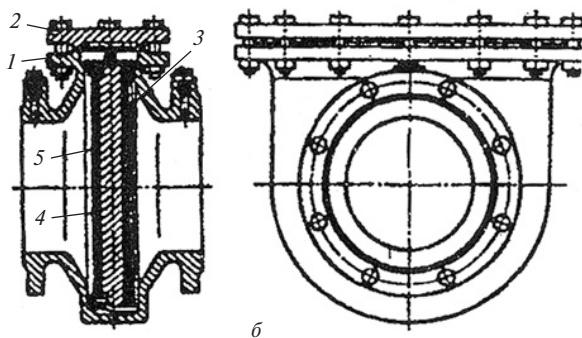
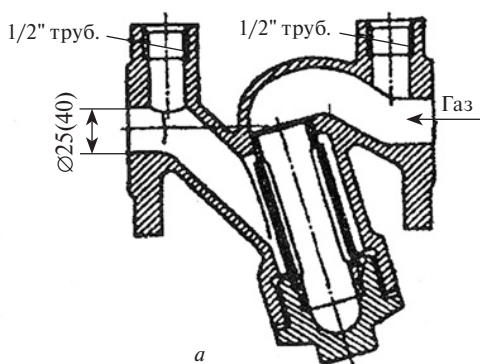


Рис. 49. Газовые фильтры:

а – угловой сетчатый; *б* – волосяной; 1 – корпус; 2 – крышка; 3 – сетка; 4 – капроновое волокно; 5 – кассета

Пыль оседает внутри кассеты на прессованном волокне, которое пропитывают трудно высыхающим висциновым маслом.

Кассета фильтра оказывает сопротивление потоку газа, что вызывает перепад давлений до фильтра и после него. Повышение перепада давления газа в фильтре более 10 000 Па не допускается, так как это может вызвать унос волокна из кассеты.

Чтобы уменьшить перепад давления, кассеты фильтра рекомендуется периодически очищать (вне здания ГРП). Для этого кассету с фильтрующим материалом промывают в керосине.

На рис. 50, *а* показано устройство фильтра, предназначенного для ГРП, оборудованного регуляторами РДУК. Фильтр состоит из сварного корпуса 1 с соединительными патрубками для входа и выхода газа, крышки 2 и кассеты 3. Со стороны входа газа

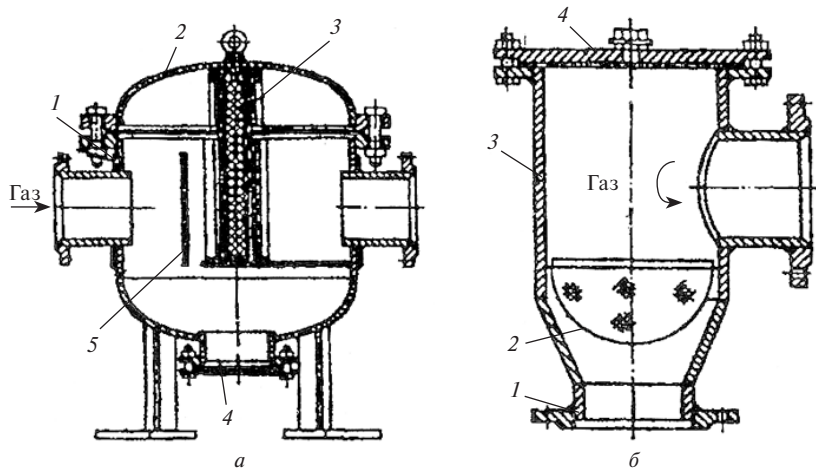


Рис. 50. Фильтры сварные:

а – фильтр к регуляторам РДУК: 1 – сварной корпус; 2 – верхняя крышка; 3 – кассета; 4 – люк для чистки; 5 – отбойный лист; *б* – фильтр-ревизия: 1 – выходной патрубок; 2 – сетка; 3 – корпус; 4 – крышка

внутри корпуса приварен металлический отбойный лист 5, защищающий сетку от прямого попадания наиболее крупных частиц. Крупные частицы, поступающие с газом, ударяясь в металлический лист, собираются в нижней части фильтра, откуда их периодически удаляют через люк 4. Внутри корпуса имеется сетчатая кассета 3, заполненная капроновой нитью.

Оставшиеся в потоке газа твердые частицы фильтруются в кассете, которая по мере необходимости прочищается. Для очистки и промывки кассеты верхнюю крышку фильтра можно снимать.

Для замера перепада давления используют дифференциальные манометры, присоединяемые к специальным штуцерам. Перед ротационными счетчиками устанавливают дополнительное фильтрующее устройство – фильтр-ревизию (рис. 50, б), в котором частицы пыли, имеющиеся в газе, улавливаются сеткой 2.

Контрольно-измерительные приборы

В нашей стране существует государственная система приборов (ГСП). Она представляет собой совокупность унифицированных блоков, приборов и устройств, имеющих стандартизированные параметры входных и выходных сигналов, нормированные габариты, присоединительные размеры, а также параметры пита-

ния. Таким образом, ГСП позволяет решать все задачи автоматического контроля, регулирования и управления производственными процессами. В ГРП 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 учета расхода газа (газовые счетчики или расходомеры).

Все КИП должны подвергаться государственной или ведомственной периодической проверке. Они должны быть в постоянной готовности к выполнению измерений. Готовность обеспечивается метрологическим надзором. Метрологический надзор заключается в осуществлении постоянного наблюдения за состоянием, условиями работы и правильностью показаний приборов, осуществлении их периодической проверки, изъятии из эксплуатации пришедших в негодность и не прошедших проверки приборов. Контрольно-измерительные приборы должны устанавливаться непосредственно у места замера или на специальном приборном щитке. Если КИП монтируют на приборном щитке, то используют один прибор с переключателями для замера показаний в нескольких точках.

Контрольно-измерительные приборы к газопроводам присоединяют стальными трубами. Импульсные трубки соединяют сваркой или резьбовыми муфтами.

Ряд КИП должны иметь клейма или пломбы органов Государственного комитета по стандартам.

Контрольно-измерительные приборы с электрическим приводом, а также телефонные аппараты, устанавливаемые в ГРП, должны быть во взрывозащищенном исполнении, в противном случае их устанавливают в помещениях, изолированных от ГРП.

Рассмотрим наиболее распространенные виды КИП, применяемых в ГРП.

Приборы для измерения давления газа делят: на жидкостные, в которых измеряемое давление определяется величиной уравновешивающего столба жидкости; пружинные и мембранные, в которых измеряемое давление определяется величиной деформации упругих элементов (трубчатые пружины, сильфоны, мембраны). Жидкостные манометры используют для замера избыточных давлений в пределах до 0,1 МПа.

К жидкостным манометрам относятся и дифференциальные манометры (дифманометры). Их применяют для замеров перепада давления.

Дифманометр ДТ-50. Толстостенные стеклянные трубки 5 (рис. 51) прочно закрепляют в верхней 2 и нижней 6 стальных колодках. Вверху трубки присоединяют к камерам-ловушкам 3, предохраняющим 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, а также выключать и включать 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 и как обычные манометры для замера избыточных давлений газа, если одну трубку вывести в атмосферу, а другую — в измеряемую среду.

Пружинный манометр. Основная часть пружинного манометра с одновитковой трубчатой пружиной — изогнутая пустотелая трубка 6 (рис. 52), которая нижним неподвижным концом закреплена к штуцеру 9, с помощью которого манометр присоединяют к газопроводу. Второй конец трубки запаян и шарнирно связан с тягой 7. Давление газа через штуцер 9 передается на трубку 6, свободный конец которой через тягу 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. Манометры в процессе эксплуатации должны проходить государственную поверку не реже чем один раз в 12 месяцев и после ремонта. Рабочее давление, измеряемое манометром, должно находиться в пределах от $\frac{1}{3}$ до $\frac{2}{3}$ их шкалы.

На рис. 53 изображена схема самопишущего манометра с многовитковой пружиной. Пружина выполнена в виде сплюснутой окружности диаметром 30 мм с шестью витками. Вследствие большой длины пружины ее свободный конец может перемещаться на 15 мм (у одновитковых манометров — только на 5–7 мм), угол раскручивания пружины достигает 50–60°. Такое конструктивное исполнение позволяет применять простейшие рычажные передаточные механизмы и осуществлять автоматическую запись показаний с дистанционной передачей. При подключении манометра к измеряемой среде свободный конец пружины 1 рычага 2 будет поворачивать ось 3, при этом перемещение рычагов 4 и 7 и тяги 5 будет передаваться оси 6. На оси 6 закреплен мостик 8, который соединен со стрелкой 9. Изменение давления и перемещение пружины через рычажный механизм передаются стрелке, на конце которой установлено перо для записи измеряемой величины давления. Диаграмма вращается с помощью часового механизма.

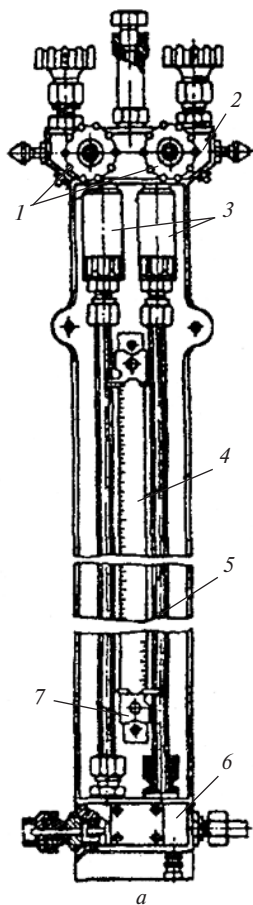


Рис. 51. Дифференциальный манометр ДТ-50:

a — конструкция; *б* — схема расположения каналов; 1 — вентили высокого давления; 2, 6 — колодки; 3 — камеры-ловушки; 4 — измерительная шкала; 5 — стеклянные трубки; 7 — указатель

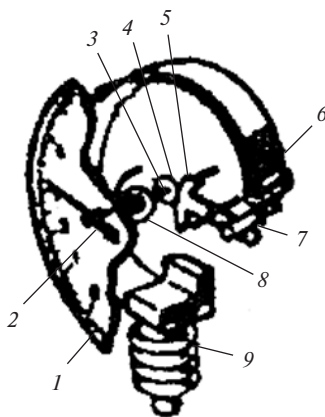


Рис. 52. Манометр с одновитковой трубчатой пружиной:

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

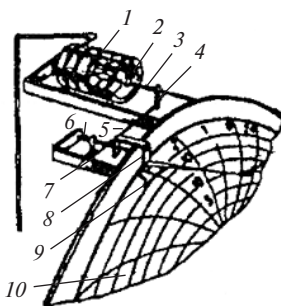
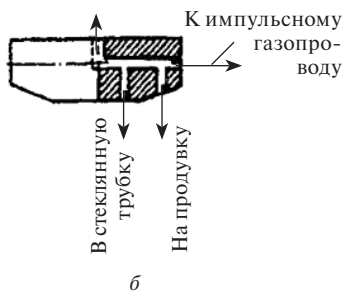


Рис. 53. Схема самопишущего манометра с многовитковой пружиной:

1 — многовитковая пружина; 2, 4, 7 — рычаги; 3, 6 — оси; 5 — тяга; 8 — мостик; 9 — стрелка с пером; 10 — картограмма

Ротационные счетчики типа РГ. Счетчиками называются приборы, измеряющие суммарный расход газа за определенный промежуток времени. Объемное измерение в счетчиках осуществляется вследствие вращения двух роторов за счет разности давления газа на входе и выходе. Необходимый для вращения роторов перепад давления в счетчике составляет до 300 Па, что позволяет использовать эти счетчики даже на низком давлении. Отечественная промышленность выпускает счетчики РГ-40-1, РГ-100-1, РГ-250-1, РГ-400-1, РГ-600-1 и РГ-1000-1 на номинальные расходы газа от 40 до 1000 м³/ч и давление не более 0,1 МПа. При необходимости можно применять параллельную установку счетчиков.

Ротационный счетчик РГ состоит из корпуса 1 (рис. 54), двух профилированных роторов 2, коробки зубчатых колес, редуктора, счетного механизма и дифференциального манометра 3. Газ через входной патрубок поступает в рабочую камеру. В пространстве рабочей камеры размещены роторы, которые под действием давления протекающего газа 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. Каждый поворот ротора передается через коробку зубчатых колес и редуктор счетному механизму. Таким образом учитывается количество газа, проходящего через счетчик.

Подготавливают ротор к работе следующим образом. Снимают верхний и нижний фланцы, затем роторы промывают мягкой кистью, смоченной в бензине, поворачивая их деревянной палочкой,

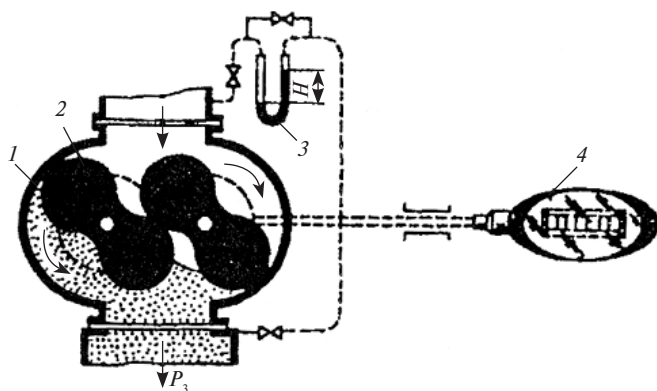


Рис. 54. Схема ротационного счетчика типа РГ:

1 – корпус счетчика; 2 – роторы; 3 – дифференциальный манометр; 4 – счетный механизм

чтобы не повредить шлифованную поверхность. Далее промывают обе коробки зубчатых колес и редуктор. Для этого заливают бензин (через верхнюю пробку), проворачивают роторы несколько раз и сливают бензин через нижнюю пробку. Закончив промывку, заливают масло в коробки зубчатых колес, редуктор и счетный механизм, заливают соответствующую жидкость в дифференциальный манометр счетчика, соединяют фланцы и проверяют счетчик путем пропускания через него газа, после чего измеряют перепад давлений. Далее прослушивают работу роторов (должны вращаться бесшумно) и проверяют работу счетного механизма.

При техническом осмотре следят за уровнем масла в коробках зубчатых колес, редукторе и счетном механизме, измеряют перепад давления, проверяют на плотность соединения счетчиков. Счетчики устанавливают на вертикальных участках газопроводов так, чтобы поток газа направлялся через них сверху вниз.

Поплавковые дифманометры. Широкое распространение в газовом хозяйстве нашли поплавковые дифманометры и сужающие устройства. Сужающие устройства (диафрагмы) служат для создания перепада давления. Они работают в комплекте с дифманометрами (рис. 55), измеряющими создаваемый перепад давления.

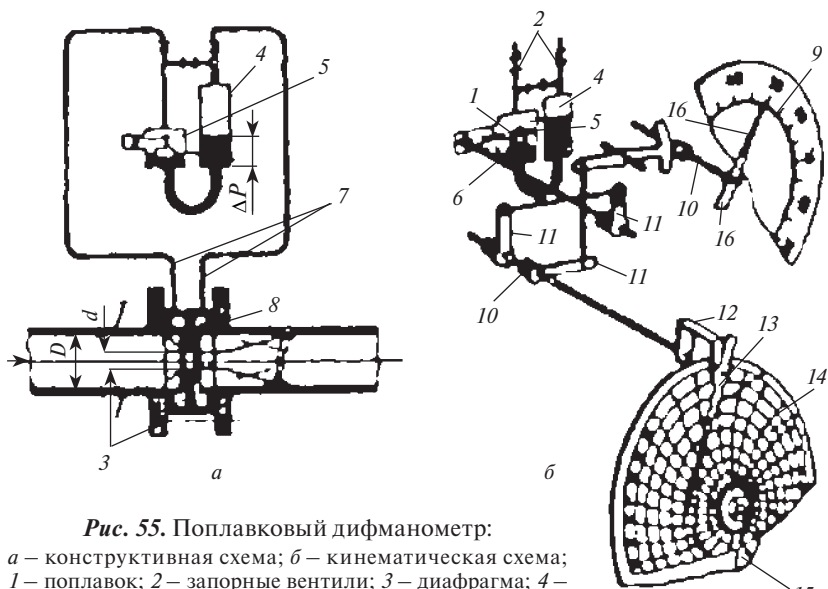


Рис. 55. Поплавковый дифманометр:

a – конструктивная схема; *б* – кинематическая схема; 1 – поплавок; 2 – запорные вентили; 3 – диафрагма; 4 – стакан; 5 – поплавковая камера; 6 – ось; 7 – импульсные трубки; 8 – кольцевая камера; 9 – шкала указателя; 10 – оси; 11 – рычаги; 12 – мостик пера; 13 – перо; 14 – диаграмма; 15 – часовой механизм; 16 – стрелка

При установившемся расходе газа полная энергия потока газа складывается из потенциальной энергии (статического давления) и кинетической энергии, т. е. энергии скорости. До диафрагмы поток газа имеет начальную скорость V_1 , в узком сечении эта скорость возрастает до V_2 , после прохождения диафрагмы поток расширяется и постепенно восстанавливает прежнюю скорость.

При возрастании скорости потока увеличивается его кинетическая энергия и соответственно уменьшается потенциальная энергия, т. е. статическое давление.

За счет разности давлений $\Delta p = p_{ст1} - p_{ст2}$ ртуть, находящаяся в дифманометре, перемещается из поплавковой камеры 5 в стакан 4. Вследствие этого расположенный в поплавковой камере поплавок опускается и перемещает ось б, с которой связаны стрелки прибора, показывающего расход газа. Отсюда следует, что перепад давления в дроссельном устройстве, измеренный с помощью дифференциального манометра, может служить мерой расхода газа.

Зависимость между перепадом давления и расходом газа выражается формулой

$$V = K\sqrt{\Delta p},$$

где V – расход газа, м³/с;

Δp – перепад давления, Па;

K – коэффициент, постоянный для данной диафрагмы.

Значение коэффициента K зависит от соотношения диаметров отверстия диафрагмы и газопровода, плотности и вязкости газа.

При установке в газопроводе центр отверстия диафрагмы должен совпадать с центром газопровода. Отверстие диафрагмы 3 со стороны входа газа выполняют цилиндрической формы с коническим расширением к выходу потока. Диаметр входного отверстия диска определяют расчетным путем. Входная кромка отверстия диска должна быть острой.

Нормальные диафрагмы могут применяться для газопроводов с диаметром от 50 до 1200 мм при условии $0,05 < m < 0,7$.

Модуль диафрагмы (отношение площади отверстия диафрагмы к поперечному сечению газопровода) m определяется по формуле

$$m = d^2/D^2,$$

где d, D – диаметры отверстия диафрагмы и газопровода.

Нормальные диафрагмы могут быть двух видов: камерные и дисковые. Для отбора более точных импульсов давления диафрагма размещается между кольцевыми камерами.

Плюсовой сосуд присоединяют к импульсной трубке, отбирающей давление до диафрагмы; к минусовому сосуду подводят давление, отбираемое после диафрагмы.

При наличии расхода газа и перепада давления часть ртути из камеры 5 выжимается в стакан 4. Это вызывает перемещение поплавка и соответственно стрелки 16, указывающей расход газа, и пера 13, отмечающего на диаграмме величину перепада давления. Диаграмма 14 приводится в движение от часового механизма 15 и делает один оборот в сутки. Шкала диаграммы, разделенная на 24 части, позволяет определить расход газа за 1 ч. Под поплавком помещается предохранительный клапан, который разобщает сосуды 4 и 5 в случае резкого перепада давлений и тем самым предотвращает внезапный выброс ртути из прибора.

Сосуды сообщаются с импульсными трубками диафрагмы через игольчатые вентили 2 и уравнительный вентиль, который в рабочем положении должен быть закрыт.

Сильфонные дифманометры. Они предназначены для непрерывного измерения расхода газа. Действие прибора основано на принципе уравнивания перепада давления силами упругих деформаций двух сильфонов, торсионной трубки и винтовых цилиндрических пружин. Пружины сменные, их устанавливают в зависимости от измеряемого перепада давлений. Основные части дифманометра — сильфонный блок и показывающая часть.

Сильфонный блок (рис. 56) состоит из сообщающихся между собой сильфонов 2 и 6, внутренние полости которых заполнены жидкостью. Жидкость состоит из 67 % воды и 33 % глицерина. Сильфоны связаны между собой штоком 8. В сильфон 2 подводится импульс до диафрагмы, а в сильфон 6 — после диафрагмы.

Под действием более высокого давления левый сильфон сжимается, вследствие чего жидкость, находящаяся в нем, через дроссель 5 перетекает в правый сильфон. Шток 8, жестко соединяющий доньшки сильфонов, перемещается вправо и через рычаг 3 приводит во вращение ось 4,

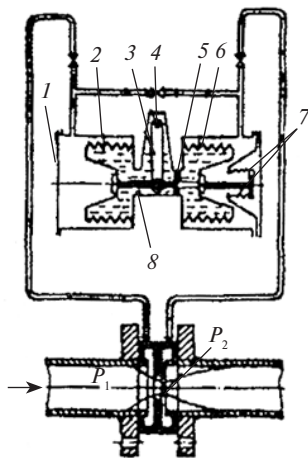


Рис. 56. Принципиальная схема сильфонного дифманометра:

1 — сильфонный блок; 2 — плюсовой сильфон; 3 — рычаг; 4 — ось; 5 — дроссель; 6 — минусовый сильфон; 7 — сменные пружины; 8 — шток

кинематически связанную со стрелкой и пером регистрирующего и показывающего прибора.

Дроссель 5 регулирует скорость перетекания жидкости и тем самым снижает влияние пульсации давления на работу прибора. Для соответствующего предела измерения применяют сменные пружины 7.

Эксплуатация ГРП

В состав работ по эксплуатации ГРП входят следующие виды работ:

осмотр технического состояния (обход) в сроки, обеспечивающие безопасность и надежность эксплуатации, но не реже 1 раза в месяц по утвержденным инструкциям;

проверка срабатывания предохранительных запорных и сбросных клапанов — не реже 1 раза в 3 месяца, а также по окончании ремонта оборудования;

техническое обслуживание — не реже 1 раза в 6 месяцев;

текущий ремонт — не реже 1 раза в 12 месяцев;

капитальный ремонт — при ремонте и замене оборудования, ремонте отдельных элементов здания, систем отопления, освещения, вентиляции — на основе дефектных ведомостей, составленных по результатам технических осмотров и текущих ремонтов.

При осмотре технического состояния (обходе) ГРП выполняются следующие работы:

проверка по приборам давления газа до и после регулятора;

проверка (перепада) состояния фильтра;

проверка отсутствия утечек газа с помощью мыльной эмульсии или прибором;

смена картограмм регистрирующих приборов, прочистка и заправка перьев, завод часового механизма. Установка пера на «0» — не реже 1 раза в 15 дней;

проверка электроосвещения, вентиляции, системы отопления, визуальное выявление трещин и неплотностей стен;

проверка температуры воздуха в помещении, если предусмотрено его отопление;

внешний и внутренний осмотр здания ГРП, при необходимости — очистка здания от загрязнений.

Проверка срабатывания предохранительных запорных и сбросных клапанов. При проверке ПЗК и ПСК достаточно повысить выходное давление газа и посмотреть, при каком давлении срабатывают клапаны. ПСК должен сработать при давлении на 15 %, а ПЗК на 25 % выше рабочего.

Для проверки параметров срабатывания ПЗК типа ПКН (ПКВ) необходимо произвести следующие действия. Под мембраной создать давление больше нижнего предела настройки, установить ударный молоток в зацепление с коромыслом и, подстраховав его рукой, понижать давление до нижнего предела настройки. При заданном значении давления молоток должен упасть, в противном случае необходимо скорректировать настройку. Затем необходимо под мембраной создать давление меньше верхнего предела настройки, установить ударный молоток в зацепление с коромыслом и, подстраховав его рукой, повышать давление до верхнего предела настройки. При заданном значении молоток должен упасть, в противном случае необходимо скорректировать настройку. После выполнения перечисленных операций необходимо вывернуть переходник, вернуть пробку, открыть кран на импульсной трубке ПЗК, установить ударный молоток в зацепление с коромыслом и проверить отсутствие утечек газа в завернутой пробке.

При проведении технического обслуживания (ТО) производятся также работы, выполняемые при осмотре технического состояния ГРП, а при ежегодном текущем ремонте ГРП должны выполняться также работы, предусмотренные при техническом обслуживании.

Помимо перечисленных выше работ производятся также следующие мероприятия по техническому обслуживанию газорегуляторных пунктов.

Определение плотности и чувствительности мембран. Плотность мембран проверяют внешним осмотром или с помощью мыльной эмульсии, а чувствительность мембран — путем изменения нагрузки на мембрану и наблюдением за давлением. Мембраны регуляторов низкого давления должны быть чувствительны к изменению нагрузки, соответствующей изменению давления до 30 Па. Колебание выходного давления газа за регулятором должно быть не более $\pm 10\%$.

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 не прослушивается. Существуют и другие способы определения плотности закрытия: по картограммам регистрирующих приборов, выходному давлению газа, с помощью листа чистой бумаги, вложенного между клапаном и седлом. При обнаружении неплотности закрытия клапана его необходимо отремонтировать или заменить.

Осмотр и очистка фильтра. Состояние фильтра определяют путем замера перепада давления газа на нем. Если перепад давления приближается к предельному, указанному в паспорте, то фильтр следует прочистить.

При проверке и ремонте оборудования разрешается пользоваться обводной линией. Подача газа по обводной линии допускается только при условии постоянного нахождения в ГРП дежурного, регулирующего давление газа на выходе из ГРП. После проверки оборудования и устранения выявленных неполадок делают анализ воздуха помещения ГРП.

Текущий ремонт. При текущем ремонте ГРП производят плановый ремонт (ревизию оборудования), включающий в себя:

разборку регуляторов, предохранительных клапанов, фильтров с заменой и ремонтом изношенных частей; разборку, проверку и смазывание технологического оборудования в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей; государственную поверку манометров; ремонт системы отопления; заделку трещин и неплотностей в стенах, отделяющих помещение, где установлены отопительные установки, от основного помещения; проверку состояния и работы отопительных установок, плотность всех соединений, смазывание кранов.

Задвижки, не обеспечивающие необходимой плотности закрытия, разбирают, их полость очищают от пыли и грязи, проверяют состояние запорных поверхностей и колец, при необходимости их притирают. Если после этих операций задвижка не обеспечивает необходимой плотности, то она подлежит замене.

При ремонте здания ГРП производят следующие работы: ремонт отдельных мест дефектов штукатурки, замену разбитых оконных стекол, ремонт кровли; окраску стен здания, ремонт вентиляции, освещения, телефона; окраску молниеприемников и токоотводов, проверку исправности контактов, соединительных проводов, перемычек, шин и приведение их в порядок.

При плановом ремонте оборудования ГРП (ревизии) проводят всестороннюю проверку газового оборудования. При этом могут проводиться сварочные и другие огневые работы, допускаемые в исключительных случаях при условии принятия мер, обеспечивающих безопасность работ. На время проведения ревизии потребители снабжаются газом через обводной газопровод (байпас). Последовательность операций должна быть в строгом соответствии с инструкцией. Примерная последовательность работ при переводе работы ГРП с регулятора на обводной газопровод: вывести из зацепления молоток ПЗК и закрыть кран на его импульсной линии; открыть задвижку на входе в байпасную линию; медленно, следя за показаниями манометра, приоткрывать задвижку на выходе из байпаса и увеличивать выходное давление газа на 100–200 Па выше установленного режима; выворачивать регулировочный винт пилота и устанавливать начальное давление газа

до тех пор, пока не будет полностью вывернут регулировочный винт пилота. Закрыть задвижку перед регулятором; с помощью выходной задвижки на байпасе снизить давление до заданного уровня, отключить ПЗК и закрыть задвижку после регулятора.

Перевод ГРП с байпаса на работу через регулятор осуществляют в строгом соответствии с утвержденной инструкцией. Примерная последовательность работы: открыть ПЗК на проход, проверить, вывернут ли регулировочный винт пилота регулятора и открыты ли краны на импульсных трубках; открыть выходную задвижку за регулятором; медленно прикрыть выходную задвижку на байпасе и снизить выходное давление газа на 100–200 Па; медленно открыть задвижку перед регулятором, наблюдая за показаниями манометра; ввернуть регулировочный винт пилота и установить требуемое выходное давление; медленно закрыть выходную задвижку на байпасе; поддерживая с помощью пилота давление газа, убедиться в устойчивой работе регулятора; открыть кран на импульсной трубке ПЗК и зацепить его молоток с рычагом.

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

Ревизия оборудования

Ревизия регулятора давления РДУК (см. рис. 41, а). Последовательность и объем работ следующие: снять крышку регулятора, вынуть фильтр и очистить его; вынуть клапан 5 и проверить состояние уплотнительной резины; если необходимо, установить новый уплотнитель (применяют мягкую маслобензостойкую резину); осмотреть уплотняющую кромку седла клапана, на которой не должно быть вмятин и царапин; незначительные повреждения можно устранить шлифовкой кромки седла мелкозернистой наждачной бумагой; вынуть шток 7, очистить поверхность штока и колонну б тряпкой, смоченной в керосине.

Слегка смазать шток техническим вазелином и убедиться, что он легко перемещается во втулке; надеть клапан на верхний конец штока, нажать на него и убедиться, что уплотняющая резина без перекосов прилегает к седлу клапана; отвернуть штуцер 11 и вместо него установить специальный резьбовой наконечник с резиновой трубкой диаметром 6–8 мм. Подуть в трубку и переместить мембрану регулятора в крайнее верхнее положение. Клапан переместится вверх, при этом высота хода должна быть 25–30 % от диаметра клапана. При меньшей величине перемещения следует проверить зазор между верхним концом штока 7 и дном отверстия клапана 5. Если зазор более 3 мм, шток необходимо удлинить;

для проверки герметичности мембраны δ резиновую трубку следует пережать и проследить за работой клапана; если клапан не переместится вниз, мембрана герметична; медленно выпустить воздух из подмембранного пространства регулятора, при этом клапан, шток, ударник и мембрана должны перемещаться вниз плавно, что указывает на отсутствие трений при перемещении толкателя; поставить на место фильтр и крышку регулятора.

Наиболее ответственная операция при ревизии мембранной коробки – ее сборка. Последовательность работ при сборке такова: мембрану в сборе с диском кладут на нижний фланец, обеспечивая установку опоры 9 в кольцевой выточке; нижний фланец, расположенный соосно с верхним, поднимают, обеспечивая сопряжение конца толкателя с гнездом центрального штуцера мембраны; оба фланца скрепляют болтами и поочередно стягивают (обращают внимание на то, чтобы не допустить образования морщин по окружности мембраны).

Ревизия пилота КН-2-00. При этом производят следующие работы: снимают пробку 17 (см. рис. 41, б) и вынимают клапан 5, прочищают отверстия в головке и седле клапана; проверяют соосность сборки штока с клапаном и ровно укладывают уплотнительную резиновую шайбу; вывинчивают резьбовой стакан 22 и вынимают пружину 16; устанавливают на место клапан 5 и, удерживая его пальцем, ставят пилот мембраной вверх.

Слегка опуская и поднимая клапан пилота, убеждаются, что шток, толкатель и мембрана свободно перемещаются вниз и вверх. Если наблюдается трение, то необходимо разобрать фланцевую коробку пилота и при повторной сборке добиться соосности расположения гнезда в центре мембраны, толкателя и штока; проверяют ход клапана (до 1,5 мм) и при необходимости регулируют его путем изменения длины штока; убеждаются, что зазор между верхним концом клапана и заглушкой достаточен и обеспечивает свободное открытие клапана; устанавливают на место пробку 17.

В пилоте КВ-2-00 в отличие от КН-2-00 установлены мембранная тарелка меньшего диаметра и дополнительное кольцо для уменьшения активной площади мембраны.

Ревизия регулятора РДП-50 (см. рис. 42) производится в следующей последовательности:

- отключить линию редуцирования и снять регулятор с линии;
- демонтировать соединительные трубопроводы 4;
- снять с корпуса δ исполнительного механизма 1 стабилизатор 2 и пилот 3;
- продуть дроссель 5, соединительные и импульсные трубопроводы;
- разобрать исполнительный механизм и снять корпус;

вынуть подвижную систему с гильзой из крышки и разобрать;
проверить состояние мембраны;
проверить уплотнительные кольца, движущиеся элементы, уплотнение клапана, наличие повреждений на поверхности гильзы;
заменить при необходимости изношенные или поврежденные детали;
промыть все детали, высушить сжатым воздухом и собрать исполнительный механизм;
перед сборкой смазать консистентной смазкой наружную поверхность гильзы, направляющую поверхность втулки и уплотнительные элементы;
разобрать стабилизатор и пилот;
проверить состояние мембраны, уплотнений клапанов, движущихся элементов, а также наличие механических повреждений на рабочих кромках седел;
продуть дроссели 5 и 14, промыть все детали и высушить их сжатым воздухом;
собрать пилот и стабилизатор, установить на корпусе исполнительного механизма;
смонтировать соединительные трубопроводы и проверить герметичность соединений.

После выполнения вышеперечисленных операций установить регулятор на линию редуцирования, проверить герметичность соединений и произвести пуск регулятора.

Неисправности оборудования, способы их обнаружения и устранения

Рассмотрим наиболее характерные неисправности оборудования ГРП и способы их устранения.

Утечки газа. Наиболее распространенная неисправность в ГРП — утечки газа. Это объясняется большим количеством фланцевых и резьбовых соединений. Устранение утечек газа через фланцевые соединения — наиболее трудоемкая операция. Ее необходимо выполнять тщательно, используя доброкачественные материалы. В качестве прокладок во фланцевых соединениях оборудования ГРП рекомендуют применять паронит, клингерит или маслобензостойкую резину.

Паронитовые или клингеритовые прокладки перед установкой тщательно пропитывают маслом.

Промазывание прокладок белилами и масляными красками, так же как и применение их в несколько слоев, недопустимо.

Утечки газа во фланцевых соединениях возможны также и в том случае, когда неправильно затягивают болты или применяют болты другого диаметра, что приводит к перекосу фланцев и появлению в них утечек. Уменьшение количества болтов (ниже нормы) также может привести к перекосу фланца.

Для уменьшения утечек следует по мере возможности сокращать количество резьбовых соединений.

Если ГРП имеет местное отопление с размещением индивидуальной отопительной установки во вспомогательном помещении, необходимо особое внимание обращать на плотность стен, разделяющих основное и вспомогательное помещения, а при наличии в ГРП печного отопления – на плотность металлического кожуха печи.

Неисправности ротационных счетчиков. При работе счетчика могут быть утечки газа через пробки для заливки и спуска масла в коробках зубчатых колес и редуктора (при неполной их затяжке); накидные гайки импульсных газопроводов при их неплотной затяжке или неисправных прокладках; пробки дифференциального манометра или через его поломанные стеклянные трубки; фланцы счетчика.

Возможны засорения различными механическими примесями пространства между роторами и стенками камер, вследствие чего роторы не вращаются или счетчик работает, но создает перепад давления больше допустимого.

При засорении коробок с зубчатыми колесами следует промыть их и залить в коробку чистое масло.

Роторы счетчика вращаются, но сам счетчик не показывает расход газа, или показания неверны из-за засорения редуктора, поломки счетного механизма, увеличения зазора между роторами и стенками камер больше нормального.

Неисправности газовых фильтров. Характерные неисправности фильтров – утечки газа, а также их засорение различными механическими примесями.

Признак засорения фильтров – большой перепад давления за счет увеличения сопротивления потоку газа. Это может привести к разрыву металлических сеток обоймы. Для предупреждения подобных случаев необходимо периодически контролировать перепад давления на фильтре и в случае необходимости очищать его от механических загрязнений.

Неисправности задвижек. Для задвижек характерны следующие неисправности: срабатывание уплотнительных поверхностей на дисках и корпусе (через закрытую задвижку проходит газ); отрыв дисков от шпинделя и его искривление, не позволяющее пере-

крыть газ; поломка маховика (происходит при затрудненном закрывании задвижки или при чрезмерной затяжке); утечка газа через сальник задвижки (можно устранить подтягиванием нажимной буксы сальника или перенабивкой сальника при перекрытой задвижке); образование трещин буксы сальника (происходит при затяжке сальника с перекосом или при попытке устранить утечку через сальник без его перенабивки), чтобы устранить эту неисправность, необходимо немедленно перекрыть задвижку и заменить нажимную буксу. В противном случае сальник может быть выдавлен, что повлечет за собой сильную утечку газа.

Неисправности предохранительно-запорных клапанов. Клапан не перекрывает подачу газа. Возможны следующие неисправности: засорение клапана или дефект седла, что можно обнаружить и устранить при разборке клапана; заедание штока или рычагов клапана, отчего при падении молотка клапан остается открытым, дефект обнаруживают при внешнем осмотре.

Клапан перекрывает подачу газа без повышения давления газа регулятором. Причины: произошли разрыв мембраны головки клапана или засорение импульсной трубки – мембрана под действием груза опускается, и клапан срабатывает; плохая настройка клапана; самопроизвольное закрывание клапана от вибрации оборудования.

Клапан при настройке не открывается. Причины: отрыв клапана от штока, дефект обнаруживают при поднятии клапана; засорение перепускного клапана, который не позволяет выровнять давление над и под основным клапаном; заедание штока клапана.

Неисправности регуляторов давления типа РД. Регулятор увеличивает выходное давление по следующим причинам: нарушена целостность мембраны; мембрана под действием пружины опускается, открывая клапан; нарушено мягкое уплотнение клапана, что не позволяет перекрыть подачу газа при отсутствии расхода; седло клапана имеет дефект; сила упругости пружины не соответствует заданному режиму давления.

При работе регулятора происходит сброс газа в атмосферу через предохранительное устройство. Причины неисправности: выходное давление больше того, на которое настроено предохранительное устройство; не настроено предохранительное устройство; засорен клапан в предохранительном устройстве или его седло имеет дефект; происходит утечка газа через неплотности в регуляторе.

Давление после регулятора резко или постепенно падает. Причины: поломка пружины и уменьшение нагрузки на мембрану сверху; засорился или обледенел клапан регулятора; засорился фильтр перед регулятором, это вызвало уменьшение давления до регулятора.

Явление пульсации давления газа происходит по следующим причинам: незначителен расход газа по сравнению с пропускной способностью регулятора; неправильно выбрана точка прикрепления импульсной трубки к газопроводу с низкой стороны (пульсация прекратится, если перенести импульсную трубку на другой участок); засорение импульсной трубки приводит к искажению импульсов, передаваемых под мембрану регулятора.

Неисправности регуляторов давления типов РДС и РДУК. Регулятор давления не подает газ потребителям. В этом случае возможны такие неисправности: произошел разрыв мембраны, или в ней образовались отверстия, давление газа над и под мембраной выровнялось, клапан под действием груза закрылся, подача газа прекратилась, для обнаружения этой неисправности необходимо разобрать регулятор и мембрану заменить новой; пружина регулятора пилота вышла из строя, прекратилась нагрузка на мембрану пилота, клапан его закрылся, неисправность обнаруживают при снятии пружины пилота; пилот перестал действовать, клапан регулятора закрылся, входное давление газа возросло и стало равным выходному (у РДС над мембраной, у РДУК под ней), произошло засорение импульсной трубки сброса, неисправность обнаруживают при снятии трубки, засорился клапан пилота или произошло его обмерзание.

Регулятор повышает давление газа из-за следующих неисправностей: неплотно закрыт клапан (проверяют плотность закрытия клапана регулятора), у РДС подобный дефект можно обнаружить, подложив лист чистой бумаги под клапан и прижав клапан к седлу (на бумаге отпечатается контур седла и клапана с их дефектами), а у РДУК дефект обнаруживают при снятии верхней крышки; произошел разрыв мембраны пилота, давление газа перестало противодействовать пружине, клапаны пилота и регулятора полностью открылись (неисправность обнаруживают при разборке пилота); шток клапана заело, клапан завис; если уменьшится расход газа потребителями, может произойти увеличение давления после регулятора, неисправность можно обнаружить, изменив режим работы регулятора; импульсная трубка, подающая газ с высокой стороны, засорена; давление у РДС падает над мембраной, а у РДУК — под мембраной.

При проведении пусконаладочных работ могут наблюдаться случаи «качки» регулятора (недопустимого колебания регулирования выходного давления газа выше $\pm 10\%$). Эту «качку» необходимо ослабить за счет некоторого снижения начального давления (прикрыть входную задвижку), но при понижении начального давления может одновременно уменьшиться и выходное давление;

«качка» почти не устраняется и пропадает только при едва заметном перепаде на регуляторе. Причина такой неисправности – отсутствие дросселя, ограничивающего сброс газа из пилота. Необходимо отвинтить штуцер и поставить дроссель соответствующего диаметра. После настройки регулятора на выходное давление надо включить регулятор на продувочную свечу; если «качка» уменьшилась недостаточно, закрыть кран импульсной трубки пилота. Выходное давление газа при этом может несколько уменьшиться, в этом случае необходимо поднять выходное давление до заданного путем дополнительной настройки пилота.

Неисправности регуляторов давления типа РДП. Регулятор не открывается, в этом случае возможны следующие неисправности: отсутствие входного давления, неисправность пилота, порыв мембраны исполнительного устройства. Регулятор повышает выходное давление, в этом случае возможны следующие неисправности: изношены уплотнительные кольца гильзы, загрязнение или разрушение рабочего клапана, происходит заедание гильзы. Падение выходного давления, в данном случае возможны следующие неисправности: отбор газа превышает пропускную способность регулятора, имеются неисправности пилота, недостаточный объем газа на входе. Нестабильность работы регулятора, в этом случае возможны следующие неисправности: не отрегулирован дроссель 5 (см. рис. 42), неправильный забор импульсного давления.

Правила безопасности при эксплуатации ГРП

Для безопасной и качественной эксплуатации ГРП необходимо иметь следующий состав эксплуатационной документации:

- акты приемки и пуска газа с параметрами настройки;
- паспорт на установленное оборудование, газовый счетчик;
- акты проверки изолирующего фланца, защиты ГРП от молнии;
- эксплуатационный паспорт ГРП (ГРУ);
- графики осмотра технического состояния, технического обслуживания, текущего ремонта ГРП.

Непосредственно в помещении ГРП (ГРУ) должны находиться:

- технологическая схема газового оборудования ГРП (ГРУ);
- эксплуатационный журнал обслуживания ГРП (ГРУ);
- инструкция по обслуживанию ГРП (ГРУ);

карта параметров настройки регулятора давления газа, предохранительных запорных и предохранительных сбросных клапанов.

Периодичность осмотра технического состояния производится слесарями газовой службы в соответствии с утвержденной инструкцией по графику и в сроки, обеспечивающие безопасность и надежность эксплуатации.

Техническое обслуживание и технический ремонт в помещении ГРП производится слесарями газовой службы по наряду-допуску под руководством инженерно-технического работника в присутствии ответственного за безопасную эксплуатацию объекта газопотребления. Эти работы производятся с отключением подачи газа потребителю, при этом допускается переход на байпас. На границах отключения устанавливаются заглушки.

Перед пуском газа необходимо произвести контрольную опрессовку давлением воздуха 1000 мм вод. ст., при этом допустимое падение давления за 1 ч не должно превышать 60 мм вод. ст. Затем заглушка удаляется, и после пуска газа проверяется отсутствие утечек газа в соединениях путем обмыливания или с помощью приборов. Результаты осмотра технического состояния и технического обслуживания заносятся в эксплуатационный журнал, а текущего и капитального ремонта – в эксплуатационный паспорт ГРП (ГРУ).

В течение всего времени производства ремонтных работ в помещении ГРП необходимо производить анализ проб воздуха на наличие газа и содержание кислорода. При установлении наличия газа в помещении ГРП работы прекращаются, а помещение проветривается. В загазованное помещение разрешается входить только в противогазах.

При подтягивании болтов фланцев, сальников или резьбовых соединений газопроводов среднего и высокого давления, проложенных в помещении ГРП, давление газа на ремонтируемых участках газопроводов должно соответствовать значениям, указанным в производственной инструкции.

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ БЫТОВОЙ ГАЗОВОЙ АППАРАТУРЫ

Устройство внутренних газопроводов

Жилые здания, коммунально-бытовые и промышленные предприятия снабжаются газом от газопроводов низкого или среднего давлений через ГРП. Система газоснабжения включает в себя ответвления от распределительного газопровода, ввод к потребителю газа, внутренние газопроводы.

Проект газификации дома включает в себя поэтажный план дома и схему газовой сети (рис. 57). На поэтажный план наносят внутренние газовые сети и места установки газовых стояков с обозначением их диаметров. На схеме обозначают все внутренние газопроводы от вводов до опусков на газовые приборы с расположением отключающих устройств. Поэтажный план и схему газопроводов выполняют в масштабе 1:100.

Газопроводы внутри помещений состоят из вводов, стояков и квартирных разводов. Вводы встраивают в нежилые помещения (лестничные клетки или кухни). Стояки представляют собой вертикально расположенный газопровод, проходящий через все этажи. От него идут ответвления в расположенные рядом квартиры. Стояки прокладывают через перекрытия внутри футляров, которые заделывают под перекрытием заподлицо, а сверху выступают не менее чем на 50 мм во избежание попадания воды внутрь футляра. Отверстие между футляром и газопроводом заделывают смоляной прядью и битумом.

Во избежание несчастных случаев не допускается пересечение стояками газопроводов дымовых и вентиляционных каналов.

При пересечении газопроводом электропроводки на ней устанавливают эбонитовый футляр или резиновую трубку, выступающие на 10 см по обе стороны газопровода. Если газопровод проложен вдоль электропроводки, то должны быть соблюдены следующие нормы: открытую электропроводку располагают не ближе

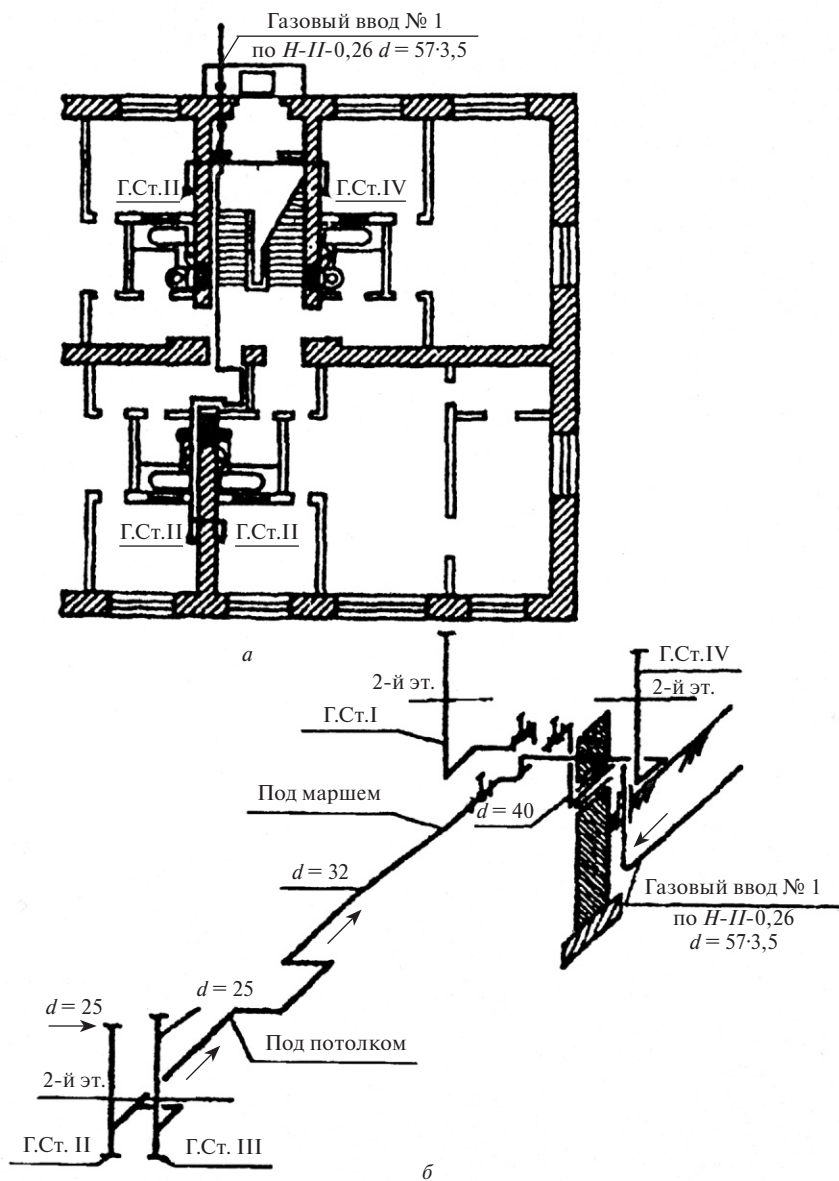


Рис. 57. Газовая сеть жилого дома:
а – поэтажный план; б – схема

10 см, электропровод в трубах — не ближе 5 см и электропроводку в борозде — не ближе 5 см.

Все соединения квартирной разводки выполняют сварными, за исключением мест присоединения приборов и кранов — их выполняют на резьбе. Газопроводы располагают на расстоянии 20–30 мм от стен (для удобства их обслуживания). Горизонтально расположенный газопровод не должен образовывать провесов (мешков), чтобы там не скапливалась вода, которая может конденсироваться из влажного газа.

Перед каждым газовым прибором устанавливают отключающие устройства (краны). Они должны иметь на пробке риску, указывающую положение пробки, и ограничитель поворота, чтобы пробка поворачивалась не более чем на 90°. Ось крана располагают параллельно стене, чтобы облегчить притирку и смазывание. Установка крана хвостовиком в стену не допускается. Кран устанавливают на доступной высоте — 1,5–1,6 м от пола.

Основные характеристики газовых приборов

Газовыми приборами называют устройства, использующие тепловую энергию, получаемую от сжигания газа, для приготовления пищи, получения горячей воды для хозяйственных нужд и отопления помещений.

Газовые приборы подразделяют на устройства для приготовления пищи — кухонные многогорелочные напольные плиты, настольные и туристские; устройства для нагрева воды — проточные и емкостные водонагреватели; отопительные приборы с использованием воздуха или воды в качестве теплоносителя.

Наиболее распространены газовые плиты и водонагреватели.

Одно из основных требований к газовым приборам — обеспечение полноты сгорания газа и устойчивой работы горелок. Рассмотрим основные характеристики газовых приборов.

Тепловой нагрузкой газового прибора называют количество теплоты, которое получают при сжигании газа в единицу времени.

Тепловая нагрузка прибора, кДж/ч

$$Q_r = V_r Q_n^c,$$

где Q_n^c — низшая теплота сгорания газа, кДж/м³ (ккал/нм³);

V_r — количество газа, сжигаемого в единицу времени, м³/ч.

Теплопроизводительность прибора – количество теплоты, переданное нагреваемому телу в единицу времени. Теплопроизводительность прибора, кДж/ч

$$Q_n = G C (t_2 - t_1),$$

где G – расход нагреваемого вещества, кг/ч;

t_1 – начальная температура нагреваемого вещества, °С;

t_2 – конечная температура нагреваемого вещества, °С;

C – удельная теплоемкость нагреваемого вещества, кДж/(кг·К);
1 ккал/(кг·К) = 4,2 кДж/(кг·К).

Коэффициентом полезного действия (КПД) прибора называется отношение теплопроизводительности прибора к его тепловой нагрузке. КПД обозначают греческой буквой η и выражают в процентах

$$\eta = \frac{Q_n}{Q_r} 100.$$

Для бытовых газовых плит КПД должен быть не менее 55 %, а для водонагревателей – не менее 80 %.

При номинальной тепловой нагрузке прибора содержание оксида углерода в продуктах сгорания газовых плит не должно превышать 0,02 %. Классификация бытовой газовой аппаратуры определяется действующими стандартами. Отдельные из них включают в себя группы газовых приборов, объединенные назначением и конструктивными особенностями. Газовые плиты классифицируют также по качественным показателям – высший класс «а», высший класс «б», первый класс «а», первый класс «б». Плиты высшего класса оснащают автоматическими устройствами для зажигания и отключения горелок и регулирования температуры духового шкафа.

Бытовые газовые плиты

Рассмотрим устройство основных узлов и частей унифицированных газовых плит.

Корпус плиты – несущая конструкция и одновременно выполняет функции внешнего оформления плит. Снаружи корпус покрывают защитно-декоративным слоем керамической эмали, способной противостоять значительным температурным перепадам.

Пробковые краны. Корпус 2 (рис. 58) крана имеет наружную или внутреннюю резьбу для присоединения к горелкам и боковой штуцер 3 с резьбой для присоединения к коллекторной трубке. Хвостовик или отверстие в верхней части пробки 4 служит для по-

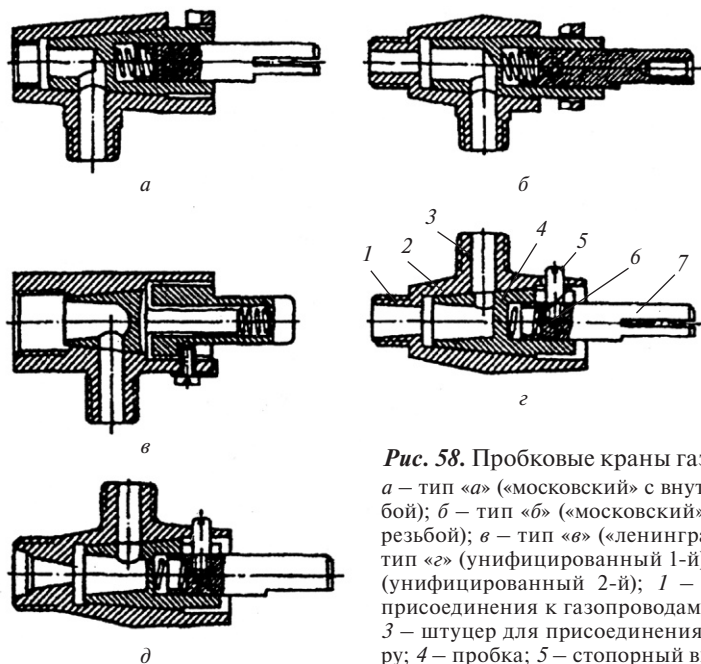


Рис. 58. Пробковые краны газовых плит: *а* – тип «а» («московский» с внутренней резьбой); *б* – тип «б» («московский» с наружной резьбой); *в* – тип «в» («ленинградский»); *г* – тип «г» (унифицированный 1-й); *д* – тип «д» (унифицированный 2-й); 1 – штуцер для присоединения к газопроводам; 2 – корпус; 3 – штуцер для присоединения к коллектору; 4 – пробка; 5 – стопорный винт; 6 – пружина; 7 – стержень

садки втулки или стержня 7. На втулку насаживают пластмассовую рукоятку для поворота крана. Между стержнем и пробкой крана находится пружина 6, обеспечивающая поступательное движение втулки перед поворотом крана на открытие. Это исключает случайное открытие крана.

В пробке крана сделано боковое отверстие для прохода газа на горелку. При открытом положении крана отверстие в пробке совпадает с отверстием в корпусе крана. При закрытом положении крана прекращается доступ газа к горелке. Регулирование прохода газа к горелке (величины пламени) достигается за счет частичного вывода этих отверстий из совмещенного положения.

Для кранов типов «а» и «б» положения пробки «Открыто» и «Закрыто» ограничены при повороте рукоятки длиной паза, по которому движется ввернутый в корпус пробки стопорный винт 5. Для кранов типа «в» крайние положения пробки фиксируются также ввернутым в корпус пробки стопорным винтом. Из закрытого положения кран можно вывести только при нажатии на рукоятку с последующим поворотом. В современных конструкциях унифицированных плит применяют краны типов «г» и «д», их высокая

надежность и герметичность обеспечиваются за счет изготовления корпуса и пробки кранов из латуни методом горячей штамповки.

Краны типов «а» и «в» присоединяют к газопроводам горелок, ввертывая нарезанные концы трубок или корпуса сопла непосредственно в корпус крана, имеющего внутреннюю резьбу. Краны типа «б» соединяют с нарезанным концом трубы с помощью муфты.

Важное значение в процессе эксплуатации имеет плотность конусной пары – внешнего конуса на пробке и внутреннего на корпусе, их полная геометрическая идентичность. Современные способы изготовления кранов не исключают притирки поверхностей конусной пары.

Горелки плит. На отечественных бытовых газовых плитах используют многофакельные инжекционные горелки низкого давления. В этих горелках содержание первичного воздуха в смеси для природного газа составляет примерно 55 % теоретически необходимого.

Основные требования к конфорочным горелкам таковы:

обеспечение максимально полного сжигания газа с минимальным образованием вредных продуктов сгорания, так как последние поступают непосредственно в жилое помещение; обеспечение минимального времени приготовления пищи и максимального использования теплоты сжигаемого газа.

Для повышения КПД горелок следует увеличить поверхность омывания посуды газовым пламенем и приблизить дно кухонной посуды к газовому пламени.

На первых моделях газовых плит, работавших на искусственных газах, регулирование первичного воздуха почти не применялось. В следующих конструкциях горелок, создававшихся с учетом применения природного и сжиженного газов, были установлены шиберные устройства. Особенность этих горелок (рис. 59, а) – двусторонний подвод вторичного воздуха – центральный и периферийный. Горелки имеют торцовый шибер 1 для регулирования первичного воздуха, раструб конфузора и вставной распределитель 4 (огневой насадок) с центральным каналом для двустороннего подвода вторичного воздуха.

К недостаткам горелок относят торцовое размещение шибера, для его поворота горелку надо снимать с плиты. Этот недостаток устранен в горелках Санкт-Петербургского завода газовой аппаратуры (рис. 59, б). Горелки с цилиндрическим шибером первичного воздуха размещены на корпусе сопла.

В унифицированных газовых плитах применена новая модель горелок – вертикальная (рис. 60). В этих горелках колпачок 1, диф-

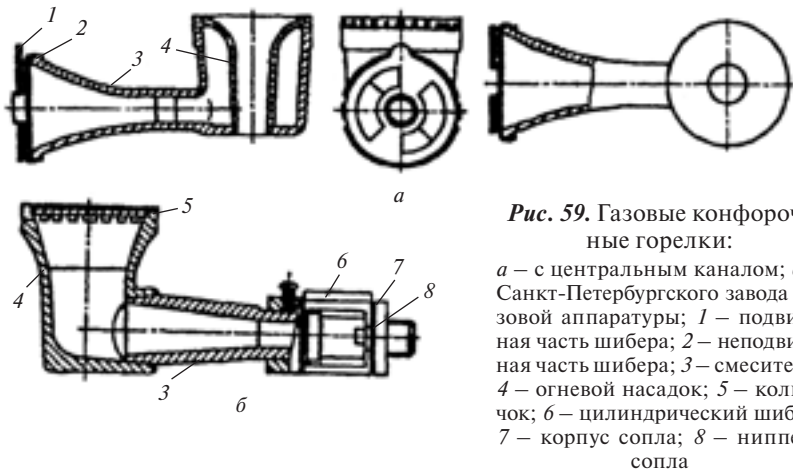


Рис. 59. Газовые конфорочные горелки:

a – с центральным каналом; *б* – Санкт-Петербургского завода газовой аппаратуры; 1 – подвижная часть шибера; 2 – неподвижная часть шибера; 3 – смеситель; 4 – огневой насадок; 5 – колпачок; 6 – цилиндрический шибер; 7 – корпус сопла; 8 – ниппель сопла

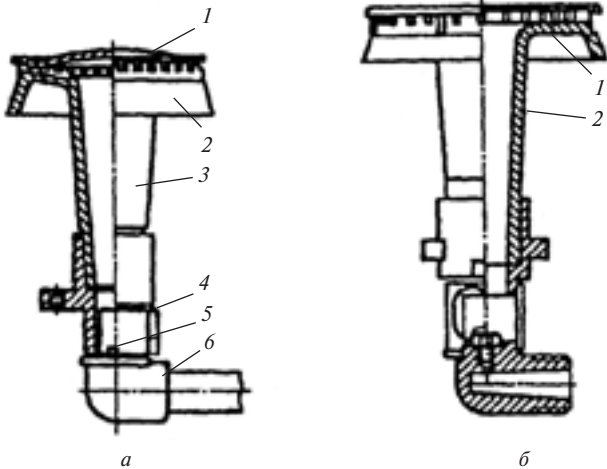


Рис. 60. Вертикальные горелки:

a – вертикальная; *б* – вертикальная с пилотным пламенем; 1 – колпачок; 2 – огневой насадок; 3 – диффузор; 4 – шибер; 5 – ниппель сопла; 6 – корпус сопла

фузор 3 и сопло размешены по одной вертикальной оси. Горелку, вставляемую в цилиндрическую выточку корпуса, снимают через круглое отверстие в столе. Для обеспечения полноты сжигания газа была изменена конструкция огневой насадка-распределителя горелки (см. рис. 60, б).

Для быстроты распределения пламени и предотвращения слипания факелов расстояния между огневыми отверстиями установлены в зависимости от размеров проходных сечений отверстий и коэффициента инжекции первичного воздуха. Это значительно улучшает подвод вторичного воздуха к факелам и предотвращает их слипание.

Беглость распространения пламени обеспечивается путем сплошного кольцевания пламени, создаваемого над основными факелами за счет отбуртовки стальной штампованной крышки. Введение кольцевого пламени исключило отрыв пламени, а уменьшение ширины щелей снизило вероятность проскока пламени. На базе огневого насадка с верхним пилотным пламенем (см. рис. 60, б) были разработаны регулируемые горелки с горизонтальным трубчатым смесителем (рис. 61, а). Особенность этих горелок кроме развитого по длине трубчатого смесителя – новый способ регулирования подсоса первичного воздуха с помощью мундштука-диффузора. В связи с этим отпала необходимость в регуляторе первичного воздуха как самостоятельном узле. Кроме того, после устройства на унифицированных плитах закрытых столов-поддонов регулирование первичного воздуха шибером стало практически нецелесообразным, так как это требует каждый раз под-

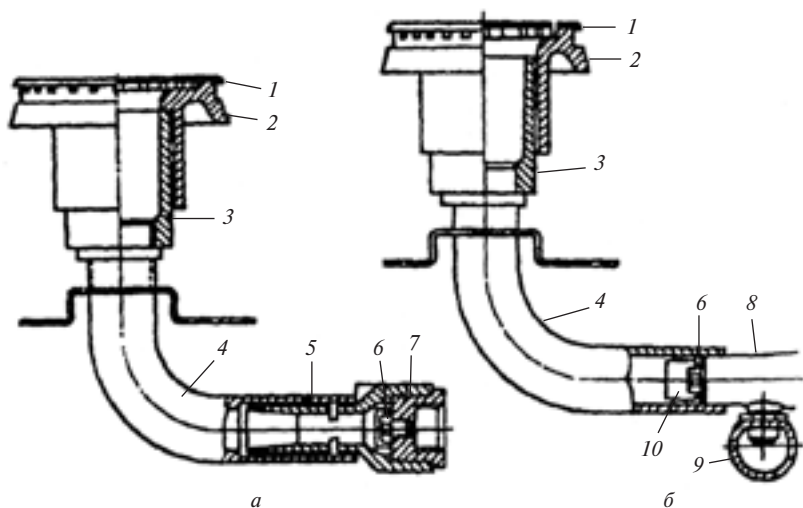


Рис. 61. Регулируемые горелки:

а – с горизонтальным смесителем; *б* – без регулятора первичного воздуха; 1 – колпачок; 2 – огневой насадок; 3 – резьбовая втулка; 4 – трубка-смеситель; 5 – мундштук-смеситель; 6 – ниппель; 7 – корпус сопла; 8 – кран; 9 – коллектор; 10 – окно для подсоса воздуха

нятия стола. Взамен шибера, регулирующего подсос первичного воздуха, на входном конце трубки-смесителя (рис. 61, б) есть два отверстия, которые обеспечивают инжектирование необходимого количества первичного воздуха.

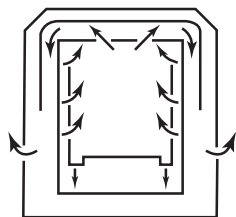
Это исключает возможность появления удлиненного коптящего пламени. Конструкция огневого насадка исключает возможность проскока или отрыва пламени.

Горелки духовых шкафов. Процесс выпечки различных изделий, жарение и разогрев пищи в духовом шкафу протекают за счет передачи теплоты конвекцией потоком циркулирующих в полости шкафа горячих продуктов сгорания и воздуха.

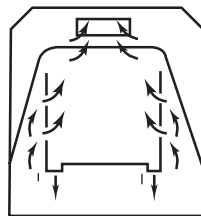
Конструкция духового шкафа должна обеспечивать нагрев изделия потоком циркулирующих газов со всех сторон. Это достигается за счет установки горелочного устройства под съемным дном духового шкафа. Дно шкафа и его боковые стенки омываются потоком горячих газов, поступающих затем в духовой шкаф через высверленные в боковых стенках щели.

На рис. 62 показана схема циркуляционных потоков горячих газов в духовых шкафах плит. В конструкциях плит ранних моделей потоки горячих газов направлялись к верхней части духового шкафа и, омывая стенки шкафа снаружи, опускались до выхода через отверстия в боковых стенках плиты (см. рис. 62, а). В конструкциях плит высшего класса духовой шкаф снабжается дополнительно жарочной горелкой, размещенной в верхней части шкафа. Таким образом, пища подвергается обработке потоком лучистой теплоты, направленной на нее сверху. В старых моделях газовых плит защита духового шкафа от теплопотерь в окружающую среду осуществлялась за счет устройства воздушных зазоров между духовым шкафом и облицовкой плиты. При этом конфорочные горелки подвергались воздействию тепловых потоков и продуктов сгорания горелок духового шкафа. В современных конструкциях унифицированных плит этот недостаток устранен путем теплоизоляции духовых шкафов минеральной ватой или фольгой из алюминия.

На рис. 63 показаны наиболее распространенные конструкции горелок духовых шкафов отечественных газовых плит.



а



б

Рис. 62. Схема движения тепловых потоков в духовых шкафах:

а — московская плита; б — Санкт-Петербургская плита

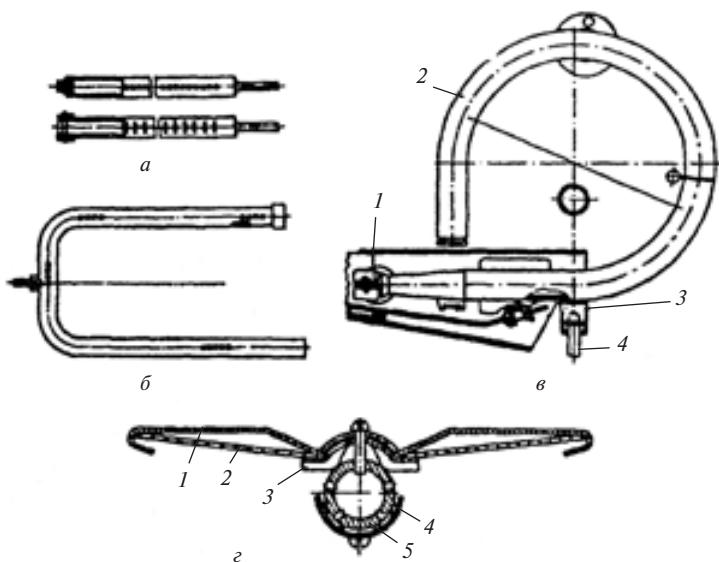


Рис. 63. Горелки духового шкафа газовых плит:

а – трубчатые с щелевыми и круглыми отверстиями; *б* – трубчатая П-образная; *в* – трубчатая спиральная (основная горелка духового шкафа плиты ПГ-4-П-14); 1 – шибер; 2 – кольцевая трубка; 3 – термопара; 4 – трубка розжига; *z* – дополнительная верхняя жарочная горелка духового шкафа плиты ПГ-4-П-14; 1 – экран излучателя; 2 – излучатель; 3 – опора; 4 – желоб; 5 – трубка горелки

На всех унифицированных плитах отечественного производства устанавливают дисковые штампованные горелки с пилотным пламенем.

Основная горелка духового шкафа плиты ПГ-4-П-14 оборудована термопарой и трубкой розжига. Жарочная горелка, подвешиваемая в самом верху духового шкафа, оборудована излучателем и экраном.

Бытовая газовая плита ПГ-4/1. Рассмотрим устройство бытовых газовых плит на примере плиты ПГ-4/1 (рис. 64, *а*). На каркасе плиты из эмалированной стали закреплено и размещено все оборудование. Стол плиты из стали или чугуна закрепляют наглухо к раме или подвижно на шарнирах, чтобы его можно было откидывать, облегчая доступ к горелкам.

Конфорки плит – одинарные. Они представляют собой ажурную подставку, которая свободно пропускает вторичный воздух к пламени и не мешает отдаче теплоты при горении газа. Для посуды с широким дном служат конфорки с более высокими ребра-

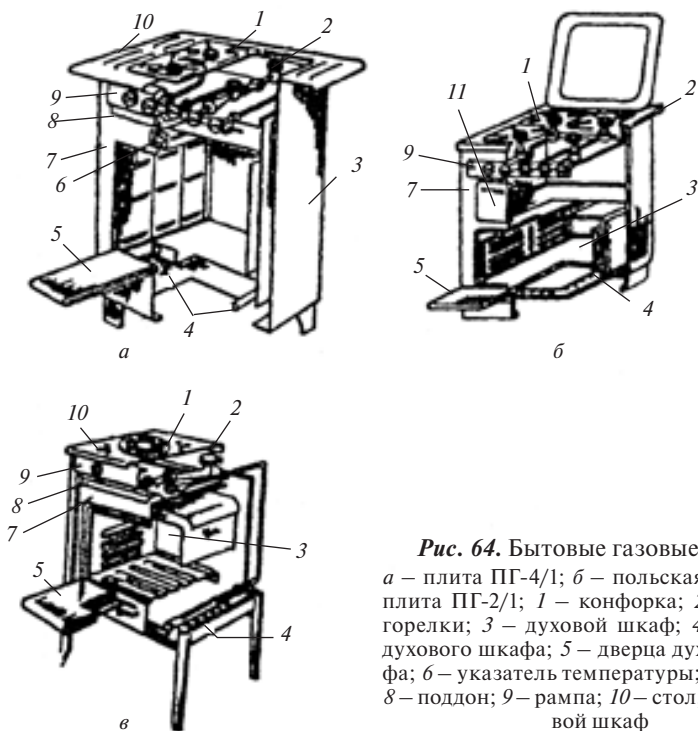


Рис. 64. Бытовые газовые плиты:
a – плита ПГ-4/1; *б* – польская плита; *в* – плита ПГ-2/1; 1 – конфорка; 2 – верхние горелки; 3 – духовой шкаф; 4 – горелки духового шкафа; 5 – дверца духового шкафа; 6 – указатель температуры; 7 – каркас; 8 – поддон; 9 – рампа; 10 – стол; 11 – тепловой шкаф

ми, которые облегчают доступ вторичного воздуха к пламени. Конфорки могут быть спаренными и монтироваться вместе со столом. Верхние горелки – одинакового устройства и стандартных габаритов (см. рис. 59, *a*). Рассекатель горелки уменьшает высоту факела пламени и облегчает доступ вторичного воздуха внутрь пламени, что способствует полноте сгорания газа. Корпус ее выполняет функцию смесителя: в нем происходит перемешивание первичного воздуха и газа, т. е. образование газозвушной горючей смеси. Регулятор первичного воздуха позволяет регулировать его количество в газозвушной смеси.

Устройство крана горелки плиты показано на рис. 58, *a, б*.

На рис. 65 показано устройство краников верхних горелок Санкт-Петербургской и Брестской плит. Корпус краника с притертой пробкой крепится на коллекторе плиты. Пробка *б* позволяет перекрывать подачу газа, а также регулировать его расход. Пружина *3* через упорный штифт *7* прижимает плотно пробку к корпусу краника *5*. Ручку крана *2* изготовляют из нетеплопроводных

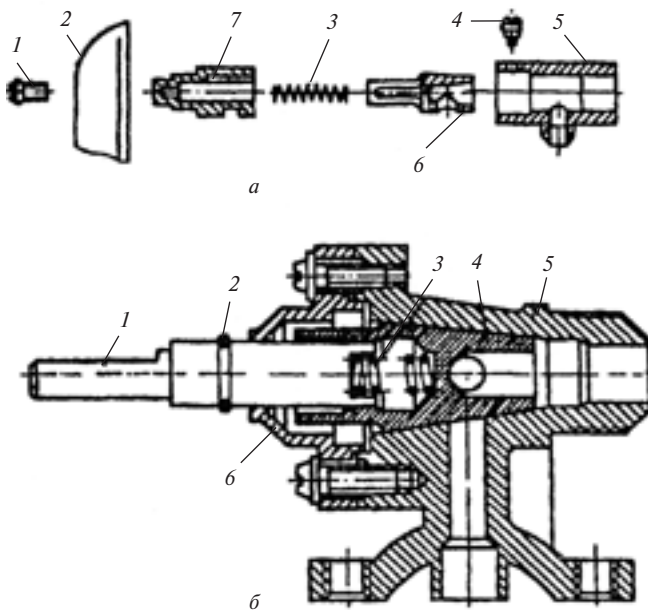


Рис. 65. Устройство краников верхних горелок плит:

a – санкт-петербургская плита; 1 – винт крепления ручки; 2 – ручка; 3 – пружина; 4 – упорный штифт; 5 – корпус; 6 – пробка; 7 – упорный штифт; *б* – плита ПГ-4-ГМ4 (брестская): 1 – стержень ручки; 2 – кольцо ограничения хода; 3 – пружина; 4 – пробка; 5 – корпус; 6 – крышка

пластмасс и крепят к пробке винтом 1. Ручка крана горелок духового шкафа отличается по цвету от ручек краников верхних горелок. При открывании краника необходимо сначала нажать на его ручку, при этом штифт выйдет из продольного паза и только затем сможет повернуться на четверть оборота. Это будет полное открывание.

Краник верхней горелки брестской плиты состоит из корпуса 5, изготовленного из латуни, крышки 6, латунной пробки 4, имеющей конусность 1:5, латунного стержня ручки 1 с кольцом ограничения хода 2 и пружины 3.

Рампа у плиты ПГ-4/1 состоит из фронтальной крышки, прикрепляемой к раме плиты двумя винтами. Под крышкой расположена распределительная трубка с пятью краниками. Ручки краников надевают на пробки после того, как установлена фронтальная крышка. Выдвижной поддон 8 расположен под горелками; его назначение – облегчить уход за плитой.

Дверца духового шкафа 5 состоит из наружной и внутренней крышек, между которыми проложена воздушная подушка, уменьшающая теплопроводность. Крышки скреплены двумя болтами. Этими же болтами крепится и пластмассовая ручка. Дверца вращается на оси. Ось неподвижно прикреплена к раме плиты, на нее надета спиральная пружина, которая с помощью штифта прикреплена одним концом к оси, а другой конец передает ее усилие на дверцу, закрывая ее. Правильно отрегулированная дверца не должна самостоятельно открываться, а полностью открытая — закрываться.

Трубчатые инжекционные горелки расположены по боковым сторонам духового шкафа перед смотровыми окнами около дверцы. Нерегулируемые форсунки установлены в задней части духового шкафа. Площадь сечения сопла этих форсунок и, следовательно, пропускная способность больше, чем форсунок верхних горелок.

Регуляторы первичного воздуха установлены с задней стороны духового шкафа, что позволяет регулировать горелку без опасности ожогов руки.

Поворотный механизм горелок смонтирован в нижней передней части духового шкафа. При перемещении ручки вправо или влево горелки поворачиваются отверстиями внутрь или вверх. При повороте горелок отверстиями внутрь облегчается их зажигание. При таком положении горелок в большей степени нагревается низ духового шкафа, что позволяет хорошо пропекать нижнюю сторону мучных изделий. При повороте горелок отверстиями вверх больше нагревается верх духового шкафа, что позволяет хорошо пропекать мучные изделия сверху. В настоящее время газовые плиты выпускают преимущественно с неповоротными горелками.

Подводящие трубки отходят от одного краника на рампе, поэтому при открытом кранике газ идет сразу в обе горелки.

Устройство краника духового шкафа аналогично устройству краников верхних горелок.

Отверстия для вторичного воздуха расположены с боков и снизу духового шкафа, они облегчают доступ вторичного воздуха к пламени и циркуляцию горячего воздуха между стенками духового шкафа.

Биметаллический указатель температуры 6 смонтирован в верхней части духового шкафа. При нагреве биметаллическая спираль начинает вращаться, поворачивая ось. Ось поворачивает стрелку, которая показывает температуру в духовом шкафу.

Различные типы газовых плит, имея общую технологическую схему, различаются прежде всего по количеству конфорочных горелок, устройством духового шкафа и их горелок, тепловой мощностью и некоторыми другими конструктивными особенностями.

Например, плита ПГ-2/1 (см. рис. 64, *в*) имеет две верхние горелки и духовой шкаф меньших размеров, чем у плиты ПГ-4/1, но ее устройство остается таким же.

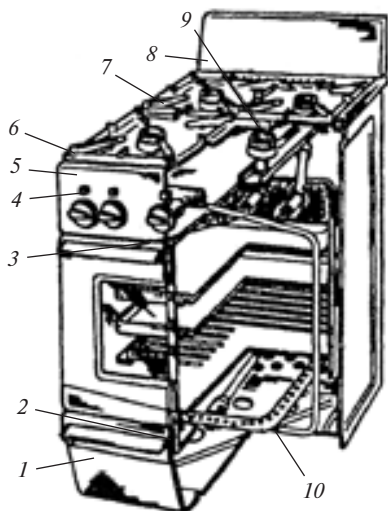
Из зарубежных плит наибольшее применение имеют польские плиты (см. рис. 64, *б*). Опыт эксплуатации зарубежных плит показывает, что по своим теплотехническим показателям они не превосходят отечественные унифицированные плиты, а по отдельным показателям им уступают.

Унифицированные плиты ПГ-4 и ПГ-2. Четырехконфорочные плиты ПГ-4 (рис. 66) оформлены в виде тумбы с дверками для жарочного и сушильного шкафов. В дверку жарочного шкафа вмонтировано смотровое окно. Жарочный шкаф защищен теплоизоляционным слоем шлаковаты.

На лицевой стороне плиты имеется распределительный щиток 5 с пятью ручками. Стол плиты 6 закрытый и одновременно служит для сборки пролитой пищи. Конфорочные решетки 7 прутковые.

В комплект жарочного шкафа входят: решетка, жаровня и противень. Первые модели унифицированных плит выпускались с вертикальными конфорочными горелками (см. рис. 60, *б*) и штампованной или спиральной горелкой (см. рис. 63, *в*).

Современные модели плит оборудованы регулируемыми конфорочными горелками с горизонтальным смесителем (см. рис. 61, *а*) и дисковыми горелками жарочного шкафа. Дисковая горелка не имеет запальника и зажигается через откидной лючок в дне жарочного шкафа. Сушильный шкаф 1 размещается под жарочным и имеет две модификации: с откидной дверкой либо выдвигной в виде ящика.



Двухконфорочная плита ПГ-2 полностью унифицирована с четырехконфорочной, снабжена такой же дисковой горелкой жарочного шкафа, но с меньшей тепловой нагрузкой.

Рис. 66. Унифицированная плита ПГ-4:

1 – сушильный шкаф; 2 – запальник горелки духового шкафа; 3 – газопровод духового шкафа; 4 – указатель горелки; 5 – распределительный щиток; 6 – стол плиты; 7 – конфорочный блок; 8 – щиток; 9 – вертикальная конфорочная горелка; 10 – горелка духового шкафа

Плита повышенной комфортности ПГ4-П-14 (брестская) (рис. 67). Отличается повышенной комфортностью, высоким техническим уровнем конструктивного исполнения и хорошими эксплуатационными качествами. Температурный режим стенок плиты позволяет встраивать ее в кухонные гарнитуры.

В духовом шкафу плиты установлено две горелки: основная (нижняя) 3 и дополнительная жарочная (верхняя) 18. Поддержание заданного режима горения горелок духового шкафа осуществляется с помощью специальных автоматических устройств.

В корпус плиты встроены духовой и сушильный шкафы. Внутреннее устройство плиты состоит из коллектора (рис. 68), изогнутого под углом 90°. В месте присоединения к внутриквартирному газопроводу коллектор снабжен сетчатым фильтром.

Коллектор (см. рис. 68, а) присоединяется к корпусу плиты с задней стороны с помощью кронштейна стола, а внутри плиты — к основанию панели двумя хомутами на болтах. На поперечной части коллектора расположены четыре крана верхних горелок и совмещенный с предохранительным устройством терморегулятор, который одновременно является краном духового шкафа. Четыре правых крана соединены со смесителями горелок, которые установлены попарно на плоских траверсах с помощью трубок диаметром 6 мм.

Краны и смесители имеют резьбовые окончания под накидные гайки трубок. Краны установлены на коллектор плиты с помощью протяжных фланцев.

Устройство краника верхней горелки показано на рис. 65, б. Стержень ручки краника удерживается внутри корпуса трубки краника с помощью штыря, имеющего резьбу. С правой стороны каждого краника имеется регулировочный винт, обеспечивающий фиксацию стабильного малого пламени на горелках.

На левой стороне панели управления расположены ручка и кнопка термостатического крана (см. рис. 67), состоящего из термоэлектромагнитного клапана и терморегулятора. Эти устройства обеспечивают безопасные условия работы и автоматическую регулировку подачи газа на основную горелку духового шкафа. Терморегулятор обеспечивает поддержание температуры в духовом шкафу на заданном уровне. Термоэлектромагнитный клапан контролирует наличие пламени на основной и жарочной горелках духового шкафа и прекращает подачу газа при их погасании.

Сначала газ попадает из коллектора в термоэлектромагнитный клапан, а потом при наличии прохода — в терморегулятор. Одновременная работа основной и жарочной горелок духового шкафа исключена из-за блокировки термостатического крана.

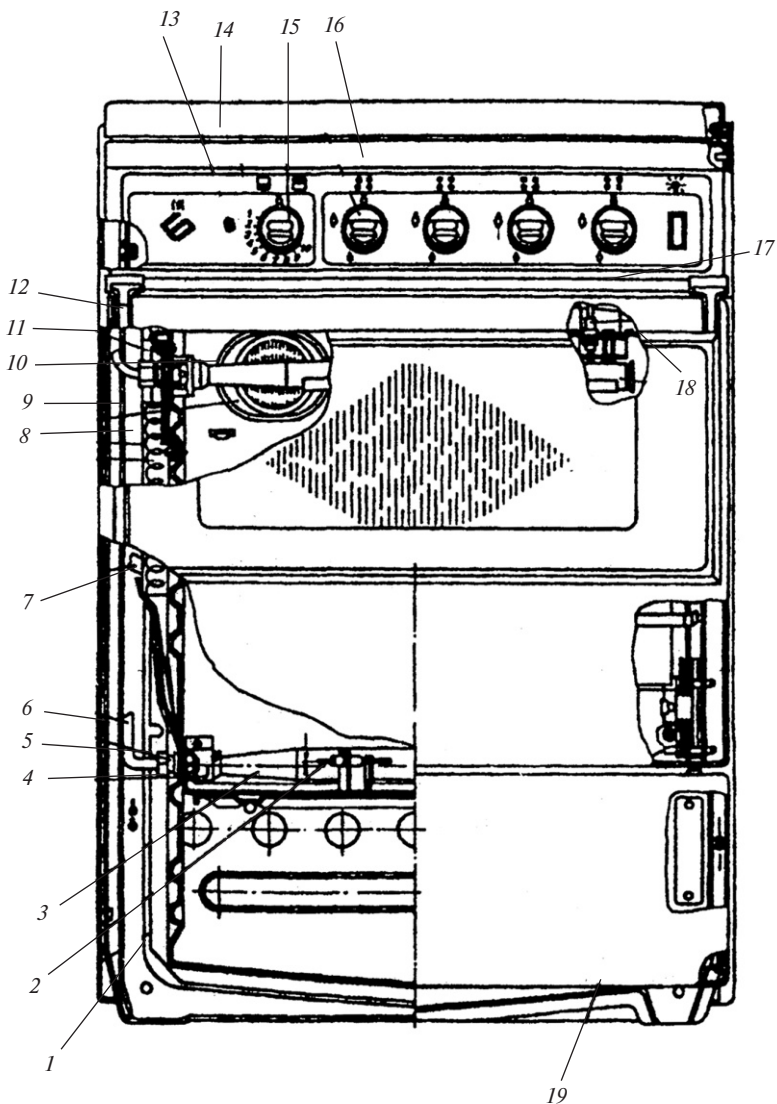
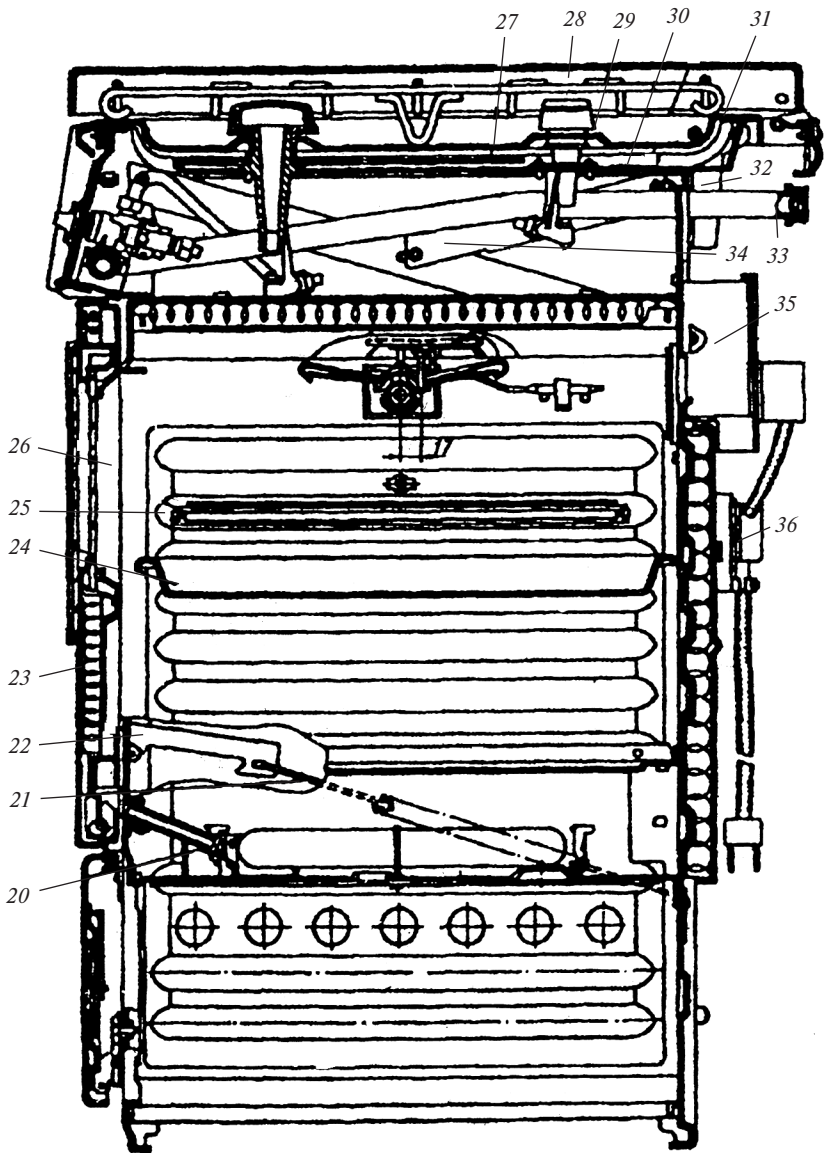


Рис. 67. Плита повышенной комфортности ПГ-4-П-14 (брестская):
 1 – каркас; 2 – термopаpa; 3 – основная горелка духового шкафа; 4 – сопло; 5 – корпус сопла; 6 – газопровод; 7 – боковая стенка; 8 – теплоизоляция духового шкафа; 9 – теплоизоляционный экран; 10 – плафон; 11 – газопровод горелки; 12 – опора горелки; 13 – кнопка термoeлектромагнитного клапана; 14 – декоративная панель; 15 – ручка крана терморегулятора; 16 – ручки краников верхних горелок; 17 – термopаpa жарочной горелки; 18 – жарочная горелка (верхняя);



19 – нижняя дверка; 20 – запальная трубка; 21 – пружины; 22 – тяга; 23 – теплоизоляция двери; 24 – жаровня; 25 – духовая решетка; 26 – противень; 27 – крышка плиты; 28 – решетка стола; 29 – стол плиты; 30 – траверса; 31 – экран горелки; 32 – кронштейн стола; 33 – фильтр; 34 – элемент жесткости; 35 – отражатель; 36 – дымоход

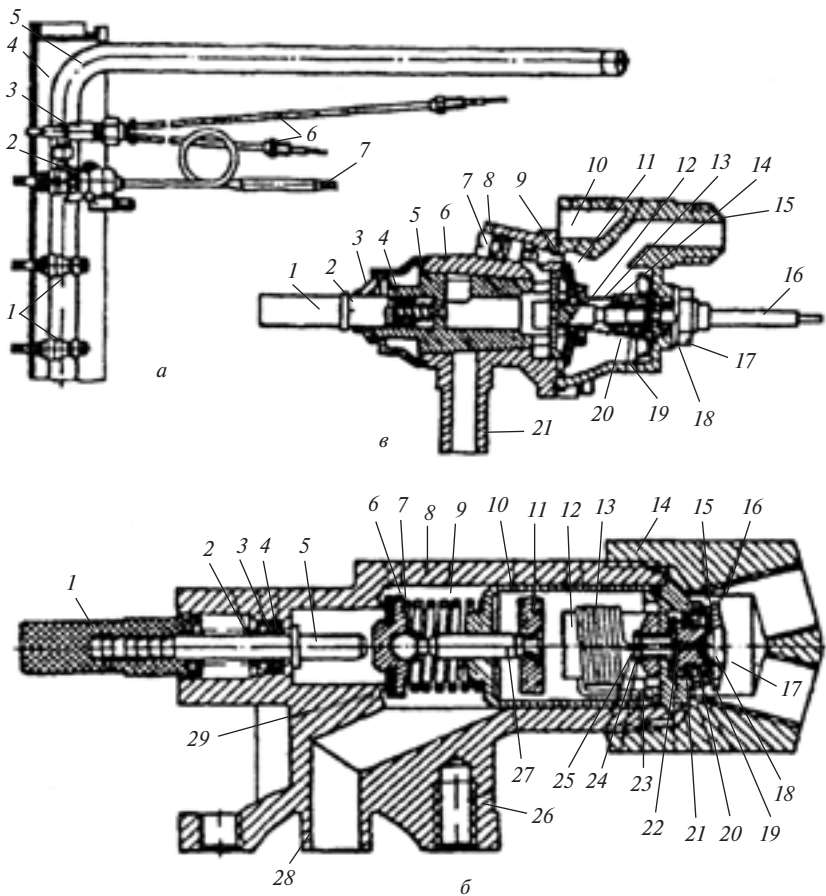


Рис. 68. Внутреннее устройство плиты ПГ-4-П-14:

а – коллектор плиты: 1 – краники верхних горелок; 2 – манометрический терморегулятор; 3 – термоэлектрический клапан; 4 – распределительный щиток; 5 – трубка коллектора; 6 – термопары; 7 – термосистема; *б* – термоэлектромагнитный клапан: 1 – пусковая кнопка; 2 – пружина; 3 – шайба; 4, 20 – уплотнительные кольца; 5 – толкатель; 6 – прокладка; 7 – клапан якоря; 8 – корпус; 9 – пружина клапана; 10 – стакан; 11 – якорь; 12 – сердечник; 13 – обмотка; 14 – соединительная гайка; 15, 19, 22 – изоляционные шайбы; 16 – клемма; 17 – припой; 18 – контакт; 21 – цоколь; 23 – конец обмотки; 24 – заклепка; 25 – проводник обмотки; 26 – резиновое углубление; 27 – ось якоря; 28 – прилив; 29 – седло клапана; *в* – манометрический терморегулятор: 1 – стержень ручки; 2 – кольцо; 3 – фланец; 4 – пружина; 5 – латунная пробка; 6 – корпус; 7 – винт малого пламени; 8, 12 – кольца; 9 – винт; 10 – резиновая прокладка; 11 – клапан; 13, 18 – шайбы; 14 – коническая пружина; 15 – крышка; 16 – термосистема; 17 – гайка; 19 – блок мембран; 20 – втулка; 21 – прилив корпуса

В термоэлектромагнитный клапан (см. рис. 68, б) газ попадает из коллектора плиты через прилив 28 и заполняет внутреннее пространство корпуса. Дальнейшее движение газа к терморегулятору ограничивается клапаном якоря 7, который с помощью прокладки 6 под действием пружины плотно прижимается к своему седлу. Проход газа возможен только после розжига основной или жарочной горелки духового шкафа.

Рассмотрим работу термоэлектромагнитного клапана. При нажатии пусковая кнопка 1 перемещается вдоль оси клапана, сжимает пружину 2 и через толкатель 5 действует на упорный конец клапана 7. Клапан отходит от седла 29 и открывает проход газа к терморегулятору. Одновременно клапан через ось 27 прижимает якорь 11 к сердечнику 12 электромагнита, обеспечивая необходимый контакт в течение 30 с.

После воспламенения газа в одной из горелок духового шкафа и нагрева конца одной из двух термопар разность температур термопар обеспечит возникновение необходимой силы тока в цепи. Вследствие этого ток через клеммы 16, контакт 18, припой 17 и проводник 25 пройдет на обмотку 13 якоря и создаст электромагнитное поле, обеспечивающее притягивание якоря к сердечнику. Такое состояние сохранится до тех пор, пока через термопары будет поступать ток на обмотку якоря. Если пламя на горелках духового шкафа не загорится или погаснет, электромагнит утратит свои магнитные свойства, и под действием пружины 9 клапан 7 прижмется плотно к своему седлу 29. Вследствие этого прекратится проход газа к терморегулятору и на горелки духового шкафа и тем самым предотвратится загазовывание внутреннего объема духового шкафа.

Термопары присоединяют к термоэлектромагнитному клапану с помощью латунных соединительных гаек, при этом термопара основной горелки духового шкафа имеет длину 900 мм, а жарочной – 600 мм.

Непосредственно к термоэлектромагнитному клапану с помощью накидной гайки и двухконусного кольца крепится терморегулятор манометрический. Устройство терморегулятора показано на рис. 68, в.

Терморегулятор обеспечивает отдельную подачу газа на основную и жарочную горелки духового шкафа и поддерживает заданную температуру в духовом шкафу при работе основной горелки.

Левая часть терморегулятора представляет собой подобие обычного краника, а правая состоит из клапана, блока мембран и термосистемы. Терморегулятор имеет два выхода: первый подает газ через крышку 15 на основную горелку духового шкафа,

а второй – на жарочную горелку. В корпус терморегулятора газ попадает из термоэлектромагнитного клапана через прилив 21. На рис. 68, в пробка 5 показана в закрытом положении, в этом случае проход газа перекрыт до тех пор, пока пробка не будет повернута по ходу часовой стрелки на 60° с помощью стержня ручки 1. После этого фигурный паз на пробке совместится одним своим концом со свободным пространством прилива 21 и газ пойдет на выход к штуцеру и далее по соединительной трубке к жарочной горелке.

А теперь рассмотрим движение газа к основной горелке духового шкафа. Для этого газ должен войти внутрь пробки 5 через поперечное сверление, пройти вдоль ее оси, миновать клапан 11 и далее пройти к штуцеру крышки 15.

К основной горелке газ может пройти и другим путем (вспомогательным) – через винт малого пламени 7. Это произойдет в следующем случае. При повороте пробки терморегулятора против хода часовой стрелки на 65–80° поперечное отверстие, продленное с помощью полукольцевого паза, совмещается с отверстием прилива 21 и газ попадает внутрь пробки 5. Пройдя вдоль оси пробки, газ через отверстие в стенке корпуса движется к винту малого пламени 7, попадает внутрь винта через совмещенные перпендикулярные одно к другому отверстия его конца, заполняет пространство корпуса за клапаном и дальше через штуцер крышки 15 и соединительную трубку поступает к основной горелке.

Следует отметить, что подача газа через винт малого пламени происходит постоянно, независимо от его подачи через клапан 11. Таким образом, винт малого пламени обеспечивает наличие гарантированного минимально допустимого пламени на основной горелке духового шкафа независимо от качества работы системы терморегулирования. Подача газа через клапан 11 дополняет эту постоянную малую подачу через винт 7 и обеспечивает интенсивность работы основной горелки духового шкафа до заданного уровня. Поддержание заданной температуры в духовом шкафу обеспечивается с помощью термосистемы 7 (см. рис. 68, а). Термосистема состоит из замкнутой внутренней полости гофрированных мембран, капилляра и баллона, который заполняется специальной жидкостью и запаивается припоем. Основную чувствительную часть термосистемы составляет блок внутренней и наружной мембран. Нагрев баллона влечет за собой повышение температуры и, следовательно, увеличение ее объема.

Так как система замкнута, расширение объема жидкости компенсируется только в блоке мембран за счет того, что внутренняя мембрана отойдет от наружной. Это приведет к смещению втулки

термосистемы (втулка присоединена к внешней стороне внутренней мембраны) вдоль оси, которое пропорционально степени нагрева и расширения жидкости в баллоне. При выключении духового шкафа жидкость остынет, объем ее сократится, мембраны возвратятся в исходное положение и прижмутся одна к другой.

Клапан 11 терморегулятора (см. рис. 68, в) плотно прижимается к своему седлу конической пружины 14, упирающейся противоположным концом в основание втулки 20 блока мембран 19, клапан может свободно двигаться вдоль оси четырехлепесткового винта 9, который своим резьбовым окончанием входит внутрь осевой выемки во втулке блока мембран. Пробка 5 терморегулятора своим нижним крестообразным концом входит захватом в верхнюю часть четырехлепесткового винта.

Поворот пробки терморегулятора против хода часовой стрелки повлечет за собой вкручивание четырехлепесткового винта внутрь втулки 20 блока мембран и смещение его вдоль оси направо. При полном повороте пробки против хода часовой стрелки клапан максимально отойдет от своего седла под действием упорных лепестков винта 9 независимо от того, нагрета жидкость в термосистеме или нет. Таким образом открывается свободный проход газа из внутренней полости пробки 5 терморегулятора, минуя клапан, и далее через штуцер крышки 15 на выход к основной горелке духового шкафа до максимальной температуры. Если требуется температура ниже указанной максимальной, следует поворотом ручки установить указатель против соответствующего деления, смещая при этом четырехлепестковый винт 9. Это приведет к прикрытию клапана под действием пружины 14, зазор между клапаном и седлом уменьшится, понизится подача газа на основную горелку и произойдет падение температуры в духовом шкафу до заданного уровня. Основная горелка духового шкафа устанавливается на полу шкафа и представляет собой замкнутое кольцо (см. рис. 68, в) из труб диаметром 26,8 мм. С внешней стороны кольца просверлено 136 отверстий диаметром 2,1 мм для выхода газозвоздушной смеси. В зоне расположения термопары диаметр восьми отверстий уменьшен до 1,9 мм. Ось конца термопары должна располагаться параллельно горизонтальной оси горелки и возвышаться над ней на 4 мм.

Жарочная горелка подвешивается вверху духового шкафа и представляет собой прямую трубку диаметром 26,8 мм, в которой просверлено четыре ряда отверстий: два внутренних и два внешних (см. рис. 68, г). Пламя жарочной горелки внешних рядов направлено на излучатель, а пламя внутренних рядов – на объем духового шкафа.

Термопара жарочной горелки крепится к кронштейну на расстоянии 17 мм от вертикальной оси горелки. Там же на одном уровне с жарочной горелкой в специальном прижиме устанавливается баллон терморегулятора, который контролирует температуру духового шкафа.

Перед зажиганием горелок шкафа следует сначала провентилировать шкаф. Если горелки поворотные, то их нужно повернуть отверстиями внутрь — это облегчает зажигание. Затем немного выдвинуть поддон плиты и положить на него смоченную водой материю, чтобы защитить рампу плиты от нагрева горячим воздухом, выходящим из-под дверцы жарочного шкафа. Если этого не сделать, то смазка кранов нагревается и вытекает, а краники перестают поворачиваться, и появляется утечка газа. Зажигать горелки шкафа следует не спичкой, а лучинкой или бумажным жгутиком. Удобно пользоваться специальными зажигалками. Зажженную лучинку или зажигалку правой рукой подносят сначала к правой горелке, а левой рукой открывают краник жарочного шкафа. Когда правая горелка загорится, сразу нужно поджечь левую горелку. Если горелки неповоротные, то первой можно зажигать любую горелку.

Проточные водонагреватели

Водонагревателями называются аппараты, нагревающие воду до определенной температуры. В отечественных водонагревателях используют два различных способа: нагревание проточной воды, поступающей из водопровода, и нагревание воды в специальных емкостях с периодическим отбором воды и заполнением. По этому принципу существующие газовые водонагреватели разделяют на проточные и емкостные.

Все проточные водонагреватели по тепловой нагрузке делят на три группы: 33 600, 75 600 и 105 000 кДж/ч; по степени автоматизации — на высший и первый классы. КПД водонагревателей при номинальной нагрузке должен быть не ниже 80 %, содержание оксида углерода в продуктах сгорания водонагревателя не должно превышать 0,05 %. Водонагреватели должны обеспечить паспортную производительность в пределах расчетных давлений газа при наименьшем значении его низшей теплоты сгорания; температура продуктов сгорания за тягопрерывателем должна быть не менее 180 °С.

Принципиальная схема проточного водонагревателя (рис. 69). Газ низкого давления подается в инжекционную горелку 3. Продукты сгорания газа проходят через теплообменник и отводятся в дымоход. Теплота продуктов сгорания передается протекающей

через теплообменник воде. Огневая камера 4 снаружи охлаждается змеевиком 5, через который циркулирует вода, проходящая через калорифер 9. Таким образом, основные узлы проточного водонагревателя: горелочное устройство, теплообменник, система автоматики и газоотвод.

По мере модернизации водонагревателей совершенствовалось горелочное устройство. На смену многосопловым горелкам КГИ пришли горелки с центральным подводом газа. Однако эти горелки, имея относительно малый коэффициент инжекции (до 0,5), не используются при сжигании сжиженного газа. На водонагревателях Л-1 (Л-3) применяют горелку с двухместным подводом газа. Поток газа через тройник 1 (рис. 70) и два сопла 6 направляется в два диффузора-смесителя 3 и далее через короб крышки 4 смесителей в алюминиевые распределительные трубки, объединенные в литой блок.

Огневые отверстия трубок выполнены в виде поперечных щелей. Первичный воздух в этих горелках регулируют, коэффициент инжекции равен 0,7, что позволяет применять горелки и на природном, и на сжиженном газе. Такие горелки применяют и на унифицированных водонагревателях ВПГ, обеспечивая высокие эксплуатационные качества аппаратов.

Запальники горелочных устройств представляют собой односopловую инжекционную горелку малой производительности. Газ к запальнику 10 подается через обособленный канал и блокируется с поступлением газа на горелку водонагревателя и наличием пламени на запальнике.

Схема работы биметаллического термклапана показана на рис. 71, а. В зону пламени запальника вводят согнутую биметаллическую пластинку. В холодном состоянии верхняя полоса пластинки находится в горизонтальном состоянии, вследствие чего клапан 1 через шток 2 поддерживается в закрытом положении, перекрывая проход газа на основную горелку. При нагревании биметаллической пластины 4 верхняя полоса ее опускается и приводит к перемещению клапана и открытию прохода газа на горелку.

В новых конструкциях водонагревателей предусмотрены дополнительные функции автоматики по блокировке работы основной горелки с величиной тяги в дымоходе. Так, в водонагревателе ВПГ-18М вместо биметаллического термклапана установлен электромагнитный датчик пламени (рис. 71, б). В зону запального пламени введена термопара 2, которая является датчиком электродвижущей силы для электромагнитного клапана. Электромагнитный клапан, в свою очередь, управляет доступом газа к горелке водонагревателя.

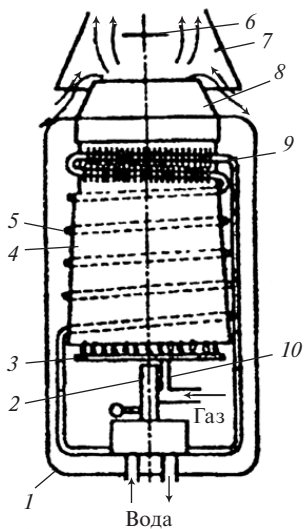


Рис. 69. Принципиальная схема проточно-водонагревателя:

1 – кожух; 2 – блок-кран; 3 – горелка; 4 – огневая камера; 5 – змеевик; 6 – отражатель; 7 – верхний колпак; 8 – нижний колпак; 9 – калорифер; 10 – запальник

Рис. 70. Инжекционная горелка водонагревателей Л-1, Л-3, ВЛГ-18:

1 – тройник с соплами; 2 – пластина; 3 – смеситель; 4 – крышка смесителей; 5 – распределительная трубка; 6 – сопло

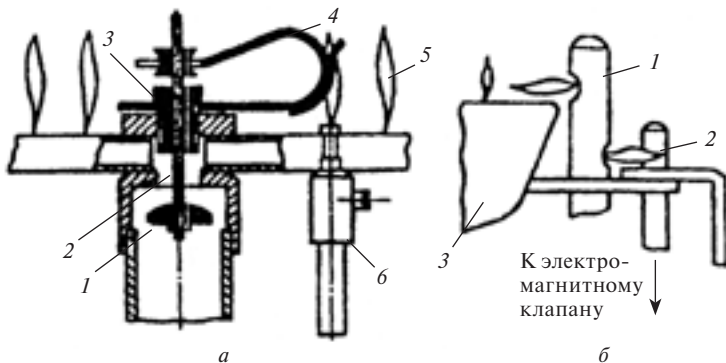
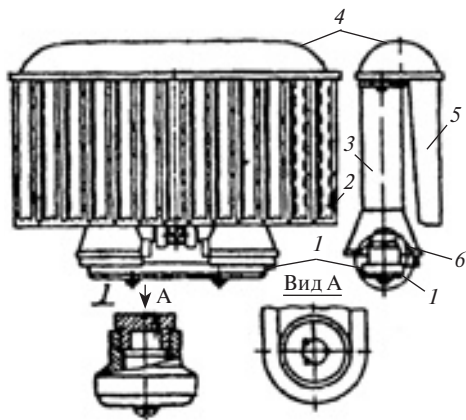


Рис. 71. Схемы автоматизации подачи газа на основную горелку:

а – биметаллический термоклапан: 1 – клапан; 2 – шток; 3 – уплотнение; 4 – биметаллическая пластина; 5 – пламя горелки; 6 – запальник; б – электромагнитный датчик пламени: 1 – запальная трубка; 2 – терморпара; 3 – горелка водонагревателя

Теплообменник состоит из огневой камеры и калорифера. Размещенные на наружной стороне огневой камеры змеевики предохраняют стенки камер от перегрева. В первых моделях водонагревателей применялось два змеевика, один — для подачи холодной воды к калориферу, другой — горячей воды к разборному крану. В современных конструкциях водонагревателей (ВПГ) змеевик имеет лишь один оборот вокруг огневой камеры.

Основное количество теплоты передается воде через калорифер. Теплота передается радиацией, конвекцией и теплопроводностью через металлические стенки, которые находятся в контакте с одной стороны с водой, с другой — с потоком отходящих газов. При этом необходимо учитывать, что на величину передачи теплоты от горячих газов воде могут влиять следующие факторы: скорость протекания воды в змеевике; скорость движения продуктов сгорания; материал и размер ребер калорифера; качество припайки ребер к трубкам калорифера; температурный режим в огневой камере.

Для предотвращения преждевременного выхода из строя теплообменников следует знать причины и способы устранения возникающих неисправностей. Отложение накипи на внутренних стенках водяных труб приводит к уменьшению теплопередачи и снижению КПД водонагревателя. Повышение скорости протекания воды уменьшает вероятность образования накипи. На долговечность работы теплообменника влияют коррозия и окисление его поверхности. В новых моделях водонагревателей предусматриваются устройства автоматического регулирования температуры воды.

В старых моделях водонагревателей пластинки калорифера припаивали к водяным трубкам оловянным припоем. Практика показала, что вследствие сравнительно низкой температуры плавления олова во многих случаях наблюдалось оплавление припоя, что приводило к перегреву элементов калорифера и снижению теплопередачи. В настоящее время пластинки приваривают к трубкам с помощью медно-фосфористых припоев, имеющих высокую температуру плавления (860 °С).

Система автоматических устройств в водонагревателях обеспечивает регулирование поступления газа на горелку в зависимости от протока воды и прекращение доступа газа к горелке при отсутствии пламени запальника. По мере модернизации водонагревателей совершенствуется и система блокировки.

Водонагреватель КГИ-56 (рис. 72, а). Кожух 2 выполнен из эмалированной листовой стали и имеет съемную переднюю крышку. Крепится на стене двумя кронштейнами, которые проходят внутрь и удерживают в определенном положении радиатор. Горелку 8

и блок-кран 9 крепят не на кожух, а на газопровод, что создает некоторые неудобства при установке прибора. В крышке имеется отверстие для зажигания запальника и наблюдения за работой горелки.

Газоотводящее устройство 3 состоит из корпуса и предохранителя обратной тяги. Его устанавливают в верхней части кожуха для защиты пламени горелки и запальника при опрокидывании тяги от задувания. При нормальной тяге горячие газы от горелки обтекают предохранитель и уходят в газопровод.

Радиатор состоит из калорифера, огневой камеры, змеевика и предназначен для передачи теплоты от работающей горелки протекающей по змеевику воде. Весь радиатор сделан из меди (наиболее теплопроводного металла).

Калорифер 5 состоит из четырех трубок, на которые насажены медные пластины. Проход между пластинами сужается кверху. Горячие газы с высокой температурой, проходя между пластинами, отдают свою теплоту, которая через калорифер передается воде. После калорифера температура газов не более 180 °С.

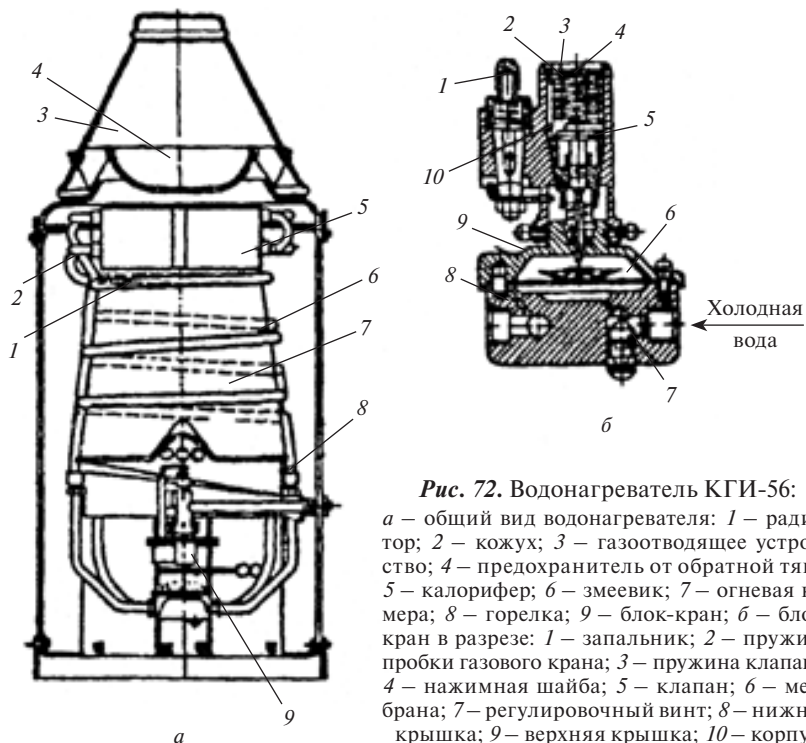


Рис. 72. Водонагреватель КГИ-56:

a — общий вид водонагревателя: 1 — радиатор; 2 — кожух; 3 — газоотводящее устройство; 4 — предохранитель от обратной тяги; 5 — калорифер; 6 — змеевик; 7 — огневая камера; 8 — горелка; 9 — блок-кран; *б* — блок-кран в разрезе: 1 — запальник; 2 — пружина пробки газового крана; 3 — пружина клапана; 4 — нажимная шайба; 5 — клапан; 6 — мембрана; 7 — регулировочный винт; 8 — нижняя крышка; 9 — верхняя крышка; 10 — корпус

Огневая камера 7 представляет собой кожух, внутри которого происходит горение газа. Снаружи по стенкам огневой камеры проходят трубки змеевика, где вода, соприкасаясь с горячими стенками камеры, также нагревается. Кроме того, огневая камера направляет поток горячего газа в пластины калорифера, не позволяя потоку отклоняться в сторону и увеличивая тем самым теплообмен. Змеевик 6 представляет собой систему медных трубок, по которой вода из блок-крана идет по радиатору, нагревается и возвращается обратно в блок-кран.

Инжекционная горелка водонагревателя КГИ-56 состоит из корпуса с накидной гайкой, который монтируют на блок-кране. С боку горелки имеется регулятор первичного воздуха.

Термоклапан состоит из биметаллической пластины, штока и клапана. Биметаллическая пластина изготовлена из двух пластин металла с разным коэффициентом линейного расширения. Пластина металла с большим коэффициентом расширения расположена снаружи. Тыльная часть биметаллической пластины нагревается запальником, при нагревании сжимается ее верхний конец, к которому прикреплен шток. Если подача газа прекратится, то горелка и запальник погаснут, биметаллическая пластина остынет, распрямится, потянет шток вверх и закроет клапан, который перекрывает поступление газа в горелку.

Блок-кран (рис. 72, б) состоит из двух частей: газовой (верхней) и водяной (нижней). Корпус имеет внутри гнездо под пробку. Подача газа происходит сбоку, а выход — сверху. Запальник расположен в боковой части корпуса. Внизу имеется горизонтальная прорезь для крановой ручки горелки.

Пружина 2 пробки газового крана верхним концом упирается в нажимную шайбу 4, а нижним — в пробку крана. Пружина прижимает пробку к гнезду и позволяет легко ее поворачивать. В то же время пружина препятствует выходу пробки из гнезда, что обеспечивает полную герметичность. Пружина 3 меньшего диаметра прижимает клапан 5 к седлу.

Нажимную шайбу устанавливают в верхней части корпуса так, чтобы обе пружины были сжаты и оказывали давление на пробку и клапан. Ножка клапана имеет кольцевую заточку под сальник, который препятствует прониканию газа вниз по ножке клапана.

Запальник состоит из съемной горелки с отверстиями для первичного воздуха, форсунки, пробки, пружины и ручек. Пружина не позволяет пробке выходить из корпуса. Вход газа в запальник минует кран горелки, поэтому запальник может работать и тогда, когда горелка водонагревателя выключена.

Водяная часть блок-крана состоит из корпуса 10 и верхней крышки 9, которая имеет отверстие для штока, а внутри водяную камеру. Корпус снабжен также водяной камерой и отверстиями для входа и выхода холодной и горячей воды. Там, где проходит холодная вода, установлен водяной фильтр, а у входа – регулировочный винт 7. У входа холодной воды имеется проход в нижнюю водяную камеру, а у входа горячей воды – проход в верхнюю водяную камеру под верхней крышкой. Обе крышки скреплены винтами. Мембрану 6 изготавливают из прочной на разрыв резины. Сверху на мембране имеется тарелка, с помощью которой мембрана передает усилие на шток.

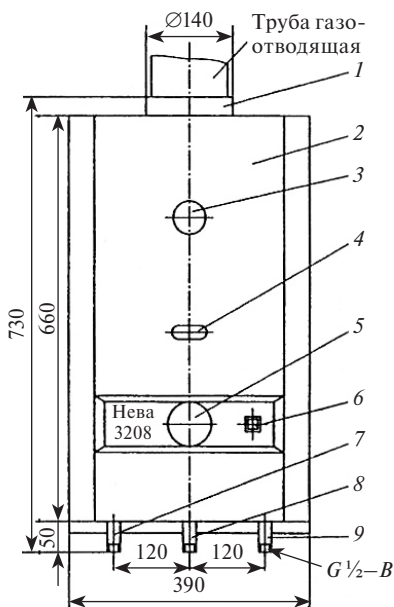
Регулировочный винт устанавливают у выхода холодной воды из блок-крана. Он предназначен для регулирования количества проходящей через радиатор воды. Если при полностью открытой горелке вода, поступающая из колонки, имеет недостаточную температуру и водяным вентиляем в пункте разбора или краном горелки не удастся поднять ее температуру, то регулировочный винт необходимо ввернуть глубже, уменьшив подачу холодной воды в радиатор.

Блок-кран служит для предохранения водонагревателя от распайки при прекращении подачи воды. При открытом водяном венти́ле вода поступает в блок-кран. Заходя в нижнюю водяную камеру, проходит через радиатор, заполняя верхнюю водяную камеру, и останавливается, доходя до закрытого разборного крана горячей воды. В неподвижной воде давление по принципу сообщающихся сосудов во всех точках трубчатой системы одинаково, следовательно, мембрана будет испытывать одинаковое давление сверху и снизу, равное давлению воды в водопроводе, т. е. через шток на клапан она действовать не будет. В этом случае на клапан действует только сила пружины, которая держит его закрытым. Как только разборный кран будет открыт, мембрана окажется под воздействием разных давлений. В ее верхней водяной камере давление упадет больше, чем в нижней. Мембрана начнет прогибаться вверх, толкнет шток и, пересилив давление пружины, откроет газовый клапан. Газ может пойти на горелку и загореться от запальника, если будет открыт газовый кран основной горелки. Вода, проходя через радиатор, начнет нагреваться. Если снова закрыть разборный кран горячей воды, то произойдет обратное: течение воды прекратится и давление на мембрану сверху и снизу станет вновь одинаковым. Газовый клапан под действием пружины опустится на свое гнездо, перекрыв проход газа на горелку.

Если по каким-либо причинам вода в водопроводе вообще исчезнет в тот момент, когда работает колонка, то произойдет аналогичная картина: газовый клапан под действием пружины закроется, и горелка погаснет.

Водонагреватель ВПГ-18-2.23-В11-Р2 «Нева-3208» (рис. 73). Аппарат является проточным и предназначен для нагрева воды, используемой в санитарных целях (мытьё посуды, стирка, купание) в квартирах, коттеджах, дачных домах. Он может быть использован для многоточечного водоразбора и предназначен для работы на природном газе по ГОСТ 5542–87 или сжиженном газе по ГОСТ 20448–90.

Водонагреватель настенного типа имеет прямоугольную форму, образуемую съёмной облицовкой 2. На лицевой панели облицовки расположены ручка 5 управления газовым краном, кнопка 6



включения электромагнитного клапана, смотровое окно для наблюдения за пламенем запальной и основной горелок и окно 3 для проверки тяги. В нижней части аппарата расположены патрубки подвода газа 9, подвода холодной воды 7 и отвода горячей воды 8.

Рис. 73. Водонагреватель ВПГ-18-2.23-В11-Р2 «Нева-3208»:

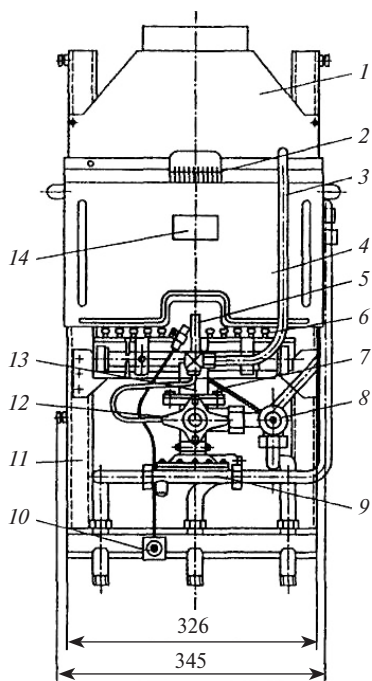
1 – патрубок дымохода; 2 – облицовка; 3 – окно проверки тяги; 4 – окно смотровое; 5 – ручка; 6 – кнопка; 7 – патрубок подвода холодной воды; 8 – патрубок отвода горячей воды; 9 – патрубок подвода газа

Технические данные

Номинальная тепловая мощность, кВт	23,2
Номинальная теплопроизводительность, кВт	18,0
Номинальная тепловая мощность запальной горелки, кВт, не более	0,35
Номинальное давление газа, Па (мм вод. ст.):	
природного	1274(130)
сжиженного	3940(300)
Номинальный расход газа, м ³ /ч:	
природного	2,55
сжиженного	0,94

Коэффициент полезного действия, %, не менее	80
Давление подводимой воды для нормальной работы аппарата, кПа	50...600
Расход воды, л/мин при нагреве на $\Delta T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, не менее	6,45
Разрежение в дымоходе, Па (мм вод. ст.), не менее	1,96(0,2)
Габаритные размеры аппарата, мм:	
высота	730
глубина	285
Масса аппарата, кг, не более	20

Описание работы аппарата (рис. 74). Аппарат состоит из камеры сгорания 4 (в состав которой входят каркас 11, газоотводящее устройство 1 и теплообменник 2), водогазогорелочного блока 13 (состоящего из основной горелки 6, запальной горелки 5, газового крана 12, регулятора воды 9, клапана электромагнитного 8) и термопары 7, предназначенной для отключения водонагревателя при отсутствии тяги в дымоходе. При нажатии на кнопку электромагнитного клапана и открытом (в положении «Розжиг») кране газ поступает к запальной горелке, которая разжигается с помощью пьезорозжига 10.



Термопара, нагреваемая пламенем запальной горелки, передает ЭДС электромагниту клапана, который автоматически удерживает тарелку и обеспечивает доступ газа к газовому крану. При повороте ручки управления 5 (см. рис. 73) по часовой стрелки газовый кран 12 (см. рис. 74) осуществляет последовательность включения запальной горелки 5 в положение «Розжиг» и подачу газа к основной горелке 6 в положение «Аппарат включен» и регулирует

Рис. 74. Водонагреватель «Нева-3208» (без облицовки):

1 – газоотводящее устройство; 2 – теплообменник; 3 – трубка датчика тяги; 4 – камера сгорания; 5 – горелка запальная; 6 – горелка основная; 7 – термопара; 8 – клапан электромагнитный; 9 – регулятор воды; 10 – пьезорозжиг; 11 – каркас; 12 – кран газовый; 13 – блок водогазогорелочный; 14 – табличка

количество газа, поступающего на основную горелку, в пределах — «Малое пламя», — «Большое пламя» для получения желаемой температуры воды. При этом основная горелка загорается только при протоке воды через аппарат (при открывании крана горячей воды).

Выключение аппарата производится поворотом ручки управления против часовой стрелки до упора, при этом мгновенно гасятся основная и запальная горелки. Клапан электромагнитной пробки будет оставаться открытым до остывания термпары (10–20 с).

Для обеспечения плавного зажигания основной горелки в регуляторе воды предусмотрен замедлитель зажигания, работающий как дроссель, при вытекании воды из надмембранной полости и замедляющий движение мембраны вверх, а следовательно, и скорость зажигания основной горелки.

Аппарат оснащен устройствами безопасности, обеспечивающими:

доступ газа к основной горелке только при наличии запального пламени и протока воды;

перекрытие газового клапана на основную горелку в случае погасания запальной горелки при уменьшении расхода воды;

отключение основной и запальной горелок при отсутствии тяги в дымоходе.

Включение аппарата. Перед включением аппарата проверить наличие тяги, поднеся зажженную спичку или полоску бумаги к окну контроля тяги. Пламя должно отклониться внутрь.

Для включения аппарата необходимо:

открыть общий кран на газопроводе перед аппаратом;

открыть запорный вентиль холодной воды (перед аппаратом);

установить ручку аппарата в положении «Розжиг»;

нажать на кнопку электромагнитного клапана δ (см. рис. 74) и неоднократно нажимать на кнопку пьезорозжига 10 до появления пламени на запальной горелке;

отпустить кнопку электромагнитного клапана после включения его в работу (по истечении не более 60 с), при этом пламя запальной горелки не должно погаснуть.

Выключение аппарата. По окончании пользования выключить аппарат, соблюдая следующую последовательность:

закрыть водоразборные краны;

вернуть ручку управления газовым краном против часовой стрелки до упора (в положение «Аппарат отключен»);

закрыть общий кран на газопроводе;

закрыть запорный вентиль холодной воды.

В табл. 15 указаны возможные неисправности и методы их устранения.

Возможные неисправности и методы их устранения

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
Запальник с трудом зажигается или вообще не зажигается	Наличие воздуха в газовых коммуникациях. Засорение сопла запальника. Кончился запас сжиженного газа в баллоне	Вызвать службу газового хозяйства. Заменить баллон с сжиженным газом
При отпускании кнопки электромагнитного клапана (через 60 с запальник гаснет)	Пламя запальной горелки не обеспечивает нагрев термопары. Нарушена электрическая цепь термопара – электромагнитный клапан. Вышла из строя электромагнитная пробка или термопара	Вызвать службу газового хозяйства. Проверить контакт термопары с электромагнитным клапаном (при необходимости контакты зачистить). Проверить затяжку соединения термопары с электромагнитным клапаном, при этом следует помнить: усиление затяжки должно обеспечивать надежный контакт, но не должно превышать 1,5 Н·м (0,15 кг/м), во избежание вывода из строя этих узлов. Вызвать службу газового хозяйства
Основная горелка не зажигается или с трудом зажигается при открывании крана горячей воды	Недостаточное открытие газового крана на аппарате или общего крана на газопроводе. Низкое давление газа.	Повернуть ручку аппарата в положение «Большое пламя» и открыть полностью рабочий кран на газопроводе. Вызвать службу газового хозяйства.

		Низкое давление водопроводной воды. Засорен фильтр воды, порвана мембрана или сломана тарелка водяного блока	Временно не пользоваться аппаратом. Вызвать службу газового хозяйства
Основная горелка не гаснет при закрывании крана горячей воды		Заклинивание штока газового или водяного блока	Вызвать службу газового хозяйства
Пламя основной горелки вялое, вытянутое, с желтыми коптящими языками		Нет тяги в дымоходе. Кончился запас сжиженного газа в баллоне	Очистить дымоход. Заменить баллон с сжиженным газом
Ручка пробоки крана повреждается со значительным усилием		Высыхание смазки. Попадание загрязнений	Вызвать службу газового хозяйства
Малый расход воды на выходе из аппарата при нормальном давлении в трубопроводе		Наличие накипи в теплообменнике или в трубе отвода горячей воды. Засорен фильтр воды	Вызвать службу газового хозяйства
Недостаточный нагрев воды		Большой расход воды. Отложение сажи на ребрах теплообменника или накипи в трубах теплообменника	Запорным вентилем установить расход воды 6,4 л/мин. Вызвать службу газового хозяйства
При работе аппарата наблюдается повышенный шум от протекающей воды		Большой расход воды. Перекося прокладок в соединении водяного тракта	Запорным вентилем установить расход воды 6,4 л/мин. Устранить перекося или заменить прокладки

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
Основная горелка зажигается с «хлопком» и выбросом пламени из окна кожуха	<p>Мало пламя запальной горелки (засорено сопло, частично забита смазкой канавка на пробке крана, низкое давление газа).</p> <p>Не работает замедлитель зажигания.</p> <p>Отложение сажи на теплообменнике</p>	Вызвать службу газового хозяйства

Внимание! При первом зажигании или после длительного хранения на складе аппарата для удаления воздуха из газовых коммуникаций необходимо:

открыть газовый кран на основную горелку, для чего ручку газового крана повернуть до упора (положение – «Большое пламя»). При этом запальная горелка продолжает гореть, но основная горелка еще не зажигается; открыть водоразборный кран, при этом должно произойти зажигание основной горелки.

Внимание! После включения аппарата повторно проверить наличие тяги. Регулировка степени нагрева воды производится поворотом ручки аппарата в пределах положений «Большое пламя» – «Малое пламя» или изменением расхода воды, проходящей через аппарат.

Водонагреватель проточный, газовый бытовой с автоматическим поддержанием заданной температуры воды и электрическим розжигом «NEVALUX-5513».

ВПГ-22-2-В11-УХЛ 4.2 ТУ4858-016-00153413–2005, ГОСТ 19910–94, именуемый в дальнейшем «аппарат», предназначен для нагрева воды, используемой на бытовые нужды. Аппарат может быть использован для многоточечного водоразбора и предназначен для работы на природном газе по ГОСТ 5542–87 с низкой теплотой сгорания $35\,570 \pm 1780$ КДж/м³ (8500 ± 425 ккал/м³) или сжиженным газе по ГОСТ 20448–90 с низкой теплотой сгорания $96\,250 \pm 4810$ КДж/м³ ($23\,000 \pm 1150$ ккал/м³).

При изготовлении на заводе аппарат настраивается на определенный вид газа, указанный в табличке на аппарате и в разделе «Свидетельство о приемке» настоящего руководства.

Технические данные

Номинальная тепловая мощность, кВт	25
Номинальная теплопроизводительность, кВт	22
Номинальная тепловая мощность запальной горелки, кВт, не более	0,17
Номинальное давление газа, Па (мм вод. ст.)	
природного	1274(130) 1960(200)
сжиженного	2940(300)
Номинальный расход газа, м ³ /ч	
природного	2,78
сжиженного	0,93
Коэффициент полезного действия, %, не менее	85
Давление подводимой воды для нормальной работы аппарата, кПа	30...600
Минимальный проток воды (для зажигания) л/мин	2,0
Расход воды при нагреве на $\Delta T = 40$ °С, л/мин	8,0*
Расход воды при нагреве на $\Delta T = 25$ °С, л/мин	13,0*
Требуемое разрежение в дымоходе, Па (мм вод. ст.):	
не менее	2,0 (0,2)
не более	30,0(3,0)
Температура продуктов сгорания, °С, не менее	110
Розжиг аппарата	электронный
Габаритные размеры аппарата, мм:	
высота	680
ширина	390
глубина	262
Масса аппарата, кг, не более	16

Диаметр сопел основной горелки, мм, газ:

природный (1274 Па)	1,25
природный (1960 Па)	1,12
сжиженный	0,75

* Параметр справочный

Устройство и работа аппарата. Аппарат (рис. 75) настенного типа имеет прямоугольную форму, образуемую съемной облицовкой 2. Все основные элементы аппарата смонтированы на задней стенке. На лицевой стороне облицовки расположены: ручка 4 управления газовым краном, смотровое окно 3 (см. рис. 75) для наблюдения за пламенем запальной и основной горелок.

Аппарат (рис. 76) состоит из теплообменника с камерой сгорания 2 газоотводящего устройства 1; блока водогазового 11 (включающего в себя водяной и газовый узел), горелки основной 6, горелки запальной 4, электронного блока управления 10 и термодатчика 16, предназначенного для отключения аппарата при отсутствии тяги в дымоходе.

Схема соединений аппарата приведена на рис. 77.

Описание работы аппарата. При открытии крана горячей воды и начале ее протекания через аппарат с расходом не менее 2 л/мин открывается подача газа на запальную горелку 4 (см. рис. 76) и подаются импульсы тока высокого напряжения на свечу 5. Зажигание запальной горелки происходит от искровых разрядов между наконечником свечи и насадкой запальной горелки. После воспламенения запальной горелки, что определяется датчиком пламени 3, открывается подача газа на основную горелку 6 и затем закрывается подача газа на запальную горелку.

Вращением ручки 4 водогазового блока (см. рис. 75) регулируется количество газа, поступающего на основную горелку, для получения желаемой температуры воды при ее установленном расходе: поворот ручки против часовой стрелки увеличивает расход газа и температуру воды; поворот ручки по часовой стрелке уменьшает расход газа и температуру воды.

Выключение аппарата производится закрытием крана горячей воды.

Аппарат оснащен устройствами безопасности, обеспечивающими:

доступ газа к основной горелке только при наличии запального пламени и протока воды;

перекрытие газового клапана на основную горелку при прекращении протока воды или погасании основной горелки;

отключение основной горелки при отсутствии тяги в дымоходе;

отключение основной горелки при разряде элемента питания или разрыве цепи питания.

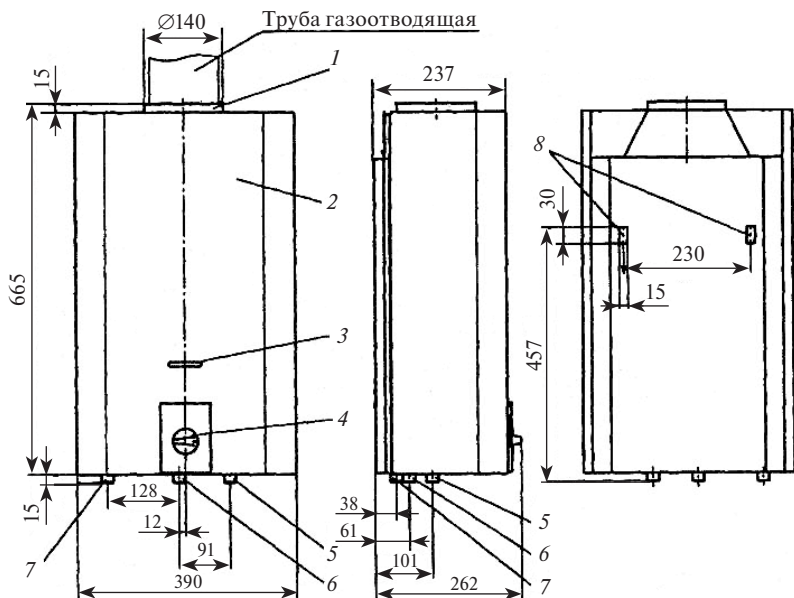


Рис. 75. Внешний вид, габаритные и присоединительные размеры аппарата: 1 – патрубок; 2 – облицовка; 3 – окно смотровое; 4 – ручка; 5 – штуцер подвода холодной воды (резьба 1/2"); 6 – штуцер подвода газа (резьба 1/2"); 7 – штуцер отвода горячей воды (резьба 1/2"); 8 – монтажные отверстия

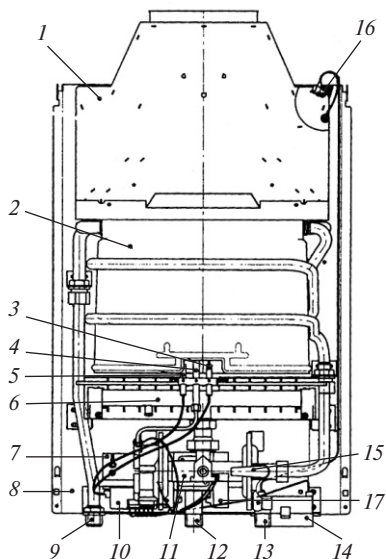


Рис. 76. Вид аппарата NEVALUX-5513 без облицовки:

1 – газоотводящее устройство; 2 – теплообменник; 3 – датчик пламени; 4 – горелка запальная; 5 – свеча; 6 – горелка основная; 7 – табличка; 8 – задняя стенка; 9 – штуцер отвода горячей воды; 10 – электронный блок управления; 11 – водогазовый блок; 12 – штуцер подвода газа; 13 – штуцер подвода холодной воды; 14 – батарейный отсек; 15 – ручка регулировки расхода воды; 16 – термодатчик; 17 – пробка для слива воды

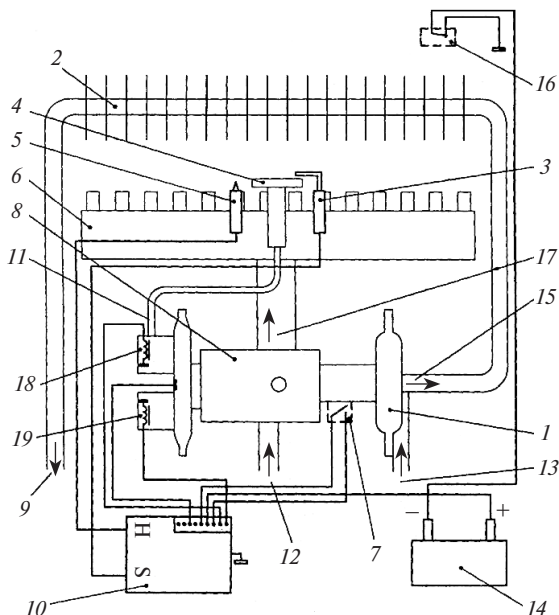


Рис. 77. Схема соединений аппарата NEVALUX-5513:

1 – водяной узел; 2 – теплообменник; 3 – датчик пламени; 4 – горелка запальная; 5 – свеча; 6 – горелка основная; 7 – датчик протока воды; 8 – газовый узел; 9 – выход горячей воды; 10 – электронный блок управления; 11 – выход газа на запальную горелку; 12 – вход газа; 13 – вход холодной воды; 14 – батарейный отсек; 15 – выход холодной воды на теплообменник; 16 – термодатчик; 17 – выход газа на основную горелку; 18 – электромагнитный клапан запальной горелки (нормально закрытый); 19 – электромагнитный сервоклапан (нормально открытый)

Порядок установки. Аппарат должен устанавливаться в кухне или других жилых помещениях в соответствии с Проектом газификации и СНиП 42-01-2002.

Допускается установка аппарата на трудносгораемых стенах при условии изоляции стены оцинкованным листом толщиной 0,8–1 мм по листу базальтового теплоизоляционного картона БТК толщиной 3–5 мм, соблюдая расстояние от изоляции до аппарата не менее 30 мм. Изоляция стены должна выступать на 100 мм за габариты аппарата. При установке аппарата на бетонной или кирпичной стене; бетонной или кирпичной стене, облицованной керамической плиткой, устройство изоляции не требуется (рис. 78).

Не допускается установка аппарата на деревянных стенах; оштукатуренных стенах, имеющих деревянную основу; на стенах, покрытых легко возгораемыми материалами. Установка и монтаж

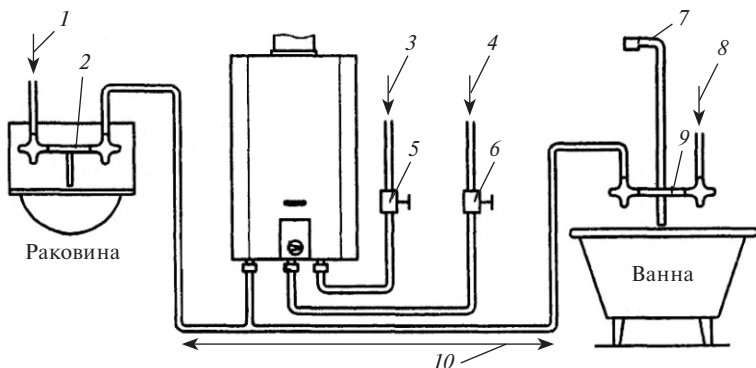


Рис. 78. Схема установки аппарата NEVALUX-5513:

1, 3, 8 – подвод холодной воды; 2, 9 – кран водоразборный; 4 – подвод газа; 5 – запорный вентиль холодной воды; 6 – общий кран газопровода; 7 – устройство душевое; 10 – отвод горячей воды

аппарата должны производиться эксплуатационной организацией газового хозяйства или другими организациями, имеющими лицензию на данный вид деятельности.

Аппарат навешивается монтажными отверстиями (на задней стенке) на два крючка, установленные в отверстиях стены (крючки и дюбели входят в комплект поставки). Расположение и размеры монтажных отверстий показаны на рис. 75.

Аппарат рекомендуется устанавливать так, чтобы смотровое окно 3 (см. рис. 75) было на уровне глаз потребителя, а вокруг аппарата было свободное пространство не менее 100 мм, необходимое для его обслуживания.

Подключение воды и газа следует выполнять трубами с внутренним диаметром не менее 13 мм или предпочтительно гибкими шлангами с D_y не менее 13 мм и длиной не более 2,5 м. При монтаже трубопроводов рекомендуется сначала произвести присоединение к местам подвода и отвода воды, заполнить теплообменник и водяную систему водой и только после этого осуществить присоединение к месту подвода газа. Присоединение не должно сопровождаться взаимным натягом труб и частей аппарата во избежание смещения или поломки отдельных деталей и частей аппарата и нарушению герметичности газовой и водяной систем. После установки аппарата места его соединений с коммуникациями должны быть проверены на герметичность. Проверка герметичности мест соединений подвода и отвода воды производится открыванием запорного вентиля (см. рис. 78) холодной воды (при закрытых водоразборных кранах). Течь в местах соединений не допускается.

Включение аппарата. Для включения аппарата необходимо:
установить элемент питания в батарейный отсек;
открыть общий кран на газопроводе перед аппаратом (см. рис. 78);
открыть запорный вентиль холодной воды (перед аппаратом);
открыть кран горячей воды, при этом должно произойти зажигание сначала запальной, а затем основной горелки.

Примечание. Зажигание запальной горелки произойдет, если расход воды, проходящей через аппарат, будет достаточно большим (не менее 2 л/мин).

После зажигания основной горелки запальная горелка должна погаснуть.

Внимание: во избежание ожогов при включении аппарата не следует приближать глаза слишком близко к смотровому окну.

При первом зажигании или после длительного перерыва в работе аппарата воспламенение запальной горелки может происходить через 30–50 с после начала протекания воды через аппарат и удаления воздуха из газовых коммуникаций, а воспламенение основной горелки может происходить с хлопком.

Регулировка степени нагрева воды производится вращением ручки 4 (см. рис. 75) аппарата или изменением расхода воды, проходящей через аппарат. Ручка 15 (см. рис. 76) под облицовкой служит для регулировки степени нагрева воды в зависимости от характеристик местной водопроводной сети. Крайнее левое положение ручки соответствует минимальному расходу воды и ее максимальному нагреву. Крайнее правое положение ручки соответствует максимальному расходу воды и ее минимальному нагреву. От положения ручки 15 зависит также значение расхода воды, при котором происходит включение аппарата (зажигание запальной, а затем основной горелки) и его отключение (выключение основной горелки): в крайнем левом положении ручки включение/отключение аппарата происходит при расходе 2 л/мин, в крайнем правом — при расходе 2,5 л/мин.

В случае малого расхода проходящей через аппарат воды для избегания перегрева воды необходимо уменьшить расход газа ручкой 4 (см. рис. 75). При расходе воды менее 2 л/мин основная горелка автоматически отключается.

Выключение аппарата. По окончании пользования необходимо выключить аппарат, соблюдая следующую последовательность:

- закрыть краны горячей воды (см. рис. 78);
- закрыть общий кран на газопроводе.

Возможные неисправности аппарата и методы их устранения приведены в табл. 16.

Возможные неисправности и методы их устранения

Неисправность	Вероятная причина	Методы устранения
Отсутствуют искровые разряды между свечой и запальной горелкой после начала протекания воды через аппарат	Недостаточный расход воды (менее 2 л/мин). Отсутствует или разрядился элемент питания. Неправильная установка элемента питания. Нарушены контакты или схема соединений. Неисправен водяной узел или блок управления	Увеличить расход воды. Правильно установить работоспособный элемент питания. Вызвать службу газового хозяйства для проверки соединений и зачистки контактов. Вызвать службу газового хозяйства для замены водогазового блока или блока управления
Запальная горелка не загорается при проточке воды через аппарат и наличии искровых разрядов	Наличие воздуха в газовых коммуникациях. Засорение сопла запальной горелки. Искра не попадает в струю смеси газа и воздуха запальной горелки. Между свечой и запальной ком слабая искра. Нарушена цепь электромагнитных клапанов. Закончился запас сжиженного газа в баллоне	См. разд. «Включение аппарата». Вызвать службу газового хозяйства для чистки сопла запальной горелки. Вызвать службу газового хозяйства для регулировки необходимого расстояния между наконечником свечи и запальной горелкой (5±0,5) мм. Вызвать службу газового хозяйства для проверки соединений и зачистки контактов. Заменить баллон со сжиженным газом

Водонагреватели типа ВПГ. Водонагреватель ВПГ-18 (рис. 79) создан на базе водонагревателя Л-3, он также проточный, с многоточечным разбором горячей воды. Высота огневой камеры 5 в этом водонагревателе уменьшена до минимума за счет того, что основная часть теплоты передается воде через пластины калорифера. Охлаждение огневой камеры обеспечивается одним витком змеевика. Калорифер 3 собран из одного ряда медных пластин и пересекается тремя горизонтальными участками змеевика 4. Водонагреватель оборудован инжекционной горелкой с двумя инжекторами, обеспечивающими поступление первичного воздуха до 60 % необходимого для сгорания. Это способствует полному сгоранию газа в коротких факелах.

Конструкция блок-крана 9 водонагревателя обеспечивает последовательную подачу газа сначала на запальник 6, потом на основную горелку 12. При отсутствии разбора воды или снижении давления водопроводной воды, а также при отсутствии пламени на запальнике прекращается подача газа на основную горелку.

Ручка блок-крана может занимать следующие положения. При крайнем левом – кран полностью закрыт, при среднем – газ пропускается только на запальник, при крайнем правом – газ пропускается на запальник и основную горелку.

Клапан блокировки воды и газа может открываться лишь при нагреве биметаллической пластины. Газовый клапан 8 через шток связан с мембраной 15 и открывается только при наличии протока воды в мембранной камере 16 и установленной в ней трубке Вентури 14. При наличии расхода воды в узком сечении трубки, сообщающемся с надмембранным пространством, происходит падение статического напора. Вследствие этого падает давление и над мембраной, которая перемещается вверх и через посредство штока открывает клапан блокировки.

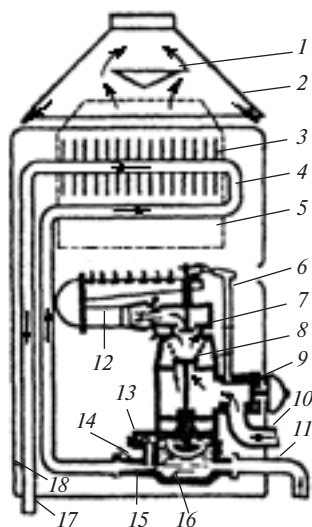


Рис. 79. Принципиальная схема водонагревателя ВПГ-18:

1 – предохранитель от обратной тяги; 2 – газотводящее устройство; 3 – калорифер; 4 – змеевик; 5 – огневая камера; 6 – запальник; 7 – клапан безопасности; 8 – клапан блокировки газа; 9 – блок-кран; 10 – вход газа; 11 – вход воды; 12 – горелка; 13 – шариковый замедлитель зажигания; 14 – трубка Вентури; 15 – мембрана; 16 – мембранная камера; 17 – выход воды; 18 – кожух

Шариковый замедлитель зажигания *13*, частично перекрывая сечение пропускного канала, несколько замедляет перемещение мембраны и клапана вверх и обеспечивает плавность включения горелки.

В настоящее время конструкция водонагревателя усовершенствована по сравнению с ранее выпускавшимися водонагревателями Л-3 и ВПГ-18. Например, в водонагревателе ВПГ-23 улучшена конструкция теплообменника, значительно изменены основная и запальная горелки, установлен датчик тяги.

Если в водонагревателях Л-1, Л-3, ГВА-3, ВПГ-18 тепловой автомат располагался в вертикальной стойке основной горелки, то в водонагревателе ВПГ-23 теплового автомата нет и его функции выполняет электромагнитный клапан. Его основное назначение — прекращение подачи газа на основную горелку водонагревателя при падении тяги в дымоходе ниже допустимого предела.

После того как электромагнитный клапан обеспечит свободный проход газа, приступают к розжигу основной горелки. Для этого достаточно перевести ручку аппарата по ходу часовой стрелки, и газ, выходя через сопла и секции основной горелки внутрь огневой камеры, воспламеняется от пламени запальной горелки.

В газовой части водогазогорелочного блока с левой стороны крепится тройник, через который газ поступает к запальной горелке и одновременно через соединительную трубку — под колпак датчика тяги.

Если разрежение будет ниже допустимого предела, то отходящие газы попадут в помещение кухни и нагреют биметаллическую пластину датчика тяги. Пластина постепенно выгнется, приподнимется ее свободный конец, и клапан отойдет от седла. Это приведет к разгерметизации трубки, соединяющей тройник и датчик тяги. Произойдет погасание пламени запальника, охлаждение спая термопары и срабатывание электромагнитного клапана. При этом под действием пружины 5 клапан 4 плотно прижмется к своему седлу и перекроет проход газа на основную и запальную горелки.

Таким образом, в водонагревателе ВПГ-23 успешно реализованы прогрессивные тенденции изготовления оборудования — уменьшение габаритов и материалоемкости при одновременном повышении эксплуатационных качеств.

Емкостные водонагреватели

Емкостными водонагревателями называются аппараты, в которых вода нагревается в емкости без применения принудительной циркуляции, они предназначены для водяного отопления помещений. Наиболее распространенные аппараты – АГВ-50, -80 и -120, вместимость их баков соответственно 50, 80 и 120 л.

Водонагреватель АГВ-80 (рис. 80). Аппарат имеет цилиндрический бак из оцинкованной стали. Внутри бака проходит жаровая труба 4, предназначенная для отвода продуктов сгорания из топки 15, увеличения площади нагрева и улучшения процесса теплоотдачи.

В жаровой трубе 4 установлена спиральная вставка, которая перемешивает горячий поток продуктов сгорания газа и способствует максимальному отбору теплоты от продуктов сгорания. Кожух 5 водонагревателя выполнен из листовой стали. Пространство между кожухом и баком 3 заполнено шлаковатой, что служит надежной теплоизоляцией. Горелка 18 водонагревателя чугунная, литая, с вертикально направленными огневыми отверстиями. В новых моделях водонагревателя горелка заменена на дисковую, штампованную из стального листа, с периферийно расположенными огневыми отверстиями. Над жаровой трубой установлено устройство для отвода продуктов сгорания с тягопрерывателем 7. Вход холодной воды осуществляется через штуцер 2, а отбор горячей воды в отопительную систему – через штуцер 6.

Если водонагреватель служит для отопления помещений, то к штуцеру 2 присоединяется трубопровод обратной линии.

В крышке водонагревателя имеется предохранительный клапан 9, представляющий собой цилиндр с колпачком. Под колпачком помещена мембрана 29 из медной фольги. В центре мембраны имеется отверстие, запаянное сплавом Вуда с точкой плавления 105 °С.

При закрытом водоразборном кране в случае выхода из строя автоматики вода в баке может закипеть. Сплав Вуда при температуре выше 105 °С расплавляется, пар выходит наружу, что предохраняет бак от разрыва. Если давление в баке повысится до 0,6 МПа, фольга разрывается, предохраняя аппарат от разрушения.

В крышке водонагревателя в специальной гильзе установлен термометр 8. Чтобы термометр давал правильные показания, в гильзу заливают льняное масло.

Автоматика водонагревателя состоит из двух узлов. В качестве автоматики безопасности служит трехходовой электромагнитный клапан (см. рис. 80, в). Регулирование температуры воды

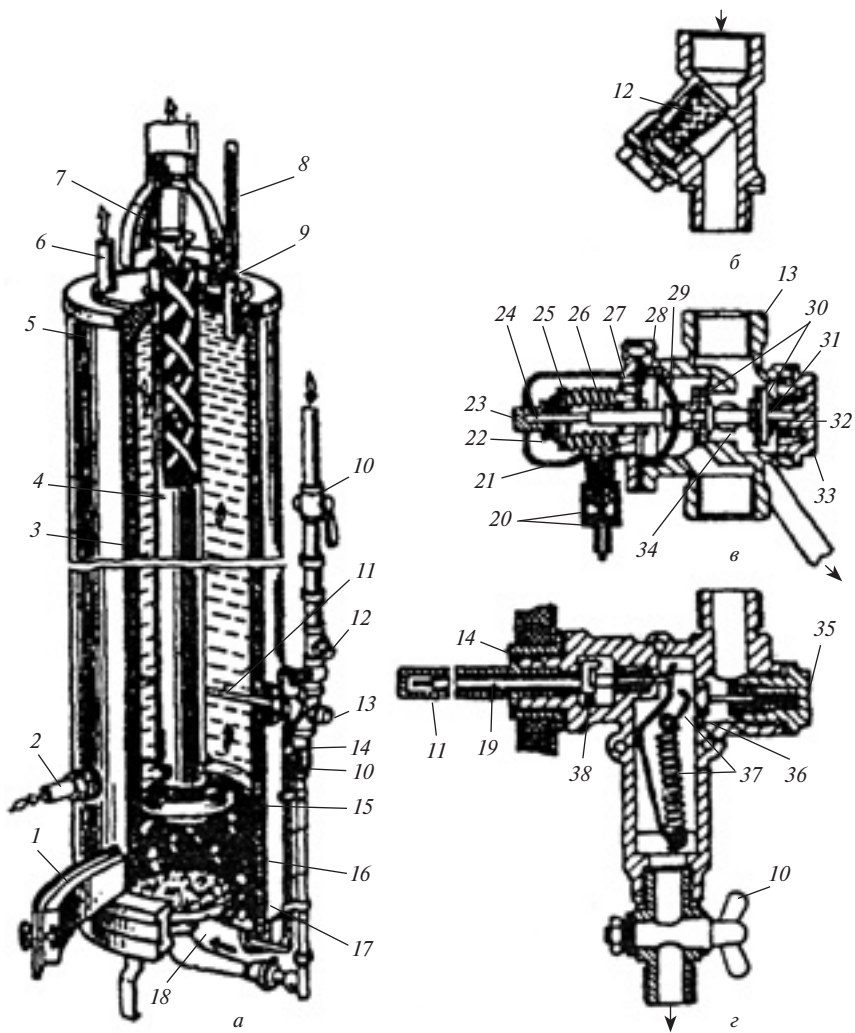


Рис. 80. Водонагреватель АГВ-80:

a — водонагреватель в разрезе; *б* — фильтр; *в* — электромагнитный клапан; *г* — терморегулятор; 1 — дверка топки; 2 — штуцер; 3 — бак; 4 — жаровая труба; 5 — кожух; 6 — выход горячей воды; 7 — тягопрерыватель; 8 — термометр; 9 — предохранительный клапан; 10 — кран; 11 — латунная трубка; 12 — сетчатый фильтр; 13 — электромагнитный клапан; 14 — терморегулятор; 15 — топка; 16 — термопара; 17 — запальник; 18 — горелка; 19 — инваровый стержень; 20 — контакты термопары; 21 — крышка; 22, 31, 35 — пружины; 23 — кнопка; 24 — шток; 25 — якорь; 26 — обмотка; 27 — электромагнит; 28 — уплотнительное кольцо; 29 — мембрана; 30, 36 — клапаны; 32 — шток клапана; 33 — пробка; 34 — отверстие на запальник; 37 — рычаг; 38 — регулятор настройки

осуществляется терморегулятором 14 (см. рис. 80, з), термоэлемент которого введен внутрь бака. Работу горелки контролируют электромагнитный клапан и терморпара.

Клапан поддерживается в открытом состоянии только при наличии пламени на запальнике.

Электромагнитный клапан состоит из газовой и электромагнитной частей. Крышка 21 (см. рис. 80, в) имеет отверстие для кнопки и прорезь для контакта. Ее устанавливают на корпус газовой части и крепят четырьмя винтами. Нажимную кнопку 23 устанавливают в верхней части крышки и надевают на шток. Чтобы кнопка не западала, на нее действует пружина 22. Шток 32 расположен вертикально, одним концом он упирается в верхний клапан 30 газовой части. На шток надет якорь 25. Он представляет собой диск с отверстием, через которое проходит шток. Якорь изготовлен из специального сплава – пермаллоя. Так как мощность электромагнита очень мала, то якорь, выполненный из другого сплава, будет притягиваться слабо и работа электромагнитного клапана нарушится. Обмотку электромагнита одним концом присоединяют к корпусу, а вторым через прорезь в крышке – к контакту терморпары 20.

Терморпара состоит из сплавов хромеля и копеля, которые при нагревании вырабатывают ток. Ток подается от спая хромеля и копеля по двум проводникам, медной трубочке и изолированной проволочке внутри. Проводник, проходящий внутри трубки, присоединен к свинцовому контакту электромагнита, а трубка контактирует через накидную гайку с корпусом электромагнита.

Газовая часть электромагнитного клапана состоит из корпуса, клапанов, штока и мембраны. Корпус имеет два штуцера диаметром $\frac{1}{2}$ " для входа и выхода газа к горелке и штуцер сбоку для запальника. В верхней части корпуса сделан уступ, в который закладывают мембрану и уплотнительное кольцо. Внутри корпуса находятся два седла клапанов, между которыми расположено отверстие, ведущее к штуцеру запальника. Газ поступает в штуцер, находящийся в нижней части корпуса.

Клапаны имеют тарельчатую форму и одинаковы по своим размерам. В качестве уплотнителя на них ставят кожаную прокладку, пропитанную солидолом. Оба клапана надеты на один и тот же шток и могут двигаться вертикально вместе со штоком. Снизу на нижний клапан действует пружина, толкая вверх оба клапана и шток. Вторым концом пружина упирается в пробку. Пробка стоит на резьбе. Для предотвращения утечки газа между пробкой и корпусом вставлена прокладка.

Мембрана представляет собой кусок мягкой кожи, пропитанной смазкой; она отделяет газовую часть от электромагнитной. При нажатии на кнопку электромагнитного клапана до отказа под действием верхнего штока клапаны перемещаются в крайнее нижнее положение. В этом случае газ поступает в среднюю часть корпуса, но не может пройти к горелке, так как верхний клапан закрыт. Через отверстие в средней части корпуса газ идет на запальник. Если, удерживая кнопку в этом положении, зажечь запальник, то он начнет нагревать термопару, которая через 1–2 мин нагреется и замкнет цепь питания электромагнита. Электромагнит притянет якорь. Если кнопку плавно отпустить, то система штоков и клапанов начнет перемещаться вверх до тех пор, пока верхний шток не упрется своими плечиками в притянутый якорь. Клапаны при этом установятся в среднее рабочее положение, при котором газ поступает и на запальник, и на горелку. Горелка загорается от факела запальника. Если прекратится подача газа или погаснет запальник, то термопара остынет и разорвет цепь питания электромагнита, он перестанет притягивать якорь и вся система штоков и клапанов под действием нижней пружины переместится в крайнее верхнее положение, при котором нижний клапан будет закрыт, и газ ни в запальник, ни в горелку попасть не сможет.

Работа терморегулятора. Терморегулятор (см. рис. 80, з) состоит из корпуса, термоэлемента, системы рычагов, клапана с пружиной, штуцеров, регулятора настройки. Корпус устанавливают на газопроводе с помощью входного и выходного штуцеров.

Чувствительный элемент состоит из латунной трубки 11 и проходящего внутри инварового стержня 19. Один конец латунной трубки наглухо закреплен в корпусе терморегулятора, а инваровый стержень резьбовым соединением прикреплен к свободному концу латунной трубки. Второй конец стержня упирается в рычаг, расположенный в корпусе терморегулятора.

Система рычагов состоит из двух шарнирно-соединенных рычагов и пружины. В один конец этой системы упирается свободный конец инварового стержня, а второй конец системы рычагов воздействует на клапан. Система рычагов может находиться в двух положениях — рабочем и нерабочем.

Клапан 36 состоит из седла, пружины и пробки, исполняющей роль нажимной шайбы. Пружина действует на клапан таким образом, что все время вынуждает его закрывать проход газа на горелку. Регулятор настройки состоит из шкалы с делениями и затягивающего хомутика с рычагом. Хомутик надет на инваровый стержень. С помощью рычага и хомутика инваровый стержень можно вращать в резьбе латунной трубки, укорачивая или удлиняя его свободный конец.

При нагреве воды в баке латунная трубка также нагревается и, так как она имеет большой коэффициент линейного расширения, удлиняется. Инваровый стержень практически при нагревании не удлиняется, втягиваясь внутрь трубки. Его свободный конец перемещается и перестает давить на систему рычагов. Система рычагов переходит в нерабочее положение и перестает своим вторым концом давить на клапан. Клапан под действием пружины закрывает проход газа на горелку. Горелка гаснет, вода в баке начинает остывать, латунная трубка охлаждается и укорачивается. При этом инваровый стержень снова перемещается и надавливает на конец системы рычагов. Система рычагов переходит в рабочее положение и вторым концом давит на клапан. Клапан открывается, и газ идет на горелку, которая загорается от запальника.

С помощью регулятора настройки температуры можно добиться, чтобы терморегулятор отключал горелку при определенной температуре, а при охлаждении воды на несколько градусов снова ее включал. Интервал настройки терморегулятора от 40 до 90 °С.

Модернизация водонагревателя АГВ-80. Многолетний опыт эксплуатации водонагревателей типа АГВ выявил ряд конструктивных недостатков, которые были устранены путем модернизации отдельных узлов. Эти конструктивные изменения в основном коснулись газогорелочного узла и электромагнитного клапана, который теперь называется газовым магнитным клапаном. Модернизация газогорелочного узла (рис. 81) заключается в следующем. Основная горелка и подводный к ней диффузор, выполненные из чугуна, заменены легкими штамповочными конструкциями. Диффузор приобрел форму гнутой трубы, упростилось его изготовление, основная горелка стала компактнее, облегчились ее монтаж и демонтаж. В новой конструкции газогорелочного узла изменено взаимное расположение основной и запальной горелок, а также термопары, что обеспечивает нормальный процесс розжига горелки и более надежную работу автоматики безопасности водонагревателя. Вертикальная ось запальной горелки δ должна находиться на расстоянии 30 мм от вертикальной оси термопары 11.

Конец термопары возвышается над краем запальной горелки на 5 мм. В процессе эксплуатации следует обращать внимание на то, чтобы выходные отверстия основной горелки располагались в горизонтальной плоскости.

Для обеспечения надежности работы термопары на нее можно надеть плотно прилегающий защитный чехол из теплопроводного материала, который предохраняет ее и в то же время обеспечивает требуемый нагрев спая термопары.

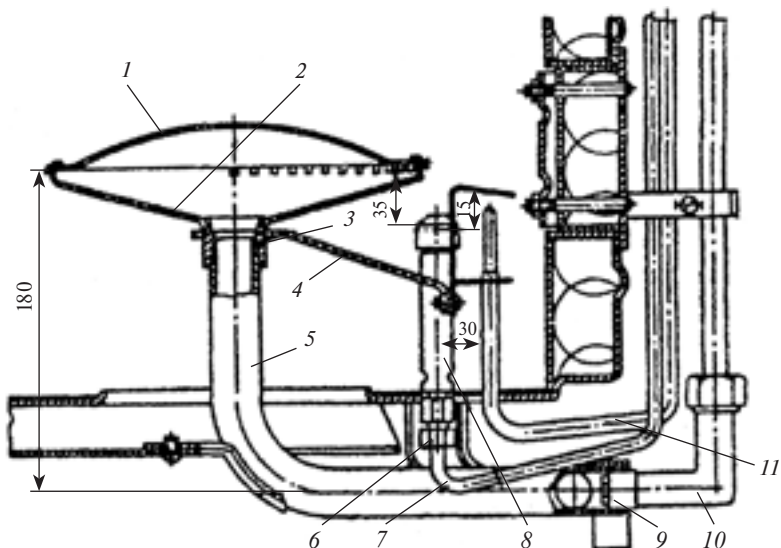


Рис. 81. Газогорелочный узел водонагревателя АГВ-80:

1 – крышка; 2 – рассекатель; 3 – патрубок; 4 – кронштейн запальной горелки; 5 – диффузор; 6 – накидная гайка; 7 – соединительная трубка запальной горелки; 8 – запальная горелка; 9 – форсунка (сопло) основной горелки; 10 – колено; 11 – термопара

Принципиальные изменения в конструкции газового магнитного клапана (рис. 82) заключаются в следующем. В старой конструкции электромагнитного клапана кожаная мембрана разделяла газовую и электрическую части и удерживалась в своем гнезде с помощью прижимного кольца. В новом газовом магнитном клапане вместо этих двух элементов предусмотрена литая резиновая мембрана 20. В свою очередь, изменение конфигурации мембраны вызвало упрощение стержня якоря 15, который теперь уже не имеет шляпку в нижнем конце.

Самое существенное изменение заключается в том, что водонагреватель оснащен датчиком тяги, который крепится с помощью двух винтов под колпаком водонагревателя к его корпусу. В этой связи к газовому магнитному клапану вместо натяжной гайки, с помощью которой ранее подключалась соединительная трубка запальной горелки, установлен тройник 32. Тройник распределяет газ через два выходных штуцера: вниз – к запальной горелке и наверх – к датчику тяги через трубку 29. Тройник 32 соединяют с корпусом клапана на резьбе, при этом между двумя двухмиллиметровыми резиновыми прокладками 24 монтируют жесткий

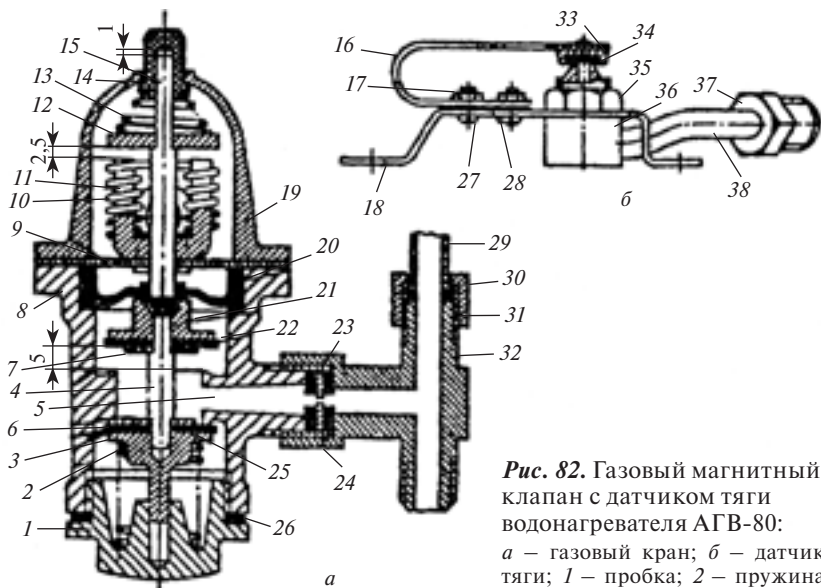


Рис. 82. Газовый магнитный клапан с датчиком тяги водонагревателя АГВ-80:

а – газовый кран; *б* – датчик тяги; 1 – пробка; 2 – пружина нижнего клапана; 3 – уплотнение; 4, 7 – шайбы; 5 – боковое сверление на запальник и датчик тяги; 6 – шток клапана; 8 – корпус; 9 – основание магнитной коробки с соединительной скобой; 10 – обмотка сердечника; 11 – сердечник; 12 – якорь; 13 – пружина; 14 – кнопка; 15 – стержень якоря; 16 – биметаллический элемент; 17 – гайка; 18 – кронштейн; 19 – колпак магнитной коробки; 20 – резиновая мембрана; 21 – тарелка верхнего клапана; 22 – уплотнение верхнего клапана; 23 – дроссель; 24 – резиновые прокладки; 25 – тарелка нижнего клапана; 26, 28, 30 – прокладки; 27 – винт; 29 – трубка датчика тяги; 31 – накидная гайка; 32 – тройник; 33 – клапан датчика тяги; 34 – уплотнение; 35 – гайка штуцера; 36 – штуцер с соплом 2,5 мм; 37 – натяжная гайка; 38 – трубка штуцера

дроссель 23 с миллиметровым проходным сечением. Датчик тяги состоит из биметаллического элемента 16, на свободном конце которого имеется уплотнение 34, и кронштейна 18, к которому с помощью двух винтов 27 крепят биметаллический элемент. В кронштейне имеется отверстие для штуцера 36, зажимаемого сверху гайкой 35. Штуцер выполнен с конусным окончанием, которое превращает имеющиеся внутри штуцера сквозные сверления диаметром 2,5 мм в седло клапана 33. К штуцеру присоединена трубка 38 с натяжной гайкой 37, которая с помощью накидной гайки соединяется с трубкой 29, ведущей к газовому магнитному клапану.

Принцип работы датчика тяги заключается в следующем. Биметаллический элемент 16 при нагреве продуктами сгорания, которые в случае отсутствия тяги в дымоходе попадают в помещение через зазор между кромкой колпака и корпусом водонагревателя,

будет разгибать свою дугу, так как коэффициент линейного расширения материала внутренней его поверхности больше коэффициента линейного расширения наружной. В этом случае клапан 33 с уплотнением 34 будет отходить от конусного окончания штуцера 36, освобождая выход газа из соединительной трубки 29 в помещение, где установлен водонагреватель. В связи с тем что отверстие штуцера 36 в 2,5 раза превышает диаметр дросселя 23, давление в трубке 29, тройнике 32 и трубке, направляющей газ на запальную горелку, сразу упадет, так как газ, идущий внутрь указанных элементов через дроссель 23, не может удержать в них давление при наличии его же сброса через отверстие (2,5 мм) штуцера датчика тяги. Падение давления на входе к запальной горелке приведет к затуханию пламени на последней, остыванию конца термопары и срабатыванию газового магнитного клапана, который прекратит подачу газа на обе горелки водонагревателя.

Водонагреватель АГВ-120 (рис. 83). Устройство и работа аппарата аналогичны устройству и работе водонагревателя АГВ-80, но некоторые узлы совмещены и усовершенствованы. Электромагнитный клапан, терморегулятор, а также газовый кран совмещены в одном блоке (см. рис. 83, б). Вместо терморегулятора использован сильфонный регулятор температуры, состоящий из термобаллона 8, капилляра 10 и сильфона 12.

Термобаллон 16 помещен в среднюю часть бака водонагревателя и заполнен керосином, который имеет такую же температуру, как и вода в баке. От термобаллона отходит трубка из красной меди, соединенная через ниппель 9 с капилляром 10. При нагреве объем керосина в термобаллоне увеличивается и сильфон 12 растягивается. Через систему рычагов газовый клапан 5 перекрывает поступление газа на горелку. Горелка гаснет, вода в баке и керосин в термобаллоне остывают.

Объем керосина уменьшается, сильфон сокращается, что передается через систему рычагов на газовый клапан, который открывается, и горелка вновь загорается от запальника. Сильфонный регулятор температуры гораздо чувствительнее терморегулятора как по точности настройки, так и по отношению к внешним воздействиям. В нижней части сильфона, там, куда подходит капилляр, имеется регулятор 13 настройки температуры с температурной шкалой. Электромагнитный клапан водонагревателя АГВ-120 состоит из электромагнита 15, штока 4 с кнопкой 14, якоря с пружиной 7, мембраны 17 и термопары. Газовый кран основной горелки и кран запальника работают независимо один от другого.

В модернизированных водонагревателях АГВ-120 в верхней части бака имеется змеевик. Вода, протекая по змеевику, нагревается.

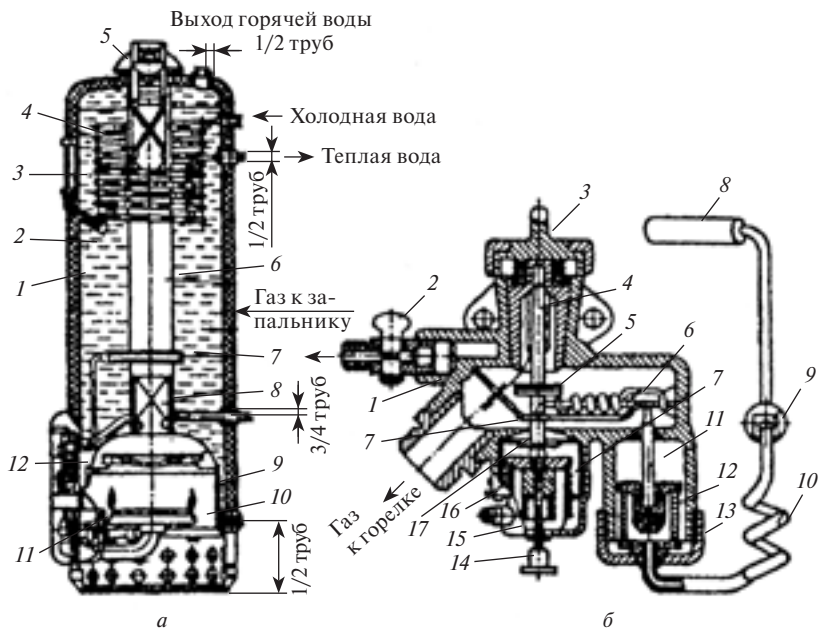


Рис. 83. Водонагреватель АГВ-120:

а – водонагреватель в разрезе: 1 – корпус; 2 – бак; 3 – термометр; 4 – змеевик; 5 – тягоперыватель; 6 – жаровая труба; 7 – термобаллон; 8 – удлинитель тяги; 9 – топка, 10 – горелка; 11 – запальник с термопарой; 12 – блок автоматики; *б* – блок автоматики: 1 – корпус; 2 – кран запальника; 3 – кран горелки; 4 – шток; 5 – клапан; 6 – рычаги; 7 – пружины; 8, 16 – термобаллоны; 9 – переходный ниппель; 10 – капиллярная трубка; 11 – толкатель; 12 – сильфон; 13 – регулятор настройки температуры; 14 – кнопка; 15 – электромагнит; 17 – мембрана

Следовательно, такой водонагреватель может применяться одновременно для отопления помещений и для подачи горячей воды для бытовых нужд.

Правила включения водонагревателей АГВ-80 и АГВ-120. Прежде всего следует проветрить помещение, в котором установлен водонагреватель. Затем проверить наличие воды в баке, при отсутствии наполнить и открыть водопроводный вентиль перед прибором; проверить тягу под колпаком водонагревателя. Убедившись, что кран горелки и кран запальника у АГВ-120 закрыты, следует открыть газовый кран на спуске перед прибором и зажечь запальник. Для этого у АГВ-120 зажженный бумажный жгут нужно поднести к горелке запальника, открыть кран запальника и затем оттянуть вниз кнопку электромагнитного клапана, а у АГВ-80 нажать до отказа кнопку электромагнитного клапана. Через 1–2 мин

можно отпустить кнопку электромагнитного клапана; если запальник продолжает гореть, плавно открыть газовый кран горелки. После этого нужно отрегулировать пламя на основной горелке регулятором первичного воздуха и вторично проверить тягу. Приступив к настройке автоматики регулирования, необходимо проверить работу автоматики на различных режимах.

Отопительные газовые аппараты

В связи с массовой газификацией жилого фонда, принадлежащего гражданам на правах личной собственности, в нашей стране в дополнение к автоматическим газовым водонагревателям типа АГВ освоено выпуск бытовых газовых аппаратов с водяным контуром серии АОГВ-15-1-У.

Газовые аппараты с водяным контуром изготавливают следующих типов: 1 – работающие на природном газе; 2 – работающие на пропане, бутане и их смесях; 3 – работающие на природном газе и пропан-бутановых смесях. Аппараты должны изготавливаться в следующих климатических исполнениях: У – для эксплуатации в районах с умеренным климатом; УЛ – для эксплуатации в районах с холодным климатом.

Аппараты серии АОГВ в отличие от емкостных водонагревателей применяются только для отопления и не могут использоваться для горячего водоснабжения. Номинальная тепловая мощность аппаратов от 6 до 20 Мкал/ч. В эксплуатации находятся различные типы аппаратов, внешне не похожие один на другой. В целях унификации эта группа приборов имеет следующие условные обозначения. Например, АОГВ-15-1-У расшифровывается так: аппарат (А), отопительный (О), газовый бытовой (Г), с водяным контуром (В), с тепловой мощностью 15 Мкал/ч, работающий на природном газе (1), предназначенный для эксплуатации в районах с умеренным климатом (У).

В эксплуатации находятся также следующие типоразмеры аппаратов: АОГВ-6-3-У, АОГВ-10-3-У, АОГВ-20-3-У, АОГВ-11,6, АОГВ-23-2-1 и др. Рассмотрим устройство и принцип работы аппаратов серии АОГВ на примере наиболее распространенного – АОГВ-15-1-У (рис. 84).

Аппарат выполнен в виде прямоугольной тумбы с белым эмалевым покрытием. Он состоит из следующих основных узлов: котла-теплообменника; дымоотводящего патрубка с регулировочной заслонкой в качестве стабилизатора тяги; облицовочного кожуха с промежуточным слоем изоляции; газогорелочного устройства; автоматики регулирования и безопасности АПОК-Г.

Котел-теплообменник заключен внутри теплоизолированного кожуха и имеет в средней части выступ, повышающий долю использования теплоты излучения основной горелки. Теплообменник δ представляет собой четырехрядный пакет 15 мм труб, по которым движутся продукты сгорания, а с внешней стороны они омываются водой, заполняющей котел. Горячая вода на выходе из аппарата подается в отопительную систему из верхней части

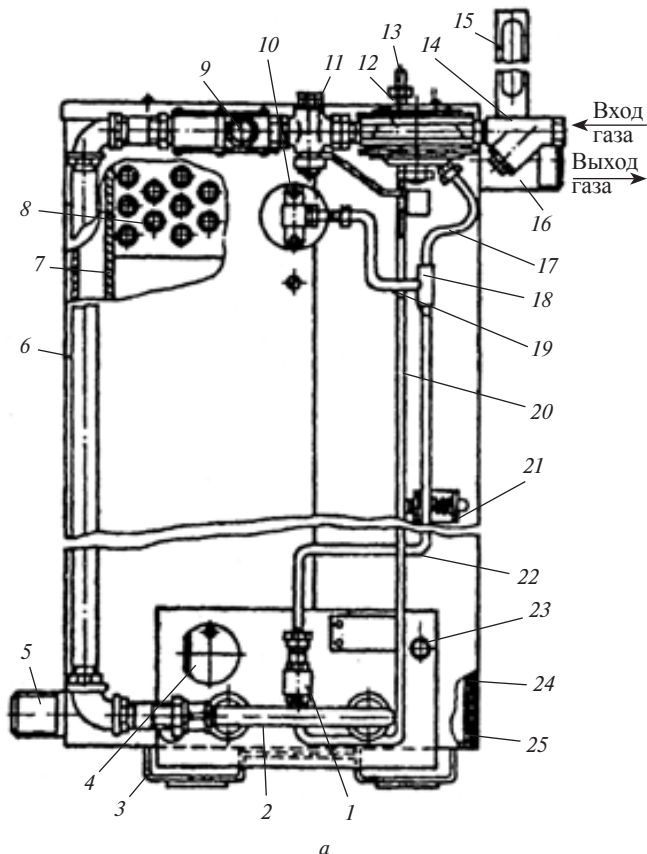
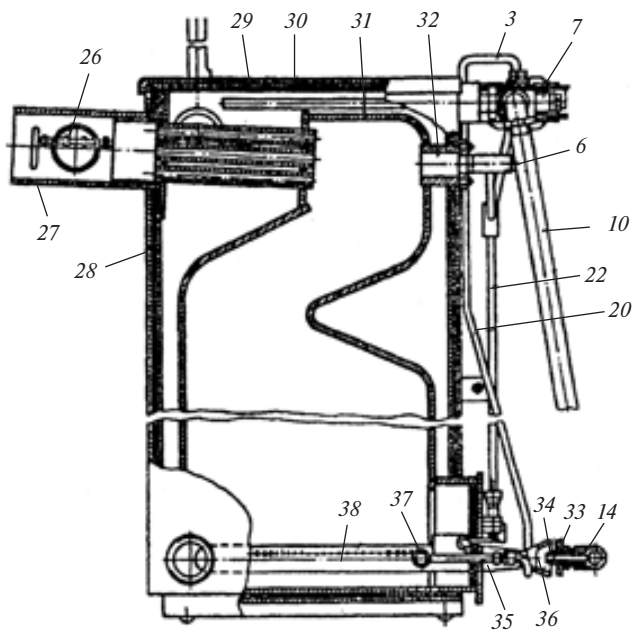


Рис. 84. Аппарат отопительный газовый АОГВ-15-1-У:

а – компоновка узлов автоматики; *б* – разрез по вертикали; 1 – датчик погасания пламени; 2 – коллектор; 3 – ножка; 4 – смотровой лючок; 5 – штуцер обратного водопровода; 6 – газопровод; 7 – корпус котла (внутренняя обечайка); 8 – теплообменник; 9 – терморегулятор; 10 – датчик тяги; 11 – запорно-регулирующий кран; 12 – клапан-отсекатель; 13 – штуцер запальника; 14 – фильтр; 15 – термометр; 16 – штуцер прямого (горячего) водопровода; 17 – соединительная трубка (общая);

аппарата, а остывшая вода — в нижнюю часть. Регулировочная заслонка установлена в дымоотводящем патрубке и предназначена для уменьшения тяги на выходе продуктов сгорания.

В качестве газогорелочного устройства применяют горелку АГУК-1. Газ из фильтра 14 попадает в клапан-отсекатель 12, из которого имеются три выхода: основной — на запорно-регулирующий кран 11; к штуцеру 13 верхней крышки для подачи газа на запальную горелку; к штуцеру нижней крышки для подачи газа к датчикам тяги 10 и погасания пламени 1. После запорно-регулирующего крана газ подается в терморегулятор 9 и по газопроводу 6 в коллектор 2. Далее через два сопла 34 газ поступает в конфузор 35 горелочных насадков, смешивается с первичным воздухом и выходит в топочное пространство аппарата из выходных отверстий



б

18 — тройник; 19 — соединительная трубка датчика тяги; 20 — импульсный трубопровод запальной горелки; 21 — предохранительный клапан; 22 — соединительная трубка датчика погасания пламени; 23 — крепежный болт; 24, 28, 29 — асбестовые прокладки; 25 — облицовка; 26 — стабилизатор тяги; 27 — трубка отходящих газов; 30 — крышка облицовки; 31 — котел; 32 — патрубок датчика тяги; 33 — шибер воздушной заслонки; 34 — сопло основной горелки; 35 — конфузор насадка основной горелки; 36 — запальная горелка; 37 — перемычка между насадками; 38 — насадок основной горелки

насадков в виде готовой газозвоздушной смеси. Основной узел автоматики безопасности – клапан-отсекатель 12 с подключенными к нему одинаковыми датчиками: тяги 10 и погасания пламени 1.

Устройство датчика тяги показано на рис. 85. Внутри металлического кожуха 3 установлена биметаллическая пластина 5, которая слева закреплена с помощью винта 2 на нижней образующей кожуха, а справа касается стального шарика 6, являющегося клапаном датчика. В нерабочем (холодном) состоянии биметаллическая пластина удерживает шарик в прижатом к седлу положении. Шарик легко может перемещаться внутри бронзового насадкостаканчика 8, который навинчивается и слегка затягивается на конце корпуса датчика. В случае отсутствия тяги в дымоходе продукты сгорания направляются из топочного пространства наружу через постоянно открытую амбразуру датчика тяги и нагреют биметаллическую пластину. Вследствие этого правое свободное крыло пластины отойдет от шарика и пружина 1 отождмет его от седла, а газ, заполняющий внутреннюю полость подводящей к датчику тяги импульсной трубки, выйдет наружу и сбросит избыточное давление как внутри трубки, так и в подключенной к ней полости Г клапана-отсекателя.

Принцип действия датчика погасания пламени аналогичен принципу действия датчика тяги, однако его биметаллическая пластина крепится не внутри защитного кожуха, а на запальной горелке. До розжига запальной горелки пластина находится от шарика-клапана на расстоянии 3 мм и линия сброса датчика открыта.

После розжига запальной горелки датчик погасания пламени сработает. Свободный конец поднимется навстречу шарик клапану и начнет поднимать его до тех пор, пока он не прижмется к внутренней кромке сквозного центрального отверстия корпуса датчика и не загерметизирует линию сброса датчика погасания пламени. Следует отметить, что линия сброса до этого момента была открыта, что обеспечивало нормальную работу системы и проход газа через клапан-отсекатель на горелки.

Если пламя на запальной горелке погаснет, прекратится нагрев сгиба биметаллической пластины, которая перестанет прижимать шарик-клапан датчика погасания пламени, и он отойдет от седла. В результате этих перемещений газ выйдет из импульсной линии и из связанной с нею полости Г клапана-отсекателя.

Теперь рассмотрим *устройство клапана-отсекателя* (рис. 86). Он является основным узлом автоматики безопасности, обеспечивая прекращение подачи газа на основную и запальную горелки при погасании пламени на запальной горелке, отсутствии или

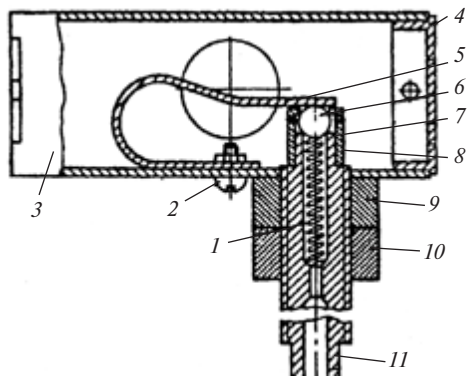


Рис. 85. Датчик тяги:
 1 – пружина; 2 – винт; 3 – кожух; 4 – заглушка; 5 – биметаллическая пластина; 6 – шарик клапана; 7 – сбросные отверстия; 8 – насадок; 9 – приваренная гайка; 10 – гайка; 11 – корпус клапана

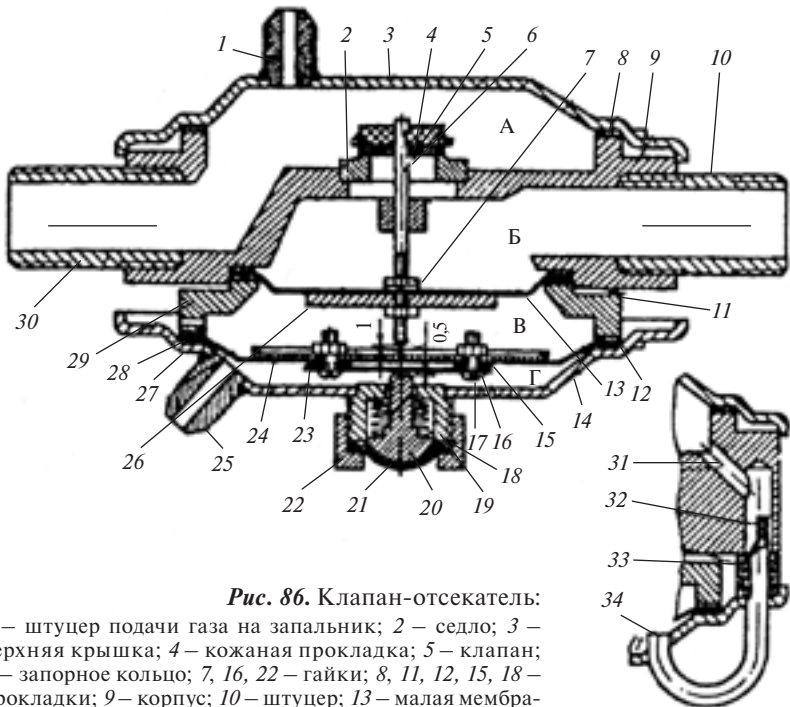


Рис. 86. Клапан-отсекатель:
 1 – штуцер подачи газа на запальник; 2 – седло; 3 – верхняя крышка; 4 – кожаная прокладка; 5 – клапан; 6 – запорное кольцо; 7, 16, 22 – гайки; 8, 11, 12, 15, 18 – прокладки; 9 – корпус; 10 – штуцер; 13 – малая мембрана; 14 – нижняя крышка; 17 – винт; 19 – пружина; 20 – пусковая кнопка; 21 – диафрагма; 23 – поперечная пластина; 24 – большой диск; 25 – штуцер датчиков; 26 – малый диск; 27 – дыхательное отверстие; 28 – большая мембрана; 29 – прижимное кольцо; 30 – выходной патрубок; 31 – боковое сверление; 32 – дроссель; 33 – резиновое уплотнение; 34 – импульсная трубка. Полости: А – верхняя надмембранная; Б – верхняя подмембранная; В – нижняя надмембранная; Г – нижняя подмембранная

недостаточной тяге, аварийном падении давления газа и разгерметизации системы самой автоматики. Внутри клапана-отсекателя можно выделить четыре полости (А, Б, В и Г). Полость А имеет верхнюю крышку, в которую вмонтирован штуцер 1 для трубки. Нижняя часть полости имеет горизонтально-ступенчатую перегородку с центральным отверстием диаметром 23 мм и бронзовым седлом 2 диаметром 14 мм. Клапан 5 при отключении автоматики безопасности находится в закрытом состоянии. Шток клапана свободно перемещается в отверстии прилива корпуса, на нижнем конце штока между двумя регулировочными гайками расположена малая мембрана.

Полость Б сверху имеет ступенчатую перегородку, а снизу – подвижную малую мембрану 13. В эту полость через штуцер 10 подается газ, который при открытом клапане 5 через полость А направляется к основной и запальной горелкам.

Полость В сверху ограничена малой мембраной 13 с диаметром рабочей поверхности 56 мм, а снизу – большой мембраной 28 с диаметром рабочей поверхности 80 мм. На большую мембрану сверху установлен дюралевый диск, а снизу закреплена прямоугольная пластина. Полость В через дыхательное отверстие 27 связана с атмосферой, вследствие чего в ней постоянно отсутствует избыточное давление. Полость Г снизу заканчивается нижней крышкой 14 клапана-отсекателя с приваренным штуцером 25 для подключения сбросной линии датчиков тяги и погасания пламени. В центре крышки в специальном устройстве на пружине имеется пусковая кнопка 20, закрытая резиновой диафрагмой 21 для обеспечения герметичности полости Г.

Рассмотрим *принцип работы клапана-отсекателя*. В нерабочем положении клапана-отсекателя, когда закрыт кран на подводящем газопроводе, в полостях А, Б, В и Г проходят следующие процессы.

Полость А заполнена остатками бывшего в ней газа, через верхний штуцер 1 полость связана с запальной горелкой. В то же время полость А отсоединена от полости Б, так как клапан плотно прилегает к своему седлу. Полость Б также заполнена остаточным газом, который не производит избыточного давления, так как кран на подводящем газопроводе закрыт. Малая мембрана 13 под действием диска 26 занимает крайнее нижнее положение.

В полости В давление всегда атмосферное, так как через дыхательное отверстие 27 полость связана с атмосферой. В полости Г также не будет избыточного давления, так как газ в нее может поступать по импульсной линии из полости А. В то же время полость

в нерабочем положении клапана-отсекателя постоянно связана по линии сброса с датчиком погасания пламени. Перед розжигом горелок аппарата необходимо убедиться, что система отопления заполнена водой, проверить тягу в дымоходе, работу вентиляции, проветрить помещение и топочное пространство. Только после этого можно открыть кран на опуске подводящего к аппарату газопровода. В это время полость Б заполняется газом, в остальных полостях клапана-отсекателя газа нет, пока не будет нажата пусковая кнопка. Далее необходимо зажечь бумажный жгут, открыть смотровой лючок, поднести жгут к запальной горелке и нажать пусковую кнопку. После этого газ поступает на запальную горелку и воспламеняется от горящего жгута.

Пусковую кнопку 20 необходимо в течение минуты удерживать в нажатом положении. Нажатие пусковой кнопки приводит к тому, что давление передается пластине 23 и мембране 28, затем через шток малой мембраны к клапану основного прохода.

Вследствие перемещения клапана вверх полость А заполняется газом, который далее из клапана-отсекателя направляется к закрытому запорно-регулирующему крану. После заполнения полости А и создания в ней избыточного давления газ начинает также поступать через штуцер 1 на запальную горелку и воспламеняется от горящего жгута. Одновременно газ по импульсной трубке 34 через дроссель 32 направляется в полость Г, откуда через штуцер нижней крышки поступает к открытому клапану-шарику датчика погасания пламени и выходит (в очень незначительных количествах) через него в помещении, где установлен аппарат. В это время полость Б заполнена газом, малая мембрана находится в поднятом вверх положении, а полость В, как и прежде, не содержит избыточного давления газа. Объем полости остается почти без изменения, обе ее мембраны синхронно смещаются вверх под действием пусковой кнопки. При этом полость Г несколько увеличится в объеме за счет смещения большой мембраны вверх под действием пусковой кнопки. Хотя в полость Г поступит газ из полости А по внешней боковой импульсной трубке, избыточного давления не будет, так как газ беспрепятственно уходит по линии сброса датчика погасания пламени. Но линия сброса датчика тяги герметична, шарик-клапан датчика плотно прилегает к седлу. Спустя минуту после розжига запальной горелки биметаллическая пластина датчика погасания пламени прогреется, ее свободный конец утопит шарик-клапан внутрь насадки-стаканчика и прекратится свободный сброс газа по линии этого датчика из полости Г. Герметизация линии сброса из полости Г к датчику погасания пламени

приведет к герметизации полости, вследствие чего в ней возрастет избыточное давление за счет постепенного проникновения газа через дроссель 32 и трубку 34 из полости А.

В свою очередь, возрастание давления газа в полости Г приведет к следующим изменениям в состоянии элементов клапана-отсекателя: в полости А – будет избыточное давление и клапан будет находиться в приподнятом положении. В полости Б малая мембрана будет находиться в верхнем положении под воздействием штока большой мембраны, тоже находящейся в верхнем положении. В полости В обе мембраны занимают максимальное верхнее положение, а сама полость будет заполнена воздухом под атмосферным давлением.

В полости Г будет избыточное давление газа, поступающего туда из полости А через дроссель 32 импульсной трубки 34, а большая мембрана будет находиться в максимальном верхнем положении. После этого можно отпустить пусковую кнопку и перевести ручку запорно-регулирующего крана в открытое положение, что приведет к подаче газа на основную горелку и ее воспламенению от горящей запальной горелки. При срабатывании любого из датчиков погасания пламени или тяги шарик-клапан датчика отходит от седла и обеспечивает сброс газа из соединительной трубки и полости Г клапана-отсекателя в атмосферу. У датчика погасания пламени это происходит в том случае, когда пламя запальной горелки не нагревает сгиб биметаллической пластины. Это приводит к тому, что свободный конец пластины перестает прижимать к седлу шарик-клапан, который под действием отжимной пружины отходит от него и открывает проход для газа.

У датчика тяги при отсутствии или опрокидывании тяги продукты сгорания выходят из топочного пространства и обтекают биметаллическую пластину, которая нагревается и срабатывает, так как ее свободный конец отходит от клапана-шарика и открывает проход для газа.

Следует иметь в виду, что полость Г быстро теряет избыточное давление газа. Это объясняется тем, что диаметр дросселя 32 на импульсной трубке 34 гораздо меньше диаметра отверстия, через которое сбрасывается газ в датчиках. Изменение давления в полости Г сразу сказывается на положении мембран. При падении давления газа в полости Г большая мембрана смещается вниз, шток клапана основного прохода вместе с малой мембраной также смещаются вниз. Это приводит к тому, что клапан основного прохода садится на седло и прекращается проход газа на основную и запальную горелки, т. е. срабатывает клапан-отсекатель.

Рассмотрим принцип работы автоматики регулирования отопительного аппарата. Основным элементом автоматики регулирования — регулятор температуры, который устанавливают после клапана-отсекателя и запорно-регулирующего крана. Он обеспечивает поддержание температуры воды внутри бака водонагревателя в заданных пределах, прекращая подачу газа на основную горелку при повышении температуры воды сверх заданного предела и возобновляя подачу газа при понижении температуры воды в баке.

По своей конструкции и принципу действия регулятор температуры аналогичен терморегулятору, установленному на водонагревателях АГВ-80.

Привод регулятора температуры — латунная гильза и винченный в ее конец инваровый стержень.

Гильза регулятора температуры вводится внутрь штуцера бака и при нагреве воды в баке удлиняется в пределах 1 мм. Изменение длины гильзы вызывает соответствующие перемещения свободного конца инварового стержня, выходящего из гильзы внутрь корпуса регулятора и упирающегося в нижний конец большого перекидного рычага. При этом большой и малый рычаги, а также связывающая их пружина находятся в динамическом равновесии.

Пока температура воды в баке не достигнет заданного предела, длина гильзы будет минимальной, а давление инварового стержня на конец большого рычага — максимальным.

В данном положении клапан регулятора температуры будет находиться в открытом состоянии. При нагреве воды до заданной температуры длина гильзы увеличится, давление инварового стержня на нижнее плечо большого рычага прекратится, вследствие чего система рычагов перекинется в противоположное положение, а клапан регулятора, не испытывая давления выступа малого рычага, под воздействием пружины опустится на седло и перекроет проход газа на горелку.

Аппарат отопительный газовый бытовой с водяным контуром АОГВ-23,2-1 (рис. 87) предназначен для водяного отопления жилых и служебных помещений с теплотерями до 19 000 Вт (отопливаемая площадь до 140–200 м², в зависимости от климатических условий местности).

Аппарат АОГВ-23,2-1 выполнен в виде напольного шкафа цилиндрической формы, лицевая сторона которого закрыта дверкой, обеспечивающей доступ для пуска аппарата в работу и регулирования режимов отопления.

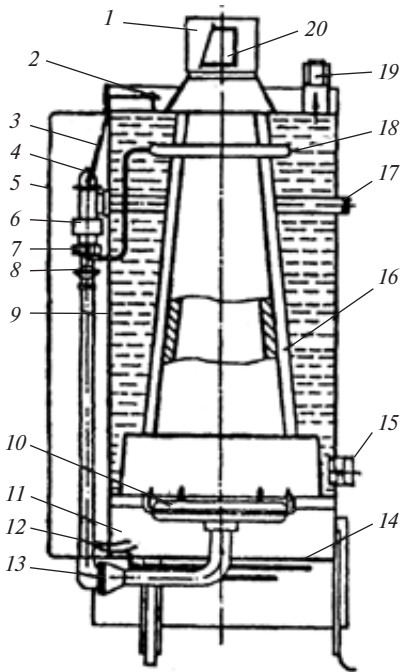


Рис. 87. Аппарат отопительный АОВГ-23,2-1:

1 – тягопрерыватель; 2 – датчик тяги; 3 – привод датчика тяги; 4 – кнопка пусковая; 5 – дверка; 6 – блок автоматики; 7 – гайка регулировочная; 8 – кран; 9 – резервуар; 10 – горелка; 11 – термопара; 12 – запальник; 13 – регулятор воздуха; 14 – основание; 15 – труба подвода воды; 16 – теплообменник; 17 – труба подвода газа; 18 – узел «сифон-термобаллон»; 19 – труба отвода воды; 20 – дверка тягопрерывателя

Техническая характеристика аппарата АОВГ-23,2-1

Вид газа	Природный
Давление газа, Па (мм вод. ст.):	
номинальное	1274(130)
минимальное	635(65)
максимальное	1764(180)
Номинальная тепловая мощность, Вт, (ккал/ч)	23 260 ± 2326 (20 000 ± 2000)
Номинальная тепловая мощность запальника горелки, Вт (ккал/ч), не более	410 (350)
Расход газа с плотностью 0,73 кг/м ³ при давлении 1274 Па (130 мм вод. ст.), м ³ /ч, не более	2,35
Разрежение в дымоходе, Па (мм вод. ст.):	
минимальное	2,94(0,3)
максимальное	29,4(3,0)
Время розжига, с, не более	40
Индекс оксида углерода, об. %, не более	0,03
Диапазон поддержания температуры воды в теплообменнике, °С	50–90

Колебания температуры воды от заданной, °С	±5
КПД аппарата (при непрерывной работе), %, не менее	82
Тип горелки	Инжекционный
Вместимость бака, л	64
Габариты, мм:	
высота	980 ± 5
ширина	420 ± 5
глубина	480 ± 5
Масса аппарата (без упаковки), кг, не более	48

Аппарат состоит из следующих основных частей: вертикально-цилиндрического резервуара с теплообменником внутри, блока автоматики 6, горелочного устройства 10, узла «сильфон – термобаллон» 18, датчика тяги 2 с приводом 3, прерывателя тяги 1, термопары 11, запальника 12, основания аппарата 14 (см. рис. 87).

Резервуар аппарата стальной, штампованный, сварной, с трубами подвода и отвода воды, патрубком для установки термометра и фланцами для установки блока автоматики. В нижней части резервуара находятся топка, окно для розжига и наблюдения за процессом горения. В резервуар вварены три секции стального штампованного теплообменника. Наружная поверхность резервуара покрыта светлой эмалью. Для удержания дверки в закрытом положении установлен пружинный запор.

Горелочное устройство состоит из радиальной инжекционной литой чугунной горелки 10, смесителя, регулятора воздуха 13 и поддона, предохраняющего пол под аппаратом от перегрева. Горелочное устройство закреплено на основании.

Блок автоматики (рис. 88) представляет собой электромеханическое устройство и состоит из корпуса 18, внутри которого находятся клапаны 8, 11 и система рычагов, электромагнита, и служит для подачи газа к запальнику и горелке, регулирования температуры воды и автоматического отключения подачи газа:

при погасании запальника;

падении давления газа в сети ниже допустимого или прекращения подачи газа;

отсутствию тяги в дымоходе.

Тягопрерыватель стальной, штампованный состоит из корпуса и дверки, предназначен для автоматической стабилизации величины разрежения в топке аппарата, т. е. уменьшения влияния колебания разрежения в дымоходе на тягу в топке аппарата. При нормальной тяге через имеющиеся зазоры между дверкой и корпусом тягопрерывателя происходит незначительный подсос воздуха из помещения в дымоход.

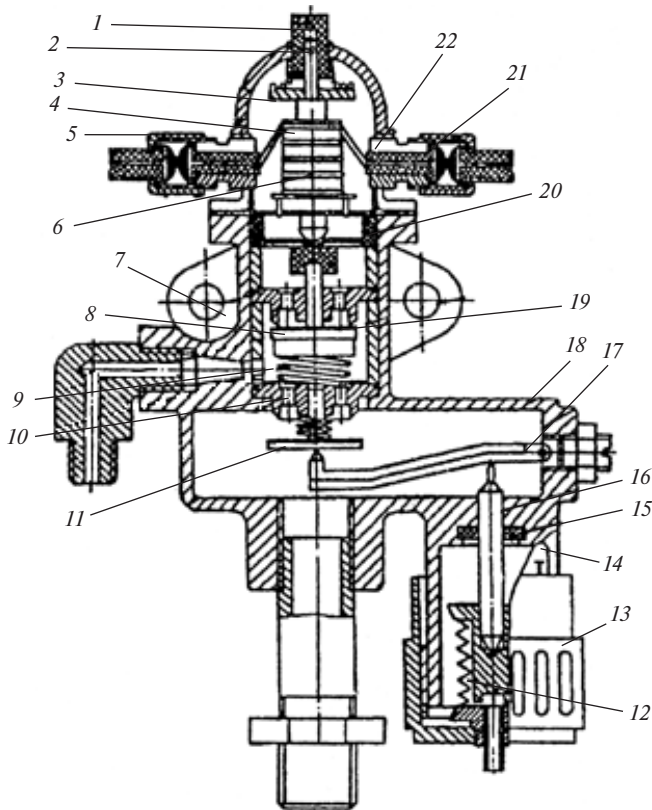


Рис. 88. Конструкция блока автоматики:

1 – пусковая кнопка; 2 – шток электромагнита; 3 – якорь; 4 – сердечник; 5 – гайка накидная термопары; 6 – обмотка; 7 – седло верхнее; 8 – клапан; 9 – пружина; 10 – седло нижнее; 11 – клапан нижний; 12 – сильфон; 13 – регулировочная гайка; 14 – шкала настройки; 15 – шайба уплотнительная; 16 – шток; 17 – рычаг; 18 – корпус блока; 19 – диафрагма клапана; 20 – мембрана; 21 – накидная гайка провода датчика тяги; 22 – штуцер электромагнита

В случае чрезмерно высокого разрежения в дымоходе дверка отклоняется внутрь тягопрерывателя, увеличивая тем самым подсос воздуха, не проходящего через топку в дымоход.

При обратной тяге поступающий сверху воздух отклоняет дверку наружу и воздух из дымохода выходит через зазор между дверкой и корпусом тягопрерывателя в помещение, не попадая в топку. Для успешной работы дверка должна легко (от слабого дуновения на нее) вращаться на оси.

Электромагнит совместно с системой клапанов, находящихся внутри корпуса блока автоматики, предназначен для обеспечения подачи газа к запальнику, горелке и автоматического прекращения подачи газа к запальнику и горелке при погасании пламени запальника или срабатывании датчика тяги.

Газ по газопроводу поступает в полость корпуса блока автоматики, расположенную над седлом 7. При нажатии до отказа на пусковую кнопку 1 якорь 3 прижимается к сердечнику, а клапан 8 — к седлу 7, перекрывая доступ газа на горелку, и газ поступает только к запальнику. При зажженном запальнике пламя его нагревает конец термопары и ток (термо-ЭДС термопары, спай которой помещен в пламени запальника) по проводам подается на обмотку сердечника и намагничивает его.

При отпускании пусковой кнопки 1 сердечник удерживает якорь 3, который через шток 2 удерживает клапан 8 в промежуточном положении, открывая доступ газа к запальнику и горелке. При погасании запальника (в случае прекращения подачи газа, падения давления газа ниже допустимого или задувания пламени) спай термопары остывает, термо-ЭДС исчезает, якорь 3 под действием пружины, находящейся под клапаном 8, отходит от сердечника и клапан 8 прижимается к седлу 7, закрывая доступ газа к запальнику и горелке.

Автоматика регулирования температуры воды состоит из узла «сильфон — термобаллон», установленного внутри бака аппарата, системы рычагов, расположенных в блоке автоматики (рис. 89),

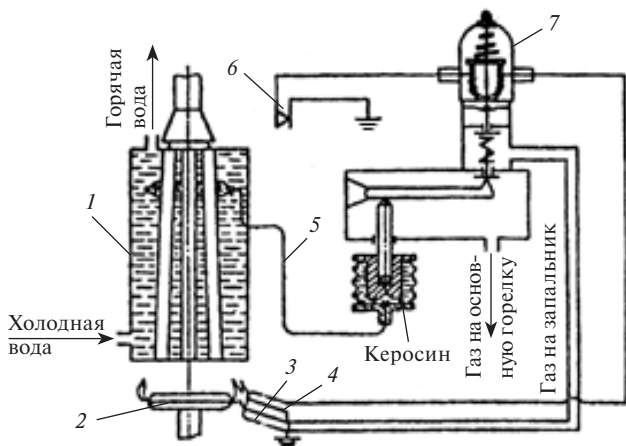


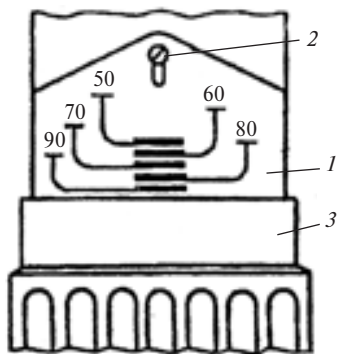
Рис. 89. Схема подключения блока автоматики:

1 — резервуар; 2 — основная горелка; 3 — запальник; 4 — термопара; 5 — узел «сильфон-термобаллон»; 6 — датчик тяги; 7 — электромагнит

и клапана 11 (см. рис. 88). При нагреве воды в баке выше заданной температуры керосин, заключенный внутри системы «сильфон—капиллярная трубка—термобаллон», начинает расширяться (ни термобаллон, ни капиллярная трубка расширению не поддаются). Увеличить объем системы может только сильфон за счет растягивания «гармошки». Вместе с ней поднимается вверх и шток 16, который своим верхним концом нажимает на рычаг 17 до положения «малый огонь».

При остывании воды в баке керосин уменьшается в объеме, «гармошка» сильфона сжимается, шток 16 опускается, рычаг 17 возвращается на свое место, клапан 11 опускается вниз и увеличивает подачу газа к горелке.

На корпусе блока закреплены шкала настройки и гайка регулировочная 13, вращая которую, можно настраивать автоматику на температуру от 50 до 90 °С. Изменение температуры достигается за счет перемещения сильфона вместе со штоком 16 вверх (вниз) при вращении гайки 13. При настройке, вращая гайку регулировочную, совместите верхний край гайки с риской шкалы в ее средней части. Например, для получения температуры воды 70 °С верхний край гайки должен быть совмещен с риской, которая указана стрелкой (рис. 90).



После нагрева воды до температуры, соответствующей настройке, подача газа к горелке автоматически уменьшается, и она переходит на режим «малый огонь».

Рис. 90. Схема настройки автоматики регулирования температуры воды:

1 — шкала настройки; 2 — винт; 3 — гайка регулировочная

Автоматика по тяге состоит из датчика тяги 2 (см. рис. 87), укрепленного на крышке бака, и привода 3, соединяющего датчик тяги с электромагнитом.

При нормальном разрежении в дымоходе продукты сгорания проходят в дымоход, минуя датчик тяги, контакты датчика тяги замкнуты.

При отсутствии тяги в дымоходе продукты сгорания частично попадают на биметаллическую пластину датчика тяги и нагревают ее. Нагреваясь, пластина изгибается, и контакты размыкаются, разрывая тем самым электрическую цепь термопара – обмотка электромагнита – датчик тяги. Сердечник размагничивается и якорь 3 (см. рис. 88) под действием пружины, находящейся под клапаном 8, отходит от сердечника и клапан 8 прижимается к седлу 7, закрывая доступ газа к запальнику и горелке.

Если при горящем запальнике сердечник не удерживает якорь в нижнем положении, необходимо отсоединить провод от электромагнита и накрутить на штуцер электромагнита контрольную гайку.

Если после этого якорь удерживается сердечником в нижнем положении – дефект в контактах датчика. Для устранения дефекта необходимо зачистить контакт в экранированном проводе и датчике тяги.

Возможные неисправности аппарата АОГВ-23,2-1 и методы их устранения указаны в табл. 17.

Таблица 17

**Возможные неисправности аппарата АОГВ-23,2-1
и методы их устранения**

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
Нажатием на пусковую кнопку не удается разжечь запальник, пламя на запальнике гаснет, отрывается	Закрит клапан перед аппаратом. Инжекторные отверстия запальника засорены. Давление газа ниже 635 Па (65 мм вод. ст.). Наличие в помещении сильных сквозняков, приводящих к отрыву пламени на запальнике	Откройте кран. Прочистите инжекторные отверстия. Сообщите в управление газового хозяйства. Устраните или уменьшите сквозняк	

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
<p>При отпуске кнопки пусковой кнопки (после удержания ее не менее минуты при горящем запальнике) пламя запальника гаснет (якорь электромагнита не удерживается сердечником)</p>	<p>Окисление припоя на контактах в местах соединения электромагнита с термопарой, проводом датчика тяги</p>	<p>Отверните накладные гайки термопары и провода датчика тяги, подсоединенные к штуцерам электромагнита, зачистите мелкой наждачной бумагой контакты до блеска (снять окисную пленку). Наверните накладные гайки термопары и провода датчика тяги на штуцера электромагнита</p>	<p>Во избежание разрушения пайки контактов термопары, электромагнита и провода не затягивайте сильно накладные гайки при навертывании их на штуцера электромагнита</p>
	<p>Окисление контактов в датчике тяги. Загрязнение поверхности якоря и полюсов сердечника электромагнита</p>	<p>Отожмите отверткой биметаллическую пластину датчика тяги и зачистите контакты. Отверните накладные гайки термопары и провода датчика тяги. Отверните четыре винта, снимите колпак, пусковую кнопку и якорь: протрите замшей или мягким сукном плоскости якоря и сердечника электромагнита без повреждения полированной поверхности. Соберите узел и установите его на место</p>	

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
	Термопара не вырабатывает ЭДС, сгорел конец термопары (величина ЭДС термопары должна быть не менее 20 мВ)	Замените термопару	Категорически запрещается подвязывать или заклинивать пусковую кнопку электромагнита в нижнем положении
	Пламя запальника не касается конца термопары. Велико расстояние между термопарой и запальником	Поверните запальник, чтобы пламя своим наружным конусом касалось конца термопары. Подогните конец термопары ближе к запальнику	
Пламя запальника коптит или не горит совсем	Засорены отверстия в форсунке или в насадке запальника	Проволочкой $\varnothing 0,3$ мм прочистите отверстия на запальнике и в форсунке	
Пламя горелки и запальника гаснет	Полный или частичный завал дымохода	Очистите дымоход	
Автоматическое отключение подачи газа при работе газового аппарата	Наличие в помещении сильных сквозняков, приводящих к срыву пламени на запальнике	Устраните или уменьшите сквозняк	
Срабатывает датчик тяги	Давление газа в сети упало ниже 635 Па (65 мм вод. ст.)	Сообщите в управление газового хозяйства	

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
На конце терморпары наличие сажи	Неполное сгорание газовой смеси, недостаточное количество первичного воздуха	Очистите терморпару от сажи, проверьте и прочистите отверстие на насадке и форсунке запальника	
Проскок пламени на форсунку горелки или пульсация пламени	Давление газа в сети упало ниже 635 Па (65 мм вод. ст.)	Сообщите в управление газового хозяйства	
При работе аппарата вода не достигает нужной температуры или нагрев воды более чем на 5–10 °С выше температуры, установленной гайкой регулировочной	Нарушена настройка терморегулятора. Неправильно смонтирована система отопления или площадь отопления больше, чем указано в руководстве по эксплуатации	Отрегулируйте настройку терморегулятора	
	Вытек керосин из системы «сильфон–термобаллон» вследствие нарушения герметичности в местах пайки или «гармошке» сильфона	Замените узел «сильфон–термобаллон» на исправный	
Туго вращается пробка газового крана	Нет смазки на поверхности пробки	Разберите кран. Промойте и протрите пробку и внутреннюю часть корпуса; нанесите на поверхность пробки тонкий слой смазки НК-50 или консталин жировой любой	

Неисправность, внешние проявления и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
Пламя горелки коптящее, появление шума или отрыва пламени от горелки	Не отрегулирована подача воздуха в смеситель горелки	Отрегулируйте подачу первичного воздуха в смеситель горелки	
Время срабатывания автоматики тяги меньше 10 с при отсутствии тяги в дымоходе	Не отрегулирован датчик тяги	Отрегулируйте датчик тяги, для чего, отворачивая на 1–2 оборота гайку М12 крепления штуцера датчика тяги, переместите штуцер в сторону биметаллической пластины на 0,7–1 мм, закрепите штуцер в новом положении гайками М12. Проверьте время срабатывания. Если не достигнуто требуемое время срабатывания (не менее 10, но не более 60 с), повторите операцию несколько раз, пока время срабатывания не будет в требуемых пределах	Время срабатывания зависит от величины усилия прижатия биметаллической пластины к штуцеру датчика тяги. При увеличении величины усилия прижатия время срабатывания возрастает
Время срабатывания автоматики тяги более 60 с при отсутствии тяги в дымоходе	Не отрегулирован датчик тяги	Отрегулируйте датчик тяги, для чего, отворачивая на 1–2 оборота гайку М12 крепления штуцера датчика тяги, переместите штуцер в сторону, противоположную биметаллической пластине,	При уменьшении величины усилия прижатия время срабатывания снижается

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
		на 0,7–1 мм, закрепите штуцер в новом положении гайками М12. Проверьте время срабатывания. При необходимости повторите эту операцию несколько раз, пока время срабатывания не будет в требуемых пределах	При уменьшении величины усилия прижатия время срабатывания снижается
Наличие утечки газа между клапаном δ (см. рис. 88) и седлом при отключенном электромагните	Сработалась диафрагма клапана или загрязнена. Сломалась пружина под клапаном δ	Отверните накидные гайки термопары и провода датчика тяги. Отверните четыре винта крепления электромагнита. Снимите электромагнит, выньте мембрану, седла и клапаны из корпуса блока автомата. Промойте уплотнительные кольца, диафрагмы клапанов от пыли, грязи, протрите их и смажьте касторовым маслом. При наличии повреждений на лицевой стороне диафрагмы замените ее, для чего снимите металлическое кольцо с обода клапана, снимите диафрагму и поставьте на ее место новую	

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
		<p>Диафрагму и кольцо с внутренней стороны смажьте клеем 88Н или БФ-2. Оденьте кольцо на клапан, обеспечив натянутую гладкую поверхность диафрагмы. Смажьте лицевую поверхность диафрагмы клапана и уплотнительные кольца касторовым маслом. Соберите и установите на место в корпус блока клапан и детали, установите мембрану, электромагнит. Заверните винты крепления электромагнита; проверьте место крепления электромагнита на герметичность</p>	
Заедание штока в шайбе уплотнительной	Отсутствие смазки. Недостаточное давление газа в сети	Отверните гайку регулировочную с корпуса блока автоматики и вытащите из корпуса «гармошку» сильфона. Смажьте толкатель и шайбу уплотнительную касторовым маслом. Сообщите в управление газового хозяйства	Применение других марок масел категорически запрещается

Неисправность, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения	Примечание
Не вращается или туго вращается дверка тягопрерывателя	Задевание дверки за тягопрерыватель. Наличие краски, грязи на оси дверки, погнута ось	Снимите дверку с тягопрерывателя и подпилите ее. Установите дверку в тягопрерыватель. Удалите краску, грязь с оси дверки и гнезда под установку оси в корпусе тягопрерывателя. Отрихтуйте ось дверки. Установите дверку в тягопрерыватель	

Местные нетеплоемкие отопительные приборы. Эти приборы применяют для отопления служебных помещений и жилых домов в районах с умеренным климатом. К ним относят воздухонагреватели типа «Огонек», камины «Амра», а также горелки инфракрасного излучения.

Рассмотрим устройство и принцип работы этих приборов. Камин «Амра» служит для местного обогрева помещений, работает по принципу радиационной и конвективной теплопередачи. Горелочным устройством служит горелка инфракрасного излучения. Отходящие газы проходят через теплообменник и поступают через патрубок в дымоход.

Воздухонагреватель «Огонек» представляет собой чугунный теплообменник, в котором теплота, полученная от сгорания газа, передается в окружающее пространство без промежуточного теплоносителя (рис. 91). Воздухонагреватель устанавливают у наружных стен отапливаемого помещения. Отвод продуктов сгорания в дымоход не требуется. В стене за воздухонагревателем устраивают специальное отверстие, через которое топочный тракт сообщается с наружным воздухом. В случае погасания пламени горелки автоматика безопасности прекращает подачу газа.

Горелки инфракрасного излучения применяют в основном для отопления производственных и коммунально-бытовых помещений, а также для тепловой обработки различных материалов.

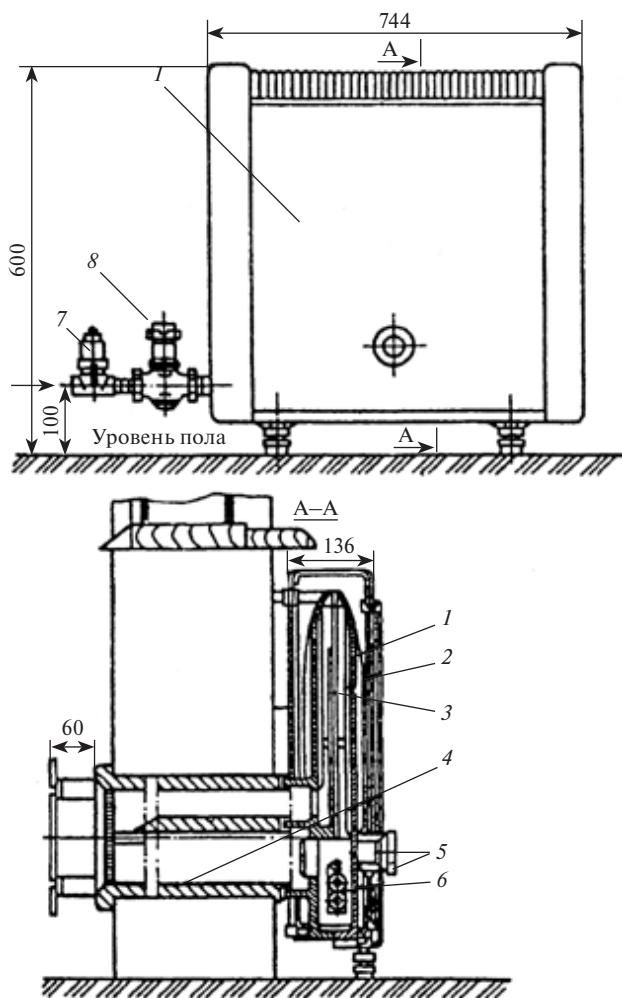


Рис. 91. Устройство воздухонагревателя «Огонек»:

1 – передняя панель; 2 – чугунный ребристый нагреватель; 3 – стальной лист; 4 – бетонный короб; 5 – герметизированный глазок; 6 – трубчатая инъекционная горелка; 7 – приборы автоматики; 8 – электромагнитный клапан

Наибольшее распространение получили инфракрасные горелки, в которых газозвдушная смесь пропускается через пористые пластинки из керамического материала или через металлические сетки и затем сжигается на поверхности.

Сущность лучистого способа обогрева заключается в том, что излучение в области инфракрасного спектра, попадая на обогреваемые предметы, поглощается ими и, преобразуясь в тепловую энергию, нагревает их. Следует отметить, что инфракрасные лучи мало подвержены рассеиванию и обладают большой проникаемостью. Поэтому окружающий обогреваемые предметы воздух почти не нагревается.

Автоматические устройства газовой аппаратуры и приборов

В настоящее время количество информации, которое необходимо переработать отдельным работникам в единицу времени, оказывается столь значительным, что они не успевают следить за агрегатами и процессами. Кроме того, во многих случаях сам характер процессов, например контроль параметров безопасной эксплуатации объектов газоснабжения, требует автоматизации. Это противоречие разрешается путем передачи от человека технике (автоматике) не только простых, но и сложных функций регулирования.

Появляется возможность не только автоматически управлять отдельными машинами и агрегатами, что характерно для частичной автоматизации, но и осуществлять комплексную автоматизацию и далее переходить к полной автоматизации. При комплексной автоматизации создают взаимосвязанную систему операций с объединением в единый комплекс процессов и агрегатов в котельных, цехах, заводах. При полной автоматизации обеспечивается не только автоматизация всех основных и вспомогательных участков, но и автоматизация процессов получения, передачи, хранения и обработки информации с помощью автоматизированных систем управления (АСУ) с применением средств вычислительной техники.

Различают следующие основные виды автоматизации: измерения и контроль; сигнализацию; защиту; управление; регулирование.

Автоматические измерения и контроль позволяют с помощью КИП периодически или непрерывно контролировать показатели технологического процесса (давление газа, наличие пламени, разрежения, полноту сгорания газа и т. д.), передавать эти данные на пульт диспетчера и при необходимости регистрировать измеряемые параметры.

Для газовых приборов и агрегатов, работа которых характеризуется непрерывностью и требованиями безопасности, авто-

матический контроль – важный фактор бесперебойной и высококачественной работы.

Автоматическая сигнализация служит для передачи командных, информационных и контрольных сигналов диспетчеру или оператору.

Автоматическая защита предназначена для предотвращения повреждений оборудования при аварийных ситуациях. Автоматическая защита либо прекращает контролируемый процесс при возникновении ненормальных режимов, либо обеспечивает другие меры устранения опасности.

Автоматическое управление служит для автоматического пуска и останова различных приборов и двигателей, отдельных узлов оборудования и агрегатов.

Автоматическое регулирование служит для автоматического поддержания в течение определенного промежутка времени с требуемой точностью заданных режимов технологического процесса.

Применительно к газовым приборам и агрегатам автоматические устройства можно разделить на следующие группы:

1. Устройства регулирования для поддержания режимов работы газовых приборов: регуляторы расхода воды и газа, давления газа, регуляторы температуры.

2. Контролирующие устройства, обеспечивающие автоматическое ограничение работы приборов в безопасных пределах: устройства по горению, потоку воды, тяге, температуре воды, предохранители от повышения предельных температур и давлений.

3. Устройства комфортности, способствующие удобству эксплуатации приборов: автоматический розжиг горелок, программное устройство, следящее за заданным режимом работы приборов, термоуказатели, освещение духовых шкафов и др.

Рассмотрим устройство и принцип работы наиболее распространенных автоматических устройств для газовых приборов и агрегатов.

Блок питания газовый (БПГ). Это запорное устройство, позволяющее производить не только подачу и отсечку газа, но и ступенчатое регулирование расхода, а также включение или отключение газового запальника (рис. 92). Блок монтируют на горизонтальных участках трубопровода электромагнитами вверх. Применяют его при рабочем давлении газа 0,8–5,0 кПа, температуре до 50 °С и напряжении переменного тока 220 В. Привод клапана осуществляется специальными электромагнитами. В корпусе 14 блока имеются два отверстия с седлами, перекрываемыми клапанами большого 16 и малого 13 горения, которые могут перемещаться в основной полости крышки 7.

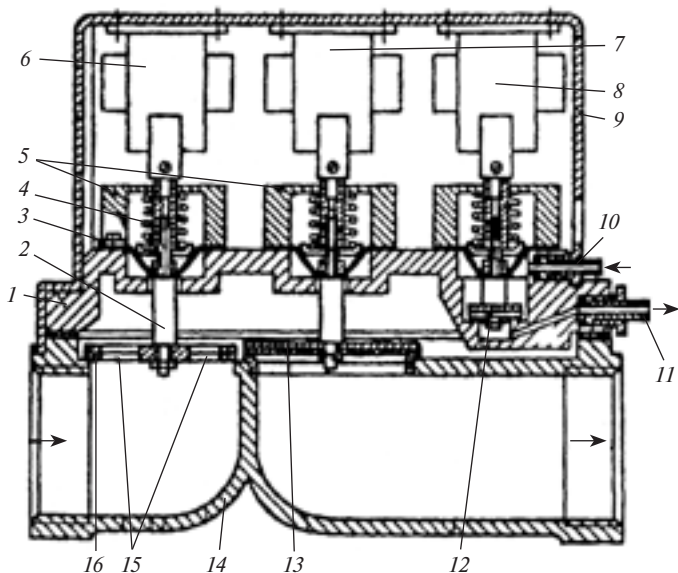


Рис. 92. Блок питания газовый (БПГ):

1 – крышка; 2, 5 – штоки; 3 – мембрана; 4 – пружина; 6, 7, 8 – электромагниты; 9 – коробка; 10, 11 – штуцеры; 12 – клапан запальника; 13 – клапан малого горения; 14 – корпус блока; 15 – отверстия в клапане большого горения; 16 – клапан большого горения

В правой части крышки имеется дополнительная полость, в которой расположен клапан 12 запальника. Все три клапана с помощью штоков 2 и 5 соединены с сердечниками электромагнитов 6, 7, 8 и с помощью пружин прижимаются к седлам.

Для предотвращения проникновения газа из основной и дополнительной полостей крышки в коробку 9, где находятся электромагниты, служит мембрана 3.

В исходном положении, когда электромагниты обесточены, все три клапана находятся в закрытом состоянии, вследствие чего газ не подается к основной горелке и запальнику. В этом случае газ выходного давления, поступающий через отверстие 15 в клапане большого горения из корпуса в основную полость крышки, дополнительно поджимает клапан малого горения 13 к седлу, обеспечивая его герметичность. Через штуцер 11 диаметром 6 мм газ подается к клапану запальника. При подаче газа на электромагнит 8 в него втягивается сердечник, вследствие чего поднимается клапан 12 и газ направляется к запальному устройству через штуцер 11. Подача газа к основной горелке для работы ее на малом режиме

происходит при подаче тока на электромагнит *8* и подъеме клапана *13*. В этом случае расход газа определяется диаметрами отверстий *15* в клапане *16*.

При переводе основной горелки на номинальный режим на электромагнит *6* подается ток и открывается клапан большого горения *16*, диаметр условного прохода которого 40 мм для блока питания БПГ-1 и 65 мм для БПГ-11. Регулируют ход каждого клапана путем вращения соединительного узла после отсоединения от тяги электромагнита.

Регуляторы температуры. Автоматическое регулирование температуры в бытовых газовых приборах осуществляется с помощью дилатометрических, термометрических, манометрических и термобиметаллических датчиков. Для духовых шкафов газовых плит, водяных отопительных приборов и автоматических водонагревателей используют дилатометрические и термометрические датчики, а также регулирующие устройства, не требующие для работы дополнительного источника энергии. Некоторые из этих регулирующих устройств рассмотрены в предыдущих главах.

В водонагревателе АГВ-120 используют манометрический регулятор температуры, сочетаемый в одном узле с электромагнитным клапаном МК-15 (см. рис. 83, б). В этом устройстве датчик – жидкостный термобаллон *6*, который при нагревании находящейся в нем жидкости передает давление через капиллярную трубку *10* и сильфон *12* на толкатель *11* и тем самым воздействует на рычаги *6*. Крючок перекидного рычага перемещает клапан *5* вверх или вниз, открывая или закрывая доступ газа к основной горелке.

В котлах ВНИИСТО применяют дилатометрический терморегулятор, у которого инваровый стержень датчика посредством пружинного механизма размыкает или замыкает клеммы в цепи соленоидного клапана. Соленоидный клапан в зависимости от положения клапана пропускает то или иное количество газа на основную горелку, регулируя теплопроизводительность прибора.

В духовых шкафах газовых плит высшего класса используют терморегулятор ТДД-1 (рис. 93). Принцип его работы заключается в следующем. Датчик терморегулятора – дилатометрическую трубку вводят в зону духового шкафа. Подвижной стержень *2* датчика в латунной трубке *4* зажат снизу донышком *3*, а сверху упирается в конусный клин *5*. Клин находится в зазоре между двумя шариками *9*. Правый шарик упирается в регулирующий стержень *10* ограничителя *11*, а левый шарик прижат к клину пружинной *6* газового клапана *7* посредством стержня *8*. Размеры латунной трубки и стержня выбраны так, что в холодном состоянии клин максимально раздвигает шарики, при этом клапан *7* открыт. По мере нагревания трубка *4* удлиняется, а стержень с клином опускаются.

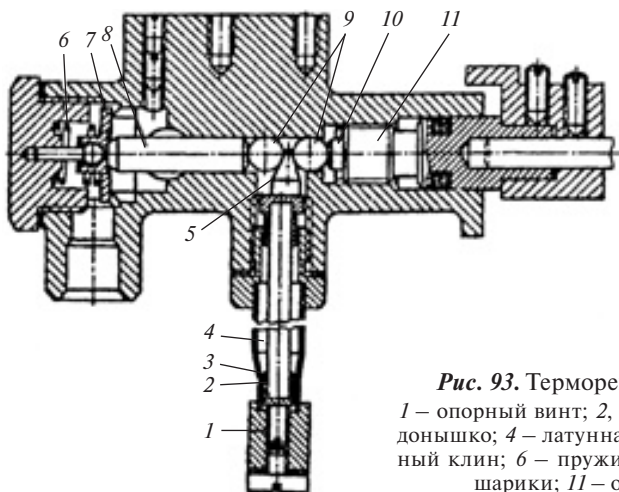


Рис. 93. Терморегулятор ТДД-1:
 1 – опорный винт; 2, 8, 10 – стержни; 3 –
 донышко; 4 – латунная трубка; 5 – конус-
 ный клин; 6 – пружина; 7 – клапан; 9 –
 шарики; 11 – ограничитель

Вследствие этого пружина *б* стремится закрыть клапан, что ограничивает доступ газа к горелке. При охлаждении латунной трубки стержень поднимается, клин раздвигает шарики и максимально открывает газовый клапан. С помощью опорного винта *1* можно регулировать движение стержня. Требуемый температурный режим устанавливают поворотом рукоятки ограничителя *11*, при этом изменяется положение правого шарика и ограничивается ход газового клапана.

Автоматика контроля по горению. Автоматические устройства контроля горения подразделяют на термомеханические, термоэлектрические и пневматические. Некоторые из этих устройств были рассмотрены в предыдущих параграфах. Так, автоматика контроля горения термомеханического типа – показана на рис. 71, *а*, автоматика термоэлектрического типа – на рис. 71, *б*. Она применяется на проточных водонагревателях ВПГ, печных горелках и емкостных водонагревателях. Принцип работы такой автоматики заключается в следующем. В зону горения запальной горелки вводят термопару. Вследствие нагревания термопары возникает ЭДС, которая передается на обмотку электромагнита, связанного с клапаном. Электромагнит удерживает клапан в открытом положении и обеспечивает доступ газа к горелке прибора. При прекращении горения пламени запальника происходит охлаждение термопары, электромагнит перестает удерживать клапан и он под воздействием пружины перекрывает проход газа к горелке. Здесь используется клапан МК-15 (см. рис. 80, *в*).

Для проточных водонагревателей ВПГ-18М, некоторых каминов и печных горелок применяют электромагнитный клапан ЭМК-П-15 (рис. 94, а). Этот клапан отличается от клапана МК-15 более сильным электромагнитом и компоновкой корпуса.

Принцип работы электромагнитного клапана заключается в следующем (см. рис. 94, а). При нажатии на кнопку 1 шток 3 кнопки перемещается вправо, упирается в тарелку верхнего клапана 4 и, преодолевая усилие пружины 5, отжимает его от седла. Вследствие этого газ направляется к газовой части блока. Если ручка газовой части блока находится в положении, обеспечивающем подачу газа на запальную горелку, то горелка разжигается и пламя ее обогревает спай терморпары.

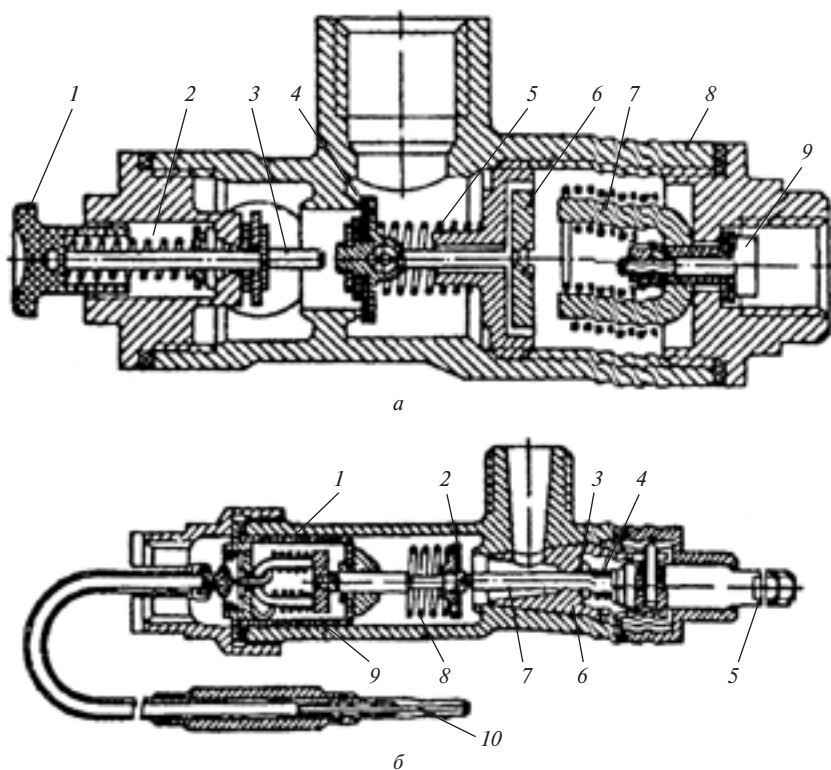


Рис. 94. Электромагнитные клапаны:

а – ЭМК-П-15: 1 – кнопка; 2, 5 – пружины; 3 – шток; 4 – клапан; 6 – якорь; 7 – сердечник; 8 – корпус; 9 – винт; б – кран-клапан для газовых плит: 1 – корпус; 2 – клапан; 3 – сальник; 4, 8 – пружины; 5 – стержень; 6 – пробка крана; 7 – шток; 9 – якорь электромагнита; 10 – терморпара

Возникшая ЭДС поступает в обмотку катушки через винт 9. Вследствие этого электромагнит получает возможность удерживать в прижатом к сердечнику 7 положении якорь 6.

В газовых плитах высшего класса для контроля горения на горелках используют комбинированный кран-клапан (рис. 94, б), устанавливаемый для каждой горелки отдельно. В корпусе 1 смонтированы унифицированный пробковый кран и электромагнит МК-15. Каждый клапан имеет отдельную хромель-копелевую термопару, обеспечивающую при нагреве напряжение до 25 мВ. По оси пробки 6 крана имеется шток 7, упирающийся в стержень 5 и уплотненный сальником 3. При нажатии и повороте ручки крана толкатель отодвигает клапан 2, при этом открывается доступ газа к горелке и прижимается якорь магнита к сердечнику. После зажигания горелки слой термопары 10 возбуждает на электромагните ЭДС. Вследствие этого электромагнит удерживает клапан в открытом состоянии. При закрытии крана клапан, не удерживаемый электромагнитом, перекрывает проход газа к горелке.

Для духовых шкафов с двумя горелками применяют трехходовой кран со вдвоенной термопарой, горелки в этом случае работают раздельно.

Автоматика по тяге. Принцип работы устройств, обеспечивающих отключение подачи газа на горелку при отсутствии тяги, заключается в следующем. При отсутствии или нарушении тяги продукты сгорания газа начинают поступать в помещение и нагревают смонтированный на их пути биметаллический датчик (рис. 95). Вследствие этого биметаллическая пластина 1 изменяет свое положение и обеспечивает отвод газа от запальника, в результате чего термопара охлаждается либо размыкается цепь термопара—электромагнит. В обоих случаях электромагнитный клапан 3 перекрывает проход газа к основной горелке или к основной и запальной (ВПГ-18М). В качестве исполнительного органа используют электромагнитный клапан, совмещающий функции контроля наличия пламени и контроля наличия тяги (см. рис. 94, а).

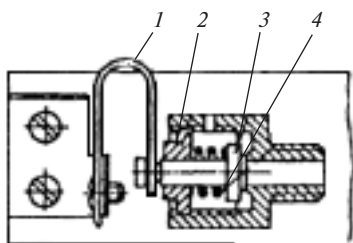


Рис. 95. Датчик тяги для водонагревателя ВПГ-18:
1 — биметаллическая пластина; 2 — регулировочная шайба; 3 — клапан; 4 — пружина

На рис. 96 показаны схемы автоматике контроля тяги с отводом газа от запальной горелки и с разъединением цепи электромагнита. Как показывает опыт, при использовании схемы разъе-

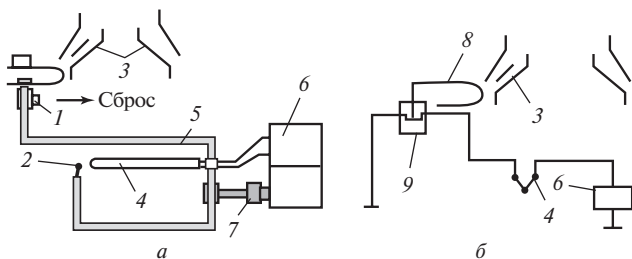


Рис. 96. Схема автоматики по тяге:

а — с отводом газа от запальника; *б* — с размыканием цепи электромагнита; 1 — датчик тяги; 2 — запальник; 3 — газоотвод; 4 — термопара; 5 — импульсная трубка; 6 — электромагнитный клапан; 7 — дроссель; 8 — биметаллическая пластина; 9 — микровыключатель

динения цепи электромагнитного клапана возникает необходимость установки микровыключателя 9 в зоне отвода продуктов сгорания.

Автоматическое зажигание газа. В бытовых газовых приборах наряду с зажиганием газа от источников огня и спиралей накаливания получают распространение пьезоэлектрический и электроскоровой способы зажигания.

Рассмотрим принцип действия пьезоэлектрического зажигания (рис. 97). Этот принцип действия основан на использовании эффекта генерирования высоковольтных импульсов малой длительности, т. е. пьезоэффекта. В корпусе 8 размещено два пьезоэлемента 1 с высоковольтным проводом 2. Боек 6 с пружиной 7 взводится при повороте ручки крана с помощью штока 9. При каждом повороте крана боек ударяет по торцу пьезоэлемента и вызывает импульсы тока. Эти импульсы достаточны для получения искры в разряднике, установленном у зоны факелов горелки. Систему пьезоэлектрического зажигания используют для настольных и напольных плит, а также для проточных водонагревателей.

Разрядник помещают в общей коробке вместе с термопарой и запальником. Коробку пьезоэлемента закрепляют на фланце тройника горелки. Зажигание производится нажатием специальной кнопки.

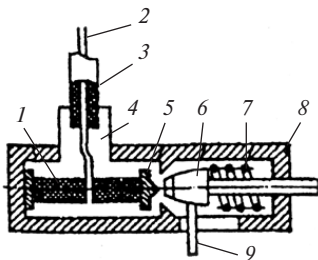


Рис. 97. Схема устройства пьезоэлектрического зажигания:

1 — пьезоэлемент; 2 — высоковольтный провод; 3 — изолятор; 4 — трубка; 5 — головка; 6 — боек; 7 — пружина; 8 — корпус; 9 — шток взвода

Организация газоснабжения городов

Структура организации газового хозяйства может быть различной. Так, в краях и областях, населенные пункты которых почти полностью газифицированы, обычно организуют межрайонные тресты, эксплуатирующие газовое хозяйство в этих населенных пунктах. Такой трест обычно находится в наиболее крупном городе, он имеет несколько производственных участков, в которых создают подразделения, эксплуатирующие уличную и домовую сеть с газовыми приборами и станции сжиженного газа.

При большом числе потребителей этого газа организуют специальный участок сжиженного газа. В составе каждого треста имеется участок, осуществляющий защиту газопроводов от коррозии, присоединение новых потребителей и наладку оборудования. В крупных городах тресты имеют много различных производственных подразделений: участки по эксплуатации и ремонту газового хозяйства, контору газгольдерных станций, контору сжиженного газа; участки врезок и присоединений, аварийно-восстановительных работ, защиты газопровода от коррозии, газопроводов высокого и среднего давления, а также службу «Промгаз», обслуживающую промышленные и коммунальные предприятия.

Основным показателем деятельности организаций газового хозяйства является безаварийная его работа и обеспечение газом всех потребителей. Состояние газопроводов и газовых приборов необходимо периодически проверять, с тем чтобы своевременно выявлять и устранять замеченные неисправности. В настоящее время широко распространена для этой цели организация ревизий внутридомового газового оборудования, выполняемых специальными бригадами (3–4 слесаря). Они наряду с профилактическим обслуживанием выполняют следующие ревизии газового оборудования:

газовых плит и квартирных газопроводов — по вызовам квартиросъемщиков; быстродействующих и емкостных водонагревателей, отопительных и отопительно-варочных котлов — один раз в шесть месяцев; оборудования с автоматическими устройствами в общественных зданиях и общежитиях — один раз в месяц; то же, но без автоматических устройств — один раз в три месяца. При проведении такой ревизии с одновременным выполнением ремонтных работ и заменой неисправных узлов и деталей (пневматическое испытание, регулировка работы прибора, смазка кранов и др.) надежность работы газового хозяйства увеличивается, а также возрастает производительность труда рабочих.

УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОМОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Устройство домовых газопроводов

Давление газа перед бытовыми газовыми приборами, устанавливаемыми в помещениях и использующими газ с $Q_n^c = 33\,600 - 42\,000$ кДж/м³, принимают равным 2000 Па (200 мм вод. ст.) (при газоснабжении районов новой застройки) или 1300 Па (130 мм вод. ст.) (при установке приборов в ранее газифицированных населенных пунктах). Если используемый газ имеет $Q_n^c = 14\,700 - 18\,900$ кДж/м³ (3500–4500 ккал/м³), то давление его перед бытовыми приборами во всех случаях принимают равным 1270 Па.

Система газоснабжения жилых зданий состоит из ввода, подвальных газопроводов, стояков, квартирных разводов и газовых приборов. Вводы устраивают в лестничных клетках и кухнях. При переходе через наружные стены здания его заключают в футляр — трубу большего диаметра.

Газовые стояки прокладывают, как правило, на кухнях скрыто. В особых случаях допускается прокладка стояков открыто — в бороздах стен, закрывающихся легко снимаемыми щитами. Если стояк обслуживает два этажа и более, то у его основания устанавливают кран для отключения приборов — плит и водонагревателей. На подводках к этим приборам устанавливают кран.

В местах пересечения трубами междуэтажных перекрытий и лестничных площадок их прокладывают в футляре из стальной трубы так, чтобы нижний его конец совпадал с нижней плоскостью перекрытия, а верхний был на 5 см выше пола или лестничной площадки (во избежание попадания воды внутрь футляра); кольцевое пространство между трубой и футляром заполняют просмоленной пряжей и битумом. Если газопровод пересекает электрические провода, то на последние в этом месте устанавливают резиновые трубки, выступающие на 10 см по обе стороны газопровода. Расстояние от проводов до газопровода, проходящего вдоль

их, должно быть не менее 10 см (при наличии на них резиновых трубок или при скрытой прокладке — 5 см).

Стояк и подводки к приборам монтируют на сварке; резьбовые соединения допускаются лишь в местах установки арматуры и присоединения приборов. Прокладка газопроводов через вентиляционные каналы, шахты и дымоходы не допускается.

Устройство газоходов для отвода продуктов сгорания от газовых приборов. Газоходы, через которые удаляют продукты сгорания от газовых приборов — водонагревателей, печей и др., устанавливают в кладке внутренних стен здания (потайные) или выполняют приставными из керамических или асбоцементных, гончарных труб или специальных жаростойких блоков. Газоходы можно размещать в наружной стене только при условии утепления их с наружной стороны стены так, чтобы избежать конденсации водяных паров, содержащихся в продуктах сгорания газа, при охлаждении последних в газоходе ниже 60–65 °С.

В строящихся зданиях устраивают обособленный газоход от каждого газового прибора. В газифицируемых существующих зданиях допускается присоединение к одному газоходу двух водонагревателей или отопительных печей, расположенных на одном или на разных этажах. В этом случае ввод продуктов сгорания в один газоход осуществляют на разных уровнях, не ближе 50 см один от другого или на одном уровне, но с устройством расщепки в газоходе высотой 50 см.

Для обеспечения хорошей тяги газоходы следует делать гладкими изнутри, прямыми и вертикальными. Допустимы уводы газоходов под углом от вертикали до 30°, при этом смещение газохода в сторону должно быть не более 1 м. Для того чтобы тяга не ухудшалась из-за действия ветра, оголовки газоходов следует выводить на 0,5 м выше конька здания (рис. 98). Если газоход отстоит от конька на 1,5–3 м, то оголовок выводят в уровень с коньком. При отдалении газохода от конька на расстояние больше 3 м оголовок выводят на высоту, пересекающуюся с прямой, проведенной от конька вниз под углом 10° к горизонту. Во всех этих случаях высота трубы над прилегающей частью крыши должна быть не менее 0,5 м.

С газоходом газовые приборы соединяются с помощью труб 2 (рис. 99) из кровельной стали диаметром не менее чем у патрубка прибора. Длина вертикального участка этой трубы (от низа патрубка прибора, из которого выходят продукты сгорания, до оси горизонтального участка трубы) должна быть не менее 0,5 м. Если помещение имеет высоту до 2,7 м, то допустимо уменьшить длину вертикального участка до 0,25 м для приборов с тягопрерывателями и 0,15 м — для прочих приборов.

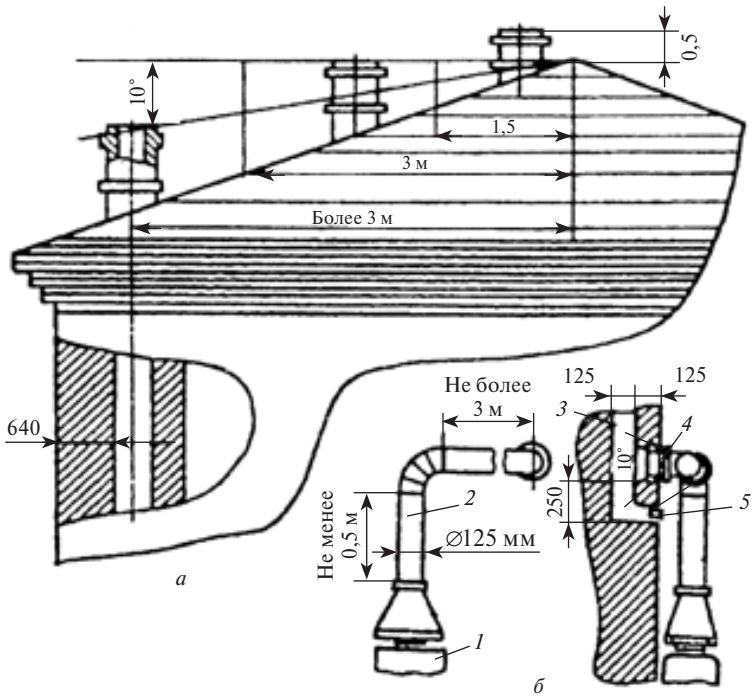


Рис. 98. Устройство газоходов:

a – расположение оголовков на крыше; *б* – присоединение водонагревателя к газоходу; 1 – тягопрерыватель водонагревателя; 2 – соединительная труба; 3 – газоход; 4 – гофра или валик; 5 – карман

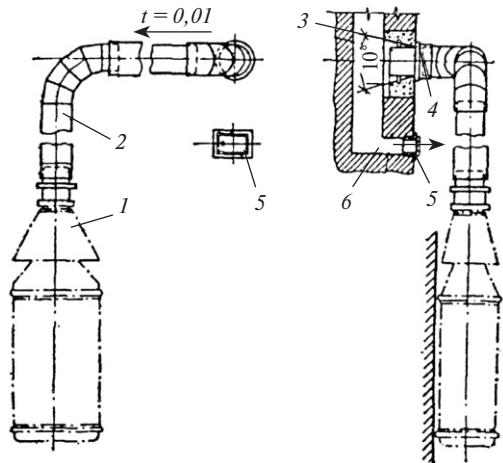


Рис. 99. Присоединение водонагревателя к газоходу

Горизонтальные участки следует прокладывать с уклоном в сторону прибора не менее 0,01 и устанавливать такое крепление, чтобы они не прогибались. Отдельные трубы вдвигают одна в другую по ходу газов, после тягопрерывателя 1, не менее чем на 0,5 диаметра трубы. На конце трубы 2, которым она присоединяется к газоходу, устанавливают конусный патрубок 3, входящий внутрь канала на 100 мм. Для того чтобы этот патрубок не прошел более глубоко и не сузил этим сечение канала, на него надевают ограничивающую шайбу 4 или гофрируют трубу на расстоянии 100 мм от конца. Трубу 2 присоединяют к газоходу на 250–300 мм выше его дна. В образовавшемся при этом кармане 6 делают прочистной лючок 5, через который удаляют сажу и грязь, упавшие на дно газохода при его очистке. В крупнопанельных и крупноблочных домах устройство лючков не требуется.

После возведения газоходов их проверяют на наличие нормальной тяги в газоходах; плотность и обособленность газохода (продукты сгорания не должны проникать из него в помещение или вентиляционные каналы); наличие и исправность разделок, защищающих сгораемые конструкции, с которыми граничит газоход; правильность расположения газохода относительно крыши и близрасположенных сооружений и деревьев (оголовок газохода должен находиться относительно этих сооружений и деревьев на такой же высоте, как и относительно крыши).

Результаты обследования возводимых газоходов оформляют соответствующим актом.

Эксплуатация домовых газопроводов и приборов

Причинами несчастных случаев при пользовании газовыми плитами являются:

неполное сгорание газа – 29,7 % всех случаев (в том числе при отсутствии колец с высокими ребрами при пользовании посудой с широким дном – 16 % и неотрегулированность горелок – 4,7 %);

заливание горелок кипящей жидкостью – 5 %;

ошибочное открывание крана духового шкафа – 30,3 %;

ошибочное открывание кранов конфорочных горелок – 23 %;

утечка газа у счетчика – 12,5 %;

утечка газа из газопровода и арматуры – 8,5 %.

Большая часть несчастных случаев происходит из-за неосведомленности жильцов о правилах эксплуатации газовых плит. При установке посуды с широким дном непосредственно на горел-

ки доступ вторичного воздуха затруднен. Из-за этого начинается неполное сгорание газа и повышается количество оксида углерода в воздухе. Увеличение расстояния от горелки до дна посуды до 28–30 мм путем установки специальных конфорочных колец поможет избежать этого.

Нарушение нормальной работы горелок выявляют по следующим признакам:

1) пламя имеет желтовато-красный цвет, горелка коптит — сгорание газа неполное; следует увеличить приток первичного воздуха;

2) пламя стремится оторваться от горелки, горение происходит с шипением — имеет место избыток первичного воздуха или повышенное давление газа; при этом следует уменьшить приток первичного воздуха и прикрыть кран горелки;

3) пламя проскакивает в форсунку — давление газа недостаточно; следует полностью открыть кран горелки и, если это не улучшит горения, уменьшить поступление первичного воздуха;

4) пламя выходит за края посуды — прикрыть кран так, чтобы пламя лишь слегка касалось дна посуды.

Признаком хорошего горения газа является спокойное и бесшумное пламя, имеющее резко очерченное зеленоватое ядро и фиолетовый колпачок. Горелки нельзя загрязнять пищей и жирами; а все эмалированные части плиты необходимо периодически промывать теплой водой с мылом и содой.

Статистические данные о причинах несчастных случаев при пользовании газовыми водонагревателями показали, что 84 % из них происходит из-за неисправностей газоходов, в том числе из-за завалов их — 48 %, обмерзания оголовков — 4 %, промерзания канала — 14 %, технически неисправного выполнения газоходов — 6 % и опрокидывания тяги — 12 %. Утечка газа в арматуре является причиной 12 % всех несчастных случаев, а плохое соединение вытяжных труб — 4 %.

Отвод продуктов сгорания через газоходы происходит при наличии в них тяги. Снижение температуры отходящих газов в газоходе уменьшает тягу. При снижении температуры продуктов сгорания в зимнее время до 60 °С и менее начинается выпадение из них водяных паров и обмерзание каналов, что дополнительно снижает температуру газа. Поэтому нельзя допускать значительного охлаждения продуктов горения, и при наличии данной неисправности следует утеплять соединительные трубы водонагревателей и газоходы, а также уменьшать количество воздуха, подсосывающегося через тягопрерыватель в газоход.

Опрокидывание тяги может произойти за счет действия ветра, если газоход расположен вблизи более высоких строений. Нарастание газохода до отметки, превышающей отметку кровли этого строения, обычно устраняет эту неисправность. Ухудшение работы возникает также и при изогнутых пластинах радиатора газового водонагревателя, что приводит к увеличению сопротивления при движении продуктов горения, создает неполноту горения и осаждение сажи на пластинках радиаторов.

Газоходы должны быть вертикальными, плотными и без местных сужений сечения. Лучшими материалом для них поэтому являются заделываемые в кладку асбестоцементные или керамические трубы, а также хорошо обожженный красный кирпич первого сорта. Газоходы необходимо прочищать не реже одного раза в три месяца. Для этого, как правило, в газоход опускают гири на всю его длину. Закончив прочистку, проверяют наличие тяги и составляют соответствующий акт. Утечку газа в запорной арматуре устраняют притиркой поверхности ее пробки к внутренней поверхности корпуса.

Неисправности печей, работающих на газе, могут привести к тяжелым последствиям, поэтому сотрудники районной эксплуатационной конторы городского газового хозяйства обязаны не реже 1 раза в месяц производить профилактическое обслуживание газового оборудования печей. Работники жилищной организации обязаны не реже 1 раза в течение отопительного периода производить профилактический осмотр печи и очищать дымоходы не реже 1 раза в два месяца.

Перед началом работы печей их в течение 10 мин вентилируют (открывая дымовую заслонку, смотровое отверстие, поддувальную дверцу и форточку), а затем определяют наличие тяги по степени втягивания узкой полоски папиросной бумаги в открытую смотровую заслонку или поддувало. В начале работы необходимо отрегулировать работу горелок печи. Пламя должно быть синеватого цвета и не отрываться от горелки. При нарушении нормальной работы печи необходимо немедленно ее выключить.

Утечку газа обнаруживают по запаху. При малейшей утечке необходимо тщательно проветрить помещение, а затем определить место утечки. Для этого все места соединения труб, подвижные части арматуры, счетчик, рампу плиты обмывают мыльным раствором. В месте утечки мыльный раствор будет пузыриться. Подносить к таким местам горящие спички категорически воспрещается, так как может произойти взрыв. Неисправность устраняется

путем разборки резьбового соединения и сборки его вновь. Образовавшиеся на трубе свищи заваривают или поврежденный участок трубы вырезают и заменяют новым.

Причиной возникновения утечки в резьбовых соединениях часто является плохое качество пасты, которой пропитывалась прядь, находящаяся в соединении. Утечка начинается после того, как эта паста высохнет. Поэтому необходимо монтировать газопровод на суриковой пасте или белилах, разведенных на натуральной олифе. В проходных кранах утечка газа вызывается неплотностью прилегания пробки к корпусу крана.

В колонки или газовые плиты иногда происходит недостаточное поступление газа. Если давление у ввода газопровода нормальное, то причиной недостаточного поступления газа к приборам является образование местных сопротивлений — водяных пробок, закрывающих проход газу. Водяные пробки образуются в провесах (мешках) газопроводов в результате конденсации водяных паров, находящихся во влажном газе. Ослабление или прекращение поступления газа может быть вызвано и ледяными пробками. Эти пробки образуются зимой при проходе влажного газа через стояки и трубы, находящиеся в неотапливаемых лестничных клетках и холодных подвалах.

Газопроводы необходимо крепить к стенкам крючками или хомутами через каждые 2 м.

Во избежание замерзания влаги все участки газопровода, подверженные охлаждению, должны быть надежно утеплены минеральной ватой или листовым войлоком с последующим обвертыванием мешковиной и окрашиванием масляной краской.

Отвод продуктов сгорания и эксплуатация газоходов

Понятие о тяге. Газовые приборы с тепловой мощностью более 32 000 кДж/ч требуют отвода продуктов сгорания через специальные каналы, которые называют *газоходами*. Газоходы выполняют из хорошо обожженного красного кирпича, асбоцементных или гончарных труб, а также из специальных блоков жаростойкого бетона. Для нормального отвода продуктов сгорания газа в газоходах должно быть определенное разрежение, или тяга.

Внешняя побудительная сила, заставляющая воздух проникать в топку и газоходы, а образовавшиеся продукты сгорания двигаться по газоходам в атмосферу, называется *тягой*.

Тяга может быть естественной и искусственной. Естественная тяга создается газоходами, а искусственная создается принудительно с помощью дымососов. Все бытовые газовые приборы с отводом продуктов сгорания в газоходы работают на естественной тяге. Естественная тяга

$$S_{\tau} = 0,465 p_{\text{бар}} H (1/T_{\text{В}} - 1/T_{\text{Г}}),$$

где $p_{\text{бар}}$ — барометрическое давление воздуха, мм рт. ст.;

H — высота газохода, м;

$T_{\text{В}}$ — абсолютная температура атмосферного воздуха, °С;

$T_{\text{Г}}$ — средняя абсолютная температура продуктов сгорания газа, °С.

Эта тяга расходуется на преодоление сопротивлений при движении продуктов сгорания газа по газоходу.

Тяга зависит от сопротивлений, которые испытывают уходящие по газоходам продукты сгорания газа. Чем больше высота газохода, тем больше разрежение. Разрежение возрастает с увеличением разности плотностей атмосферного воздуха и продуктов сгорания газа.

Разность плотностей зависит главным образом от температур уходящих газов и атмосферного воздуха, поэтому в летний период, когда эта разность уменьшается, снижается и тяга. Вот почему в зимних условиях тяга возрастает по сравнению с летним периодом. Тяга ухудшается в дождливые, пасмурные или туманные дни. Это объясняется тем, что в этих случаях понижается барометрическое давление. Разрежение для бытовых газовых приборов должно составлять 2–4 Па, для более мощных установок (котлов, печей и т. д.) — 20–30 Па.

Для нормальной работы газоходов необходимо, чтобы продукты сгорания газа имели определенную температуру. Например, после тягопрерывателя газовых водонагревателей температура отходящих газов около 180–200 °С. Однако в дальнейшем эта температура понижается и на выходе из газохода должна быть не менее 60 °С.

Устройство газоходов. Для полного отвода продуктов сгорания газа очень важное значение имеет сечение газоходов, которое рассчитывают по тепловой нагрузке приборов и которое должно быть не менее площади сечения патрубка газового прибора, присоединяемого к газоходу.

Для бытовых газовых приборов газоходы имеют сечение 13×13 см. Сечения газоходов для более мощных приборов (ресторанных плит, котлов малой производительности) определяют по расчету и обычно составляют 13×25 и 25×25 см.

На всем своем протяжении газоходы должны быть вертикальными и не иметь горизонтальных участков. Во избежание попадания в газоходы дождя, снега оголовки газоходов заканчивают металлическими или кирпичными колпаками с двусторонним выходом для продуктов сгорания.

При неправильном расположении оголовков они могут подпасть в зону ветрового подпора. *Зоной ветрового подпора* называется область повышенного давления, расположенная ниже линии, проведенной от конька крыши под углом 45° к горизонту. В зоне ветрового подпора могут быть случаи отсутствия тяги в газоходе или ее опрокидывания. Поэтому оголовки газоходов (см. рис. 98, а) должны быть расположены выше зоны ветрового подпора. При выведении оголовка трубы на 1,5 м от конька крыши высота его должна быть выше конька на 0,5 м, а если оголовок трубы выводится еще ниже на 1,5 м, то высота его должна быть на уровне конька.

Суммарная длина горизонтальных участков труб должна быть не более 3 м, так как с увеличением их длины температура продуктов сгорания и тяга уменьшаются.

Эксплуатация газоходов. Важное значение имеет периодическая проверка технического состояния газоходов. Обследование дымоотводящих систем должно проводиться организацией, имеющей лицензию Госгортехнадзора России. Проверки осуществляются перед отопительным сезоном для сезонно работающих газовых приборов. Дымоходы кирпичные проверяются не реже 1 раза в 3 месяца, дымоходы асбоцементные не реже 1 раза в 12 месяцев. При ревизии технического состояния газоходов проверяют: состояние газоходов, материал, из которого они изготовлены; обособленность газоходов от других сооружений, их плотность и отсутствие трещин; состояние оголовков и их расположение; наличие противопожарных разделок: состояние соединительных труб; наличие карманов и их состояние.

Ввод в эксплуатацию и пуск газа в бытовые газовые приборы

При сдаче в эксплуатацию смонтированного газового оборудования присутствуют представители строительно-монтажной организации, газового хозяйства, а также учреждений, в ведении которых находится газифицируемый объект.

Ответственный инженерно-технический работник обязан перед приемкой газопровода проверить соответствие газопровода проекту и исполнительно-технической документации. При внешнем

осмотре проверяют, нет ли на газопроводе механических повреждений, везде ли газопровод окрашен, стоят ли пробки или заглушки, везде ли газопровод укреплен.

Осмотр начинают от ввода газопровода в здание и продолжают вплоть до приборов, у которых проверяют комплектность и исправность. Особо следует обращать внимание на исправность кранов на газопроводах.

Приемка смонтированного газового оборудования оформляется специальным актом установленной формы. Пуск газа осуществляет бригада квалифицированных рабочих, возглавляемая инженерно-техническим работником. Рабочие должны иметь право допуска к газоопасным работам.

На пуска газа выписывается наряд на газоопасные работы.

Пуск газа в дом можно производить только при дневном освещении. Всех лиц, которые будут пользоваться газовыми приборами, перед пуском газа инструктируют представители эксплуатационной организации.

Для пуска газа слесари должны иметь исправный инструмент, резиновые шланги для продувки и прочие необходимые принадлежности. Перед пуском газа в газопровод и газовые приборы проводят контрольную опрессовку воздухом под давлением 5000 Па. Цель контрольной опрессовки — установить герметичность газопровода, кранов и приборов. Испытание проводят в течение 5 мин. Если за это время падение давления не превысит 200 Па, то можно приступать к пуску газа.

После контрольной опрессовки газопровод продувают газом. Перед продувкой все краны на приборах и перед приборами закрывают во избежание попадания газа в помещение. Действующий газопровод с вновь пускаемым соединяют работники треста газового хозяйства, при этом газопровод сразу проверяют на плотность. При продувке газопровода газовоздушную смесь сбрасывают через самый отдаленный и высокорасположенный участок газопровода. Шланг присоединяют к разьединенному стгону после крана на опуске к прибору. Его конец опускают через форточку во двор. Прилежащие окна и форточки при этом должны быть закрыты, чтобы газ не попал в помещение. В помещении, где происходит продувка, не должно быть посторонних лиц. Окончание продувки определяют следующим образом: конец продувочного шланга опускают в ведро с мыльной эмульсией, затем ведро выносят из помещения в зону, где нет загазованности, и поджигают. Если газ горит без хлопков, спокойно, то продувка считается оконченной. Во время продувки нельзя пользоваться электроприборами, курить и вносить открытый огонь в помещение.

После продувки слесари включают газовые приборы согласно правилам эксплуатации этих приборов. Попутно проверяют давление газа перед приборами, навешивают накидные ключи на краны перед газовыми приборами, проводят дополнительный инструктаж лиц, которые будут пользоваться этими приборами. После регулировки горелок и автоматики проверяют на плотность все резьбовые соединения. Абонентам под расписку выдают правила пользования газовыми приборами с указанием в них адресов и телефонов аварийной службы, треста или конторы, в ведении которой находится дом, пожарной команды и скорой помощи.

По окончании работ по пуску газа составляют акт установленной формы.

ГАЗОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В столовых, ресторанах, детских садах и яслях, больницах и других коммунально-бытовых предприятиях применяются различные газовые аппараты. К ним относят: кипятильники КНД-8М, АГК-250, АГК-300, предназначенные для получения кипятка; котлы для варки пищи; кондитерские шкафы ГКШ-3 для выпечки кондитерских изделий; кофеварки для приготовления кофе и какао; жаровник УЖГ-Г-1 для жарения различных продуктов; фритюрницы ГФ-1 для приготовления кулинарных и кондитерских изделий; автоклавы АГ-60 для приготовления жидких блюд, ресторанные плиты.

Пищеварочные котлы

В эксплуатации находятся пищеварочные котлы различных модификаций: стационарные пищеварочные газовые котлы с косвенным обогревом КППГ-160 и КППГ-250; опрокидывающиеся пищеварочные котлы КППГ-40 и КППГ-60; газовые автоклавы АГ-60.

Пищеварочный котел КППГ-250 предназначен для приготовления первых блюд, соусов, гарниров. Котел состоит из варочного котла, корпуса, парогенератора, газогорелочного устройства и автоматики.

Варочный котел 1 (рис. 100, а) вмонтирован в теплоизолированный корпус 2. Между варочным котлом и корпусом имеется пространство для пароводяной рубашки 3, соединенное с парогенератором 9. Жидкость в пароводяную рубашку заливают через воронку 11, уровень воды контролируют краном 10. Газогорелочное устройство состоит из трех инжекционных горелок: двух основных 7 и средней вспомогательной 6. У вспомогательной горелки размещен запальник 5 с двумя выходами пламени. Один факел пламени запальника зажигает среднюю горелку, другой подогревает термопару 4 электромагнитного клапана 15. Основные горелки воспламеняются от вспомогательной горелки. Внутренняя полость парогенератора 8 соединена с дымоходом и служит одновременно топочной камерой. Продукты сгорания нагревают

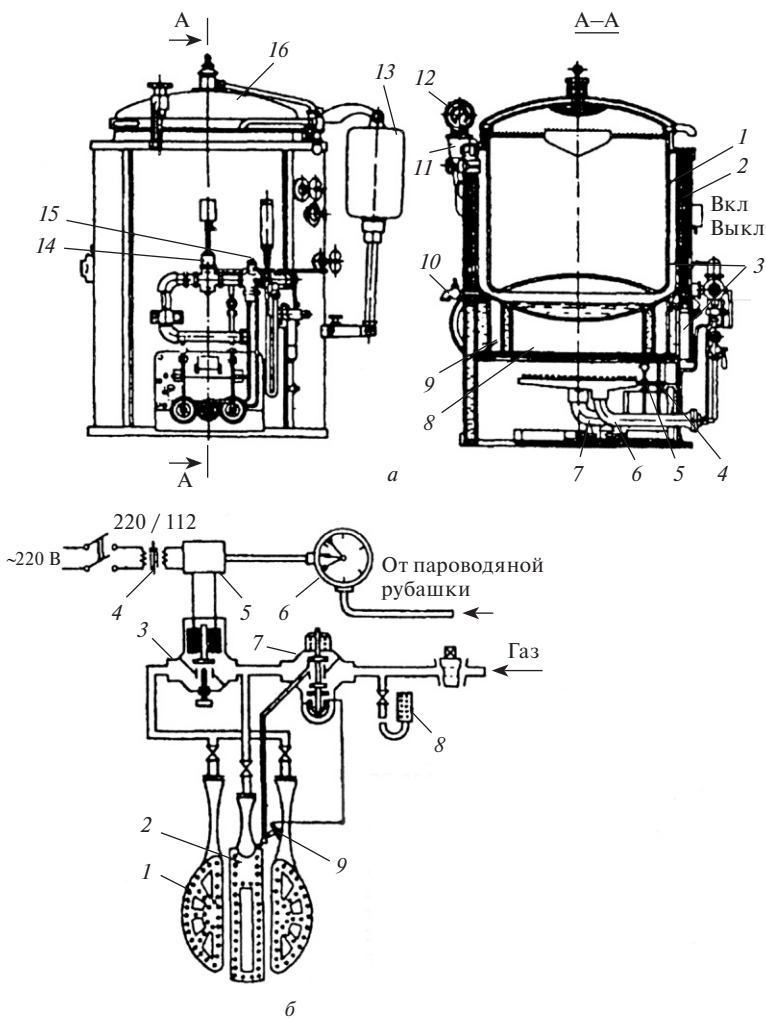


Рис. 100. Пищеварочный газовый котел КПГ-250:

a – общий вид: 1 – варочный котел; 2 – теплоизолированный корпус; 3 – пароводяная рубашка; 4 – термopара; 5 – запальник; 6 – вспомогательная горелка; 7 – основная горелка; 8 – внутренняя полость парогенератора; 9 – парогенератор; 10 – кран; 11 – воронка; 12 – электроконтактный манометр; 13 – противовес; 14 – соленоидный клапан; 15 – электромагнитный клапан; 16 – откидная крышка;

б – схема автоматики безопасности и регулирования: 1 – основная горелка; 2 – средняя горелка; 3 – соленоидный клапан; 4 – трансформатор; 5 – промежуточное реле; 6 – электроконтактный манометр; 7 – электромагнитный клапан; 8 – запальник; 9 – термopара

стенки парогенератора, а образующиеся в нем пары воды заполняют пароводяную рубашку 3. Автоматика регулирования, состоящая из электроконтактного манометра 12 и соленоидного клапана 14, обеспечивает поддержание заданного давления пара в пароводяной рубашке котла.

Принцип работы автоматики безопасности и регулирования котла (рис. 100, б) заключается в следующем. Пламя запальника 8 нагревает термопару 9, в которой развивается ЭДС. При этом электромагнитный клапан 7 открыт для пропуска газа к средней горелке 2, запальнику и соленоидному клапану 3. Соленоидный клапан 3 открывается при подаче в его обмотку электрического тока через трансформатор 4 и промежуточное реле 5. Если запальник погаснет, в термопаре исчезнет ЭДС, и обесточенный электромагнитный клапан закроет проход газа к горелкам.

Максимальное и минимальное давления пара в пароводяной рубашке контролируют электроконтактным манометром 6. При повышении давления пара сверх допустимого показывающая стрелка манометра замыкает контакт с верхней контрольной стрелкой. В результате сработает промежуточное реле 5 и разомкнет электрическую цепь соленоидной катушки и соленоидный клапан перекроет проход газа к основным горелкам 1. Средняя горелка будет продолжать гореть и поддерживать тепловой режим.

Если давление пара снизится до минимального, то показывающая (вторая) стрелка манометра замкнет контакт с нижней контрольной стрелкой. В результате промежуточное реле замкнет электрическую цепь и соленоидный клапан возобновит подачу газа на основные горелки.

Автоклав АГ-60. Автоклавом называется герметически закрытый сосуд, в котором приготовление пищи осуществляется под давлением, превышающим атмосферное, и, следовательно, при температуре выше 100 °С. Автоклавы используют в основном для варки костей, приготовления бульонов, для быстрой варки овощей, мяса. Варочный котел автоклава обогревается водяным паром, заполняющим пространство между котлом и корпусом.

Водяная рубашка соединена с парогенератором – концентрично расположенными кольцевыми каналами, заполненными кипящей водой. Продукты сгорания газа, проходя по каналам парогенератора, отдают ему значительную часть теплоты и направляются в дымоход. Вода, заполняющая парогенератор, нагревается до кипения, а образующийся пар поступает в пароводяную рубашку котла. С помощью крана, установленного на крышке котла, можно удалять воздух из варочного котла. Принцип действия автоматики безопасности и регулирования аналогичен автоматике пищеvarочного котла КПП-250.

используют не только для приготовления пищи, но и для подогрева воды. Рама (газовый коллектор) расположена в передней части. Она состоит из подводящей газовой трубки, двух кранов и терморегулятора.

Коллектор с обеих сторон подсоединяют к коллекторам других секций или, если секция одна, его с одной стороны подсоединяют к газопроводу, а с другой ставят заглушку. На две верхние горелки имеется один кран 13. Он заблокирован с краником запальника так, что, не открыв кран запальника, нельзя открыть кран горелки. Терморегулятор смонтирован на рампе плиты, он имеет ручку 4 и температурную шкалу. Его назначение — включать и выключать горелку духового шкафа, а также поддерживать заданную температуру.

Духовой шкаф располагается в нижней части корпуса и состоит из горелки, комплекта противней, дверцы, термометра и зеркала. Духовой шкаф снабжен инжекционной горелкой. Регулятор первичного воздуха расположен внутри, а не выведен наружу, как у верхних горелок. Кран горелки на рампе заблокирован с краном запальника. На подводящей газовой трубке установлен терморегулятор. Дверца духового шкафа устроена аналогично дверце духового шкафа бытовой газовой плиты, но пространство между верхней и внутренней крышками заполнено шлаковатой. Шлаковатой изолированы и стенки духового шкафа.

На передней стенке секционной плиты закреплено зеркало, которое служит для наблюдения за работой запальника горелки духового шкафа. В секционной плите ПГС-2 вместо духового шкафа могут быть установлены полки.

Эксплуатируют ресторанные плиты в соответствии с инструкцией, которую разрабатывают с учетом требований правил технической эксплуатации и правил безопасности и вывешивают на видных местах. Помещение, в котором устанавливают ресторанные плиты, должно быть обеспечено естественным освещением и необходимой вентиляцией. Устанавливать плиты следует так, чтобы имелся свободный доступ к рабочим местам плиты. Проходы между газовыми агрегатами должны быть не менее 1,5 м.

При обслуживании ресторанных плит слесарь обязан: смазывать краны; проверять на плотность газопровод, тягу и вентиляцию; устранять неисправности. Так как краны подвергаются нагреву, смазывать их слесарь должен при каждом посещении по графику. Проверку на утечку газа производят во всех соединениях на подводящем газопроводе и рампе плиты.

Неисправности ресторанных плит аналогичны неисправностям бытовых плит. Кроме того, в ресторанных плитах часто воз-

никает перекося заслонки регулятора первичного воздуха под воздействием высокой температуры. Чтобы устранить эту неисправность, нужно снять горелку и выправить тягу заслонки.

Индивидуальные и групповые баллонные установки

Баллонные установки применяют для снабжения сжиженным газом отдельных потребителей. Индивидуальные баллонные установки состоят из одного или двух баллонов; регулятора, снижающего давление паров сжиженного газа до 3–4 кПа; предохранительных клапанов; запорных вентилей и соединительных трубопроводов. Баллонные установки можно размещать внутри зданий и снаружи. Установки с одним баллоном располагают в помещении, где потребляется газ, на расстоянии не менее 0,5 м от плиты, радиаторов отопления или печи.

Достоинство установки баллона в помещении – простота монтажа и высокая производительность, так как баллон в любое время года имеет температуру около 20 °С, что способствует интенсивному испарению сжиженного газа.

Баллонные установки, располагаемые вне помещения, имеют два баллона, помещенных в металлическом шкафу. При эксплуатации газ отбирается из одного баллона, а второй – резервный. В шкафу монтируют также регулятор давления. Регулятор присоединяют к вентилю баллона медными, латунными или резинотканевыми трубками с накидными гайками. Достоинство установки баллонов вне здания – высокая степень безопасности при эксплуатации, а недостаток – малая интенсивность испарения сжиженного газа в зимнее время.

К групповым баллонным установкам относят четырех-, шести-, восьми- и десятибаллонные установки, предназначенные для газоснабжения многоквартирных домов и коммунально-бытовых объектов с расходом газа до 7 м³.

На рис. 102 показана групповая баллонная установка из шести баллонов, расположенных в секционном металлическом шкафу 9. Баллоны 1 подключены с помощью трубок к общему коллектору 2. На отводе от коллектора установлены регулятор давления 5 (РД-32М), предохранительно-запорный клапан 7 типа ПКК и запорная арматура.

Металлические шкафы с баллонами могут размещаться на фундаментах у кирпичных и деревянных стен при суммарной вместимости баллонов до 600 л или на отдельно стоящих фундаментах на расстоянии 8–15 м от зданий при суммарной вместимости до 1000 л.

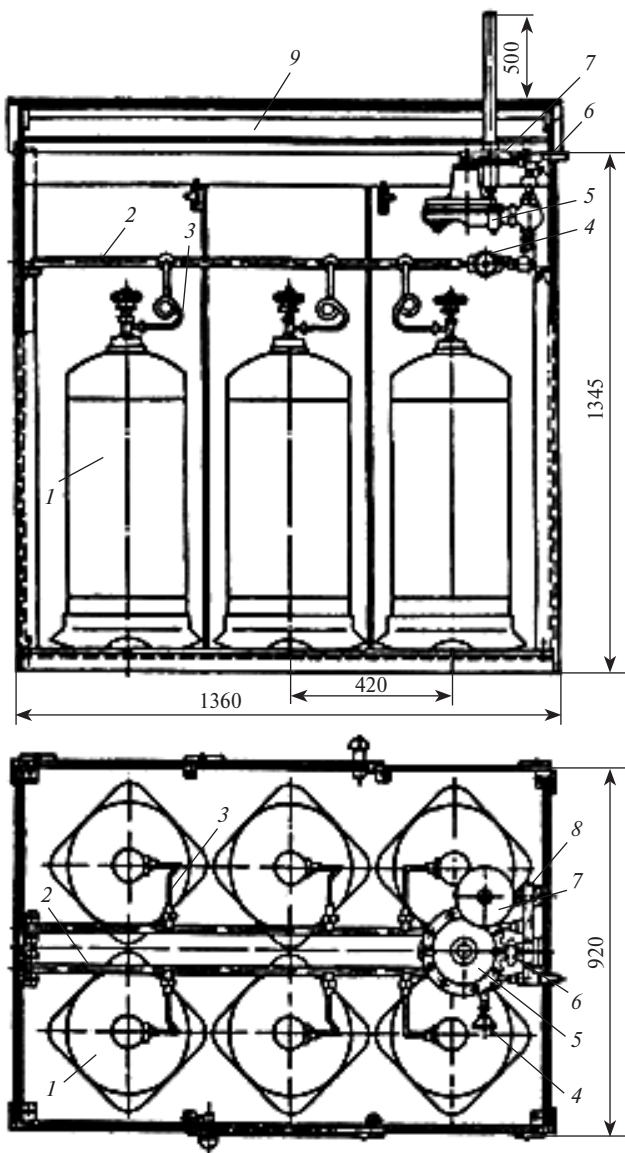


Рис. 102. Групповая баллонная установка в металлическом шкафу:
 1 – баллоны; 2 – газовые коллекторы высокого давления; 3 – соединительные трубки; 4 – вентиль газового коллектора высокого давления; 5 – регулятор давления; 6 – патрубок газопровода низкого давления; 7 – предохранительный клапан; 8 – газопровод к предохранительному клапану; 9 – металлический шкаф

Для повышения эффективности естественной регазификации сжиженных газов в зимних условиях допускается размещать групповые баллонные установки в специальном отопляемом здании или пристройке к стене здания. Эти здания и пристройки должны обеспечивать не менее пятикратного воздухообмена в час с удалением воздуха из верхней и нижней зон помещения.

В индивидуальных баллонных установках применяют малогабаритные регуляторы давления типов РДГ, РДСГ («Балтика-1»). На рис. 103 представлен регулятор типа РДГ. Регулятор РДГ-6 применяют для однобаллонных установок, в которых баллоны оснащены угловыми вентилями. Для двухбаллонных установок применяют регулятор РДК-8. Его конструкция аналогична регулятору РДГ-6.

Для баллонов, оснащенных самозапирающимися клапанами КБ-1 или КБ-2, применяют регулятор «Балтика-1» (рис. 104). Он обеспечивает двухступенчатое редуцирование газа.

Головка регулятора представляет собой литой из алюминиевого сплава корпус 23, соединенный кольцом 19 с крышкой 17. В нижней части корпуса находятся элементы первой ступени редуцирования. К ним относятся чашка 7, пружина 9, мембрана 3, шток 20 с тарелкой 22 и гайка.

Мембрана зажата между кольцевым уступом штока и тарелкой с помощью гайки и поджимается по наружному диаметру к выточке в корпусе чашкой 7. Чашка поджимается разрезным кольцом 21. В верхней части штока расположена пластинка с фасонным вырезом, в который входит шток 11. Между корпусом 23 и крышкой 17 находится мембрана 18, регулирующая вторую ступень редуцирования. В подмембранной полости имеется седло перепускного клапана 4, перекрываемое колпачком 6 с резиновым уплотнением. Под колпачком имеется пружина 5 и шарнирный рычаг 8. Мембрана 18 зажата между тарелкой 16 и диском. Пружина 10 сверху упирается в шайбу с прорезями, надетую на шток 13, а пружина 14 — в крышку. На плоском штоке в прорези на оси 12 крепится перекидная рукоятка 15. Для подключения баллона необходимо установить головку редуктора на клапан типа КБ. Для этого необходимо поднять пластмассовое кольцо 7 и опустить его с усилием до упора для защелкивания шарикового замка 24 усилием пружины 2. Далее поворотом рукоятки 15 шток 17 опускается, давит на шток клапана типа КБ и открывает доступ газа из баллона в первую зону редуцирования. Затем газ через внутренний канал в корпусе поступает в полость под большую мембрану и далее через штуцер и шланг к газовому прибору. Связанный с мембраной рычаг обеспечивает или прижатие, или отжатие колпачка к седлу клапана 4

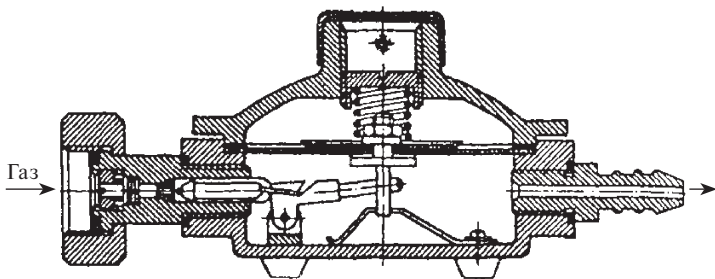


Рис. 103. Регулятор давления сжиженного газа РДГ-6

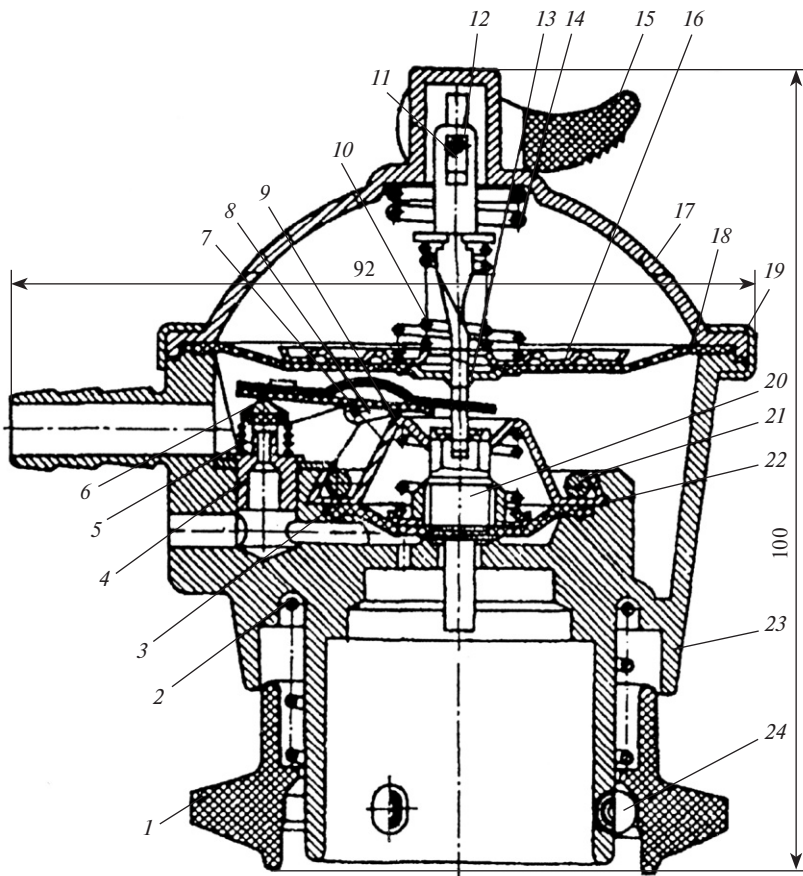


Рис. 104. Регулятор давления РДСГ («Балтика»)

в зависимости от величины давления под мембраной. За счет такого двухступенчатого редуцирования газа в регуляторе достигнута стабильность регулирования и исключены явления обмерзания клапанов.

Групповые резервуарные установки

Групповые резервуарные установки, состоящие из двух и более резервуаров, применяются для газоснабжения многоэтажных домов, коммунально-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

Для газоснабжения жилых домов применяют групповые установки с подземными резервуарами суммарной вместимостью до 50 м³. В комплект групповой резервуарной установки входят резервуары, трубопроводы, обвязки резервуаров, расходно-редукционные головки. Установки размещают на свободных от застройки площадях, где имеются подъезды для автоцистерн.

Наибольшее распространение получили горизонтальные цилиндрические резервуары вместимостью 2,5 и 5,0 м³. В верхней части резервуара (рис. 105) имеется вертикальная цилиндрическая горловина, закрытая крышкой, на которой смонтирована вся необходимая арматура, обеспечивающая слив и отбор сжиженного газа. В крышку горловины вварены дополнительная трубка б для удаления загрязнений; три уровневые трубки 5; парофазный уравнивательный патрубок 1; расходный парофазный патрубок, а также трубка для манометра и штуцер для предохранительного клапана.

Все трубки и патрубки имеют запорную арматуру. На расходном парофазном патрубке смонтированы регулятор давления 3 и предохранительный запорный клапан. Вся смонтированная на крышке горловины арматура называется расходно-редукционной головкой резервуара. На резервуаре могут быть еще два патрубка с фланцами. Патрубок 8 находится снизу и может быть использован для соединения с другими резервуарами по жидкой фазе при групповой установке резервуаров. Патрубок 1 размещается сверху и служит для соединения с другими резервуарами по паровой фазе.

Подземная групповая установка, как правило, состоит из нескольких резервуаров, соединенных между собой трубопроводами по жидкой и паровой фазам. При двухрезервуарной установке каждый резервуар имеет свою головку, в остальных случаях каждые два резервуара обслуживаются одной головкой и работают как одна емкость.

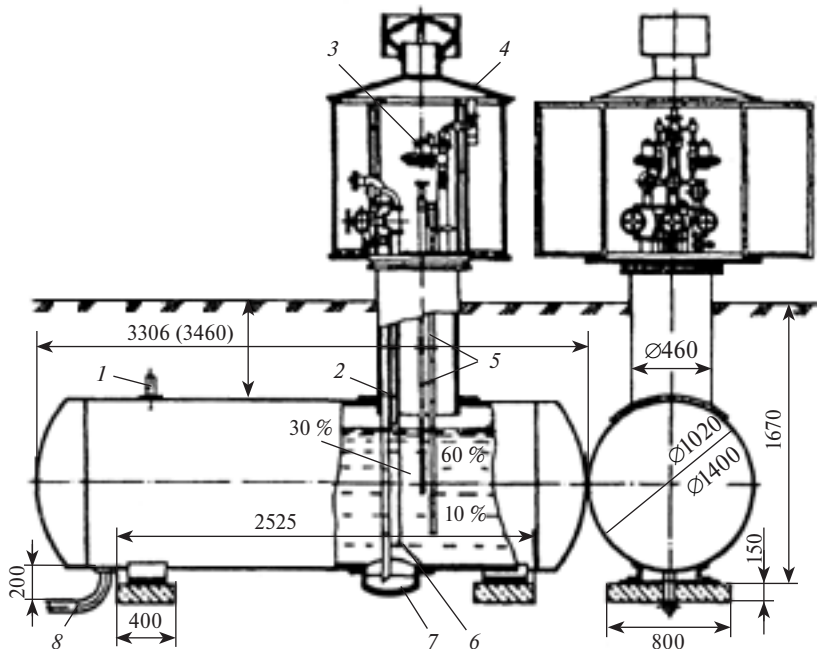


Рис. 105. Подземный резервуар сжиженного газа вместимостью 2,5 м³:

1 – патрубок для соединения с парофазными пространствами других резервуаров; 2 – дренажная трубка; 3 – регулятор низкого давления; 4 – защитный кожух арматурного узла; 5 – уровнемерные трубки; 6 – наполнительная трубка; 7 – карман-сборник; 8 – патрубок для соединения с жидкостными пространствами других резервуаров

Для снижения давления применяют ранее рассмотренные нами регуляторы РД-32М. В качестве предохранительных клапанов служат клапаны ППК-40М.

При работе резервуаров с испарителями регулятор давления размещают не в арматурной головке, а за испарителем, так как к испарителю из резервуара поступает жидкая фаза.

Регазификация

Для сжигания сжиженных газов их переводят в газообразное состояние, т. е. *регазифицируют* (испаряют). В процессе регазификации необходимо затратить теплоту на испарение сжиженных газов. Количество этой теплоты определяется величиной скрытой теплоты парообразования, зависящей от состава газа и температуры, при которой происходит испарение. С увеличением темпера-

туры или давления величина скрытой теплоты парообразования уменьшается. Регазификация в обычных условиях в подземном резервуаре или в баллоне с естественным притоком теплоты из окружающей среды наиболее легко осуществима. Вместе с тем при низких температурах окружающей среды такое испарение малопродуктивно и при многокомпонентной смеси сжиженных газов не обеспечивает стабильного состава. Если в какой-либо емкости будет находиться смесь пропана и бутана, то в начале отбора паровой фазы процентное содержание в ней пропана будет больше содержания пропана в жидкости. По мере испарения жидкости содержание пропана будет уменьшаться, а процентное содержание бутана — увеличиваться. Процентное содержание бутана будет увеличиваться и в отбираемой паровой фазе. Такое изменение состава паровой и жидкой фаз приводит к постепенному повышению теплоты сгорания и плотности паров, что влияет на устойчивость работы горелок приборов.

С момента отбора паровой фазы из емкости давление в паровом пространстве понижается и для восстановления давления насыщенных паров часть жидкости испаряется. На это испарение расходуется теплота, которая заимствуется из самой жидкости и стенок емкости. Вследствие этого происходит постепенное понижение температуры, что создает температурный перепад, обеспечивающий приток теплоты из окружающей среды. В дальнейшем температурный перепад постоянен и на испарение жидкости расходуется в основном теплота, поступающая из окружающего пространства. При циклическом отборе паров из емкости за счет аккумуляирования теплоты самой жидкостью и стенками резервуара можно испарить больше газа, чем при непрерывном расходе газа.

При отсутствии потребления газа (ночью) происходит накопление теплоты жидкостью и стенками сосуда, а при отборе газа (днем) эта теплота, а также теплота, добавляющаяся из окружающего пространства, используется для испарения жидкости. Естественная регазификация сжиженных газов в закрытых сосудах зависит от состава смеси углеводородов, температуры и влажности окружающего пространства, скрытой теплоты парообразования смеси и других факторов.

Резервуарные установки сжиженного газа с естественным испарением имеют недостатки: переменную производительность установок и резкое снижение ее при снижении температуры окружающей среды; переменную теплоту сгорания поступающей к потребителю паровой фазы, так как вначале испаряются легкокипящие компоненты, а затем — высококипящие с более высокой теплотой сгорания (в основном бутаны), что вызывает перебои в газоснабжении при использовании сжиженного газа с повышенным

содержанием бутанов в холодное время года; большие капиталовложения и габариты установок, особенно при высокой производительности по паровой фазе. В связи с ростом производства бутановых фракций, расширением объемов газификации городов и сельских районов особую актуальность приобретают вопросы применения испарителей для искусственного испарения сжиженного газа.

Существующие в настоящее время испарительные установки сжиженного газа можно классифицировать по принципу регазификации и виду теплоносителя.

По принципу регазификации испарители подразделяют на емкостные, проточные и комбинированные. При работе по емкостной схеме пары сжиженного газа отбирают из парового пространства резервуара. В этом случае в начальный период потребления идет отбор паровой фазы с большим содержанием пропановых фракций, а в конце отбора в паровой фазе содержится в основном бутан.

Достоинства емкостных испарителей: простота конструкции, отсутствие вероятности попадания низкой фазы пропан-бутана в распределительные газопроводы и возможность работы на сжиженном газе любой марки. К недостаткам емкостных испарителей относится следующее: генерирование в этих испарителях паров с переменным соотношением легких и тяжелых фракций определяет неудовлетворительный режим работы газовых приборов вследствие сжигания газа с переменной теплотой сгорания.

В испарителях проточного типа сжиженный газ отбирается из резервуара в жидкой фазе и испаряется отдельно в выносном теплообменнике, это обеспечивает неизменный фракционный состав как паровой, так и жидкой фазы, что улучшает работу газогорелочных устройств и позволяет прокладывать газопроводы на обычной глубине. Недостаток проточной системы – невозможность работы на техническом бутане, так как упругость паров в резервуаре недостаточна для подачи жидкой фазы в испаритель, расположенный выше уровня земли.

В комбинированной схеме регазификации часть паров из проточного испарителя поступает к потребителю, а часть возвращается в резервуар для поддержания необходимой величины упругости паров. В данном случае сочетаются положительные качества емкостной и проточной схем.

По виду теплоносителя испарители подразделяют на электрические, огневые и имеющие теплоноситель в виде горячей воды или водяного пара.

По способу контакта теплоносителя со сжиженным газом огневые и электрические испарители подразделяют на испарители

прямого обогрева и с промежуточным теплоносителем. Из емкостных испарителей наибольшее распространение получили регазификаторы подземные электрические типа РЭП, которые состоят из электроподогревателя, автоматики безопасности и регулирования. Электроподогреватель состоит из электронагревателя и взрывобезопасной коробки, которые устанавливаются на глухой фланец подземного резервуара. Опыт эксплуатации регазификатора РЭП позволил внести в него ряд усовершенствований.

Резервуарные установки с искусственным испарением имеют следующие преимущества перед резервуарными установками естественного испарения: теплота сгорания паровой фазы остается постоянной вплоть до полного расходования всего объема жидкой фазы; производительность установок не зависит от количества жидкости в емкостях; возможность использования бутановых фракций или сжиженного газа с повышенным содержанием бутанов; отпадает необходимость извлечения тяжелых остатков.

На рис. 106 показана принципиальная схема искусственной регазификации с испарителем производительностью 100 кг/ч. Испаритель 1 представляет собой баллон высотой 905 мм и диаметром 309 мм, в который вмонтирован змеевик 2 для горячей воды из труб диаметром 27 мм. Внутри баллона имеются клапан 4 и поплавок 3.

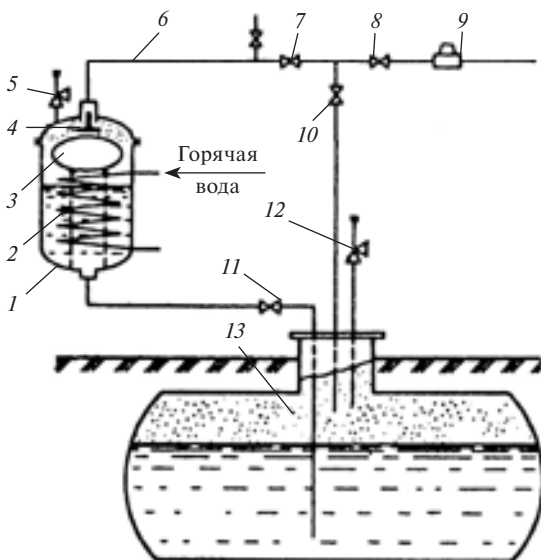


Рис. 106. Принципиальная схема установки с испарителем Мосгазпроекта

При закрытых вентилях *11* и *7* и открытых вентилях *10* и *8* установка работает как обычная естественная регазификационная. При открытых вентилях *7*, *8* и *11* и закрытом вентиле *10* установка работает через испаритель.

Принцип работы установки заключается в следующем. Из емкости *13* сжиженный газ под давлением собственных паров поступает в испаритель. Соприкасаясь со змеевиком, по которому протекает горячая вода температурой $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, сжиженный газ начинает интенсивно испаряться и по трубопроводу *6* поступать к потребителю через регулятор *9*. По мере увеличения отбора паров из испарителя давление в нем уменьшается и уровень жидкости повышается, смачивая большую поверхность змеевика. Таким образом испарение возрастает соответственно увеличивающемуся отбору газа. При уменьшении расхода паров из испарителя давление в нем увеличивается, уровень жидкости понижается, а производительность испарителя уменьшается.

При прекращении подачи горячей воды или чрезмерном расходе газа давление в испарителе понижается и уровень жидкости резко повышается. В этом случае во избежание поступления жидкости в газопровод *6* поплавков *3* поднимается и закрывает клапан *4*. Предохранительные клапаны *5* и *12* служат для исключения недопустимого повышения давления в испарителе и резервуаре.

БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ГАЗОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Выполнение газоопасных работ

Безопасность труда в газовом хозяйстве имеет исключительно важное значение, которое определяется взрывоопасностью горючих газов, отравляющими свойствами некоторых компонентов горючих газов и продуктов их неполного сгорания.

Загазованность помещений может произойти вследствие утечек газа из соединений газопроводов, газовой арматуры и приборов, через их неплотности, из запорной арматуры, случайно оставленной открытой без присмотра; в случае сжигания газа при недостаточном или слишком большом разрежении, а также при плохой вентиляции помещения, без достаточного удаления продуктов сгорания, при разрыве сварных соединений на газопроводе.

Для обнаружения мест утечек газа из внутренних газопроводов производят обмыливание сварных, резьбовых и фланцевых соединений. Признак утечки газа в этом случае — наличие пузырьков мыльного раствора. Обнаруженные утечки газа устраняют следующими способами: сменой прокладок или подтяжкой болтов во фланцевых соединениях; заменой пеньковой набивки в резьбовых соединениях; заваркой или заменой шва с дефектами на газопроводе. Ликвидацию мест утечек газа из наружных и подземных газопроводов производит аварийная служба газового хозяйства.

Во всех случаях до устранения утечек газа запрещается включать и выключать электроосвещение; пользоваться звонками, плитками и другими электрическими приборами; вносить открытый огонь и применять его для отыскания утечек газа.

Очень важное значение имеют вентиляция помещений и организованный отвод продуктов горения газа. Неудовлетворительное действие вентиляции может привести к накоплению в помещении вредных примесей и образованию взрывоопасных концентраций газа.

Работы, выполняемые в загазованной среде, или работы, при которых возможен выход газа из газопроводов и агрегатов, называют *газоопасными*. В Правилах безопасности Госгортехнадзора дан следующий перечень газоопасных работ:

присоединение вновь проложенных газопроводов к действующим;

ввод в эксплуатацию газопроводов, газорегуляторных пунктов, агрегатов и приборов промышленных, коммунальных и бытовых потребителей;

ревизия и ремонт действующих газопроводов, газового оборудования и арматуры;

прочистка и заливка в газопровод растворителей для удаления гидратных образований; установка и снятие заглушек на газопроводах, находящихся под давлением газа;

разборка газопроводов, отключенных от действующих сетей;

осмотр и проветривание колодцев, а также откачка конденсата из конденсатосборников и неиспарившихся остатков из резервуарных групповых установок сжиженных газов;

профилактическое обслуживание действующих газовых приборов и внутреннего газооборудования;

слив газа из железнодорожных цистерн, заполнение резервуаров на станциях сжиженных газов и групповых установках, заполнение автоцистерн и баллонов.

Газоопасные работы должны выполнять специально обученные рабочие, причем в составе бригады должно быть не менее 2 чел., а при работах в колодцах, тоннелях или глубоких траншеях – не менее 3 чел. На выполнение газоопасных работ должны выдаваться наряды установленной формы. Лиц, имеющих право выдачи нарядов, определяют приказом по газовому хозяйству.

На наиболее ответственные работы кроме наряда составляют специальный план, утвержденный главным инженером треста (конторы, предприятия). К этим работам относят: работы по вводу в эксплуатацию и пуску газа в газопроводы вновь газифицируемых городов и поселков; пуску газа в газопроводы с давлением выше 0,6 МПа; присоединению к действующим газопроводам среднего и высокого давлений; работы в ГРП с применением сварки и газовой резки; ремонтные работы на газопроводах среднего и высокого давлений с применением сварки и газовой резки; снижение и восстановление давлений газа в газопроводах и т. д.

В наряде указывают основные меры безопасности при выполнении работ, а в плане – последовательность проведения работ, потребность в приспособлениях и механизмах, расстановку членов бригады, лиц, ответственных за проведение и координацию работ.

К этим документам прилагают исполнительный чертеж с указанием места и характера проводимой работы. До начала выполнения работ проводят всю необходимую подготовительную работу: инструктаж рабочих, организацию рабочего места, обеспечение рабочих инструментами, защитными средствами и приспособлениями. Газоопасные работы, как правило, выполняют в дневное время. Если работы ведут в плохо освещенных помещениях, то применяют переносные электролампы во взрывобезопасном исполнении или аккумуляторные светильники шахтерского типа.

При выполнении работ в колодцах, котлованах и других подземных сооружениях и закрытых помещениях работающие должны быть в противогазах и спасательных поясах, в обуви без подковок и гвоздей или на обувь надевают галоши.

В колодцах, тоннелях и коллекторах не допускаются сварка и газовая резка на действующих газопроводах без отключения и продувки их воздухом. У запорного устройства дополнительно устанавливают заглушку, которую удаляют после окончания работ. Если работы предусматривают снижение давления, то его снижают до начала работ, однако даже при сниженном давлении могут быть случаи воспламенения выходящего в атмосферу газа, поэтому необходимо иметь на месте средства тушения пламени. Пламя тушат замазыванием глиной, засыпкой землей, набрасыванием брезентовых или асбестовых одеял, а также струей инертного газа.

Все указания и распоряжения работающим должны давать ответственные лица, назначенные из числа инженерно-технических работников.

Производство аварийных работ

Аварийными называют работы, требующие безотлагательных действий. Их проводят в следующих случаях: при проникновении газа в здания и сооружения, закупорках газопроводов, утечках газа в помещениях и подземных газопроводах, повреждении резервуаров на ГНС и групповых установок и др.

Многие аварийные работы выполняет аварийная служба в контакте с другими службами и участками треста, а также совместно с пожарной охраной.

Устранение аварий на подземных газопроводах. Для установления мест повреждения газопроводов необходимо ознакомиться с исполнительной документацией и оценить обстановку на месте. Наиболее опасные последствия таких аварий — проникновение газа в жилые и общественные здания. В этом случае необходимо проверить подвальные помещения на загазованность и при наличии

в них газа срочно проветрить эти помещения. Необходимо также проветрить соседние помещения и при необходимости установить в них дежурство. Жителей загазованных помещений временно выселяют.

Одновременно с этими мероприятиями бригада приступает к обследованию ближайших подземных коммуникаций и по результатам обследования определяет наиболее вероятное место повреждения газопровода; после этого приступают к буровому осмотру. Место раскопки котлована определяют по скважинам с наибольшей концентрацией газа. Необходимо также учитывать, что источниками аварии, как правило, бывают стыковые соединения, места присоединений конденсатосборников, пересечения газопроводов с другими сооружениями. До начала земляных работ необходимо вызвать представителей организаций, имеющих вблизи газопровода подземные сооружения, для уточнения места их расположения и принятия необходимых мер безопасности.

К раскопке котлована приступают немедленно, используя имеющиеся средства и механизмы. Если проникновение газа в помещение происходит вдоль трассы других коммуникаций, то наиболее надежный способ предотвращения проникания газа – раскопка шурфа в непосредственной близости от здания. Устройство шурфа должно обеспечивать вытяжку газа в атмосферу. Обнаруженные повреждения устраняют немедленно; способы устранения определяет руководитель работ.

Устранение аварий в помещениях. Эти аварии связаны с утечками газа из сварных, резьбовых соединений, кранов и газовых приборов. После получения заявки аварийная служба сразу выезжает на место происшествия, предварительно дав указание заявителю о проветривании помещения, отключении газовых приборов и т. д. Необходимо немедленно произвести вентиляцию помещения.

По прибытии на место руководитель бригады определяет концентрацию газа в помещении и принимает все необходимые меры для предотвращения взрыва. Места утечек газа или повреждений определяют путем осмотра и обмыливания.

После того как место утечки установлено, бригада приступает к ликвидации повреждения. В зависимости от места и характера повреждения отключают отдельные приборы, участки или квартиры. Если ликвидация повреждений связана с применением сварочных работ, то ремонтируемый участок необходимо продуть воздухом или инертным газом и после этого приступить к сварке. Все участки газопроводов, на которых проводились работы с отключением газа, в дальнейшем необходимо продуть газом и взять анализ.

Производство работ при взрывах и пожарах. Эти работы значительно осложняются в связи с опасностью повторного взрыва, поэтому необходимо срочно прекратить подачу газа в дом и тщательно проветрить помещение через окна и двери.

После обнаружения и устранения повреждения отключенные участки газопроводов следует опрессовать и продуть газом.

Взрывы могут сопровождаться пожаром, в этом случае необходимо прекратить подачу газа, так как поступающий газ будет способствовать распространению пламени. Пожар тушат с применением пенных, углекислотных, порошковых огнетушителей и водяной струей. При небольших загораниях пользуются брезентом, кошмой и другими материалами для накрытия и изоляции пламени от доступа кислорода.

Газоиндикаторы

Для обеспечения безопасности использования газового топлива необходимы регулярный контроль за содержанием газа в воздухе и своевременное обнаружение мест утечек газа.

Наиболее распространенный и простой способ определения наличия газа в воздухе — контроль по запаху. Однако более надежно определение газа с помощью газоанализаторов и газоиндикаторов.

Приборы, с помощью которых определяют количество каждого компонента, входящего в состав газа, называют *газоанализаторами*.

Газоиндикаторы позволяют определить содержание в воздухе одного или общей суммы нескольких газов. Действие этих приборов основано на изменении физических и химических свойств воздуха при появлении в нем примеси определенного газа.

Рассмотрим устройство и принцип работы наиболее распространенных в газовом хозяйстве газоиндикаторов.

Газоиндикатор типа ПГФ. На рис. 107 показаны разрез и электрическая схема прибора ПГФ2М. Электрическая схема прибора представляет собой мостик Уитстона, два плеча которого — платиновые спирали, а два других — постоянные сопротивления.

Платиновые спирали выполнены из проволоки диаметром 0,05 мм, имеющей сопротивление 0,65–0,02 Ом при прохождении через нее тока 10 мА при температуре 20 °С.

Действие прибора основано на изменении электрического сопротивления платинового плеча мостика за счет повышения его температуры при сжигании на нем исследуемой пробы газозадушной смеси. На одну из платиновых спиралей подается чистый

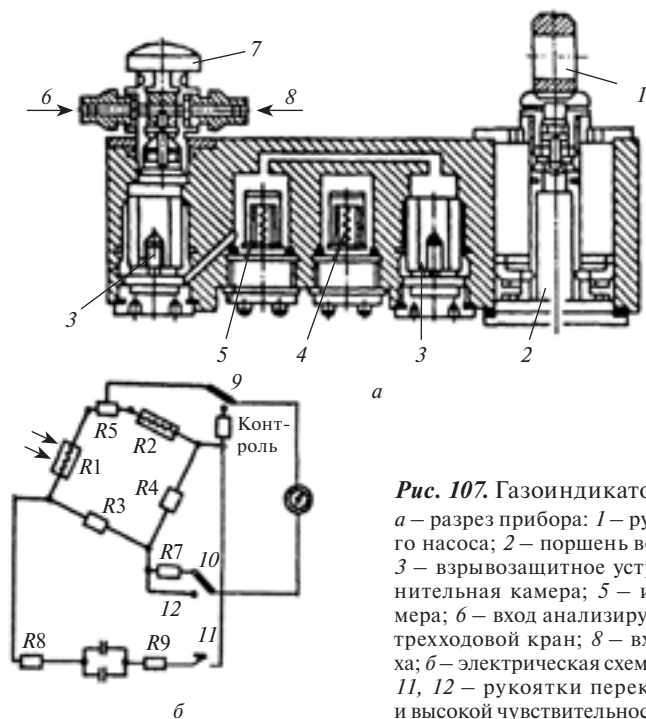


Рис. 107. Газоиндикатор ПГФ2М:

a – разрез прибора: 1 – рукоятка воздушного насоса; 2 – поршень воздушного насоса; 3 – взрывозащитное устройство; 4 – сравнительная камера; 5 – измерительная камера; 6 – вход анализируемого воздуха; 7 – трехходовой кран; 8 – вход чистого воздуха; *б* – электрическая схема; 9, 10 – тумблеры; 11, 12 – рукоятки переключателя низкой и высокой чувствительности гальванометра

воздух, на другую – газовоздушная смесь, в которой определяют процентное содержание газа. Пробу анализируемого газа разбавляют воздухом путем установки трехходового крана в соответствующее положение. При этом возможны следующие положения крана: в первом положении кран соединяет камеру газоиндикатора с газозаборным шлангом, во втором – с окружающей атмосферой и в третьем – с окружающей атмосферой и газозаборным шлангом.

Анализируемый газ засасывается в камеру прибора через трехходовой кран, имеющий два штуцера: для присоединения газоразборного шланга и сообщения камеры через отверстие с атмосферой. В обоих отверстиях втулки крана установлены калиброванные диафрагмы с определенным отношением проходных отверстий. Это позволяет разбавлять пробу газа с воздухом в соотношениях 1:2, 1:5, 1:10, что дает возможность анализировать концентрацию газа, значительно превышающую значение шкалы гальванометра.

Для анализа газа, концентрация которого выше, чем концентрации, отвечающие максимальному отклонению стрелки гальванометра, в электрической схеме имеется добавочное сопротивление к гальванометру, позволяющее снизить его чувствительность в 5 раз. Шкала гальванометра имеет три реперные точки, обозначенные красными треугольниками с индексами I, II и III.

Рабочие части прибора смонтированы на панели, прикрепленной к его корпусу. На наружной поверхности панели размещены трехходовой кран, гальванометр, шток насоса, кнопочный переключатель, кнопки реостата (напряжения и нулевого положения приборов), переключатель пределов измерения.

Источник питания электрической схемы — две параллельно включенные батареи карманного фонаря, помещенные в камеру прибора. Напряжение батареи должно быть не ниже 3,7 В. На внутренней стороне крышки помещены правила пользования прибором и пересчетная таблица для перевода отклонений стрелки гальванометра в концентрацию анализируемого газа.

Питание моста включается кнопочным выключателем. Для подготовки прибора к работе рукоятку переключателя необходимо поставить в положение «Контроль» и вращением рукоятки реостата с надписью «Установка напряжения» зафиксировать реперную точку. При этом переключатель диапазонов должен находиться в первом рабочем положении. Затем переключатель ставят в положение «Анализ» и в камеру засасывается чистый воздух. Вращением рукоятки нулевого реостата (до совпадения стрелки с нулем) устанавливают равновесие мостовой схемы прибора. После выполнения подготовительных работ можно приступить к анализу. Для этого с помощью насоса в рабочую камеру засасывают пробу анализируемого газа, нажимают кнопку «Накал». По таблице в соответствии с величиной отклонения стрелки определяют концентрацию газа.

Прибор после 1000 анализов подлежит контрольной проверке на правильность показаний.

Выпускают три модификации прибора ПГФ2М: ПГФ2М-И1А — для количественного определения в воздухе метана; ПГФ2М-И3А — для количественного определения в воздухе пропана, этилена и других газов; ПГФ2М-И4А — для определения в воздухе водорода. Прибор взрывобезопасен, что обеспечивается специальными взрывозащитными устройствами.

Оптический газоиндикатор ШИ-3. В газовых хозяйствах страны для определения содержания природных и сжиженных газов в воздухе наряду с электрическими применяют оптические газоиндикаторы. К этим приборам относят шахтные интерферометры

для контроля воздуха в шахтах. Принцип их работы основан на явлении интерференции, т. е. усилении или ослаблении однородных световых волн при наложении одной на другую. Контролируемый воздух в приборе находится на пути одного из двух световых лучей, имеющих одинаковые фазы.

Действие прибора основано на измерении смещения интерференционной картины вследствие изменения состава анализируемой пробы газовой смеси, находящейся на пути одного из двух лучей, способных интерферировать. Это смещение пропорционально разности между показателями преломления света газовой смеси и атмосферного воздуха, т. е. пропорционально содержанию метана и диоксида углерода в смеси. Интерференционная картина представляет собой белую полосу, ограниченную двумя симметрично окрашенными краями черных полос. Если в газовую и воздушную камеры направить чистый воздух, то интерференционная картина не смещается, а середина левой черной полосы совмещается с нулевой отметкой шкалы, отградуированной от 0 до 6 % метана с ценой деления 0,5 %.

На рис. 108 показана схема действия шахтного индикатора ШИ-3. От электрической лампы 15 свет проходит через конденсорную линзу 18 и параллельным пучком падает на зеркало 4, где разлагается на два интерферирующих пучка. Один пучок лучей отражается от верхней плоскости зеркала и проходит через две боковые полости 6 газовой камеры, заполненные чистым воздухом. Другой пучок

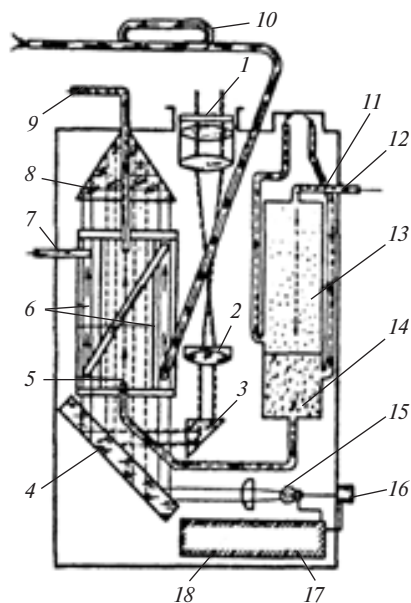


Рис. 108. Схема оптического газоиндикатора ШИ-3:

1 – окуляр; 2 – объектив; 3 – подвижная призма; 4 – плоскопараллельное зеркало; 5 – средняя полость газовой камеры; 6 – боковые полости камеры; 7, 9 – штуцеры для присоединения резиновой груши при наборе контролируемого воздуха; 8 – призма полного внутреннего отражения; 10 – трубчатый лабиринт; 11 – соединительные трубки; 12 – штуцер для контроля воздуха; 13 – патрон с поглотителем углекислоты; 14 – патрон с силикагелем; 15 – электрическая лампа; 16 – кнопка включения лампы; 17 – батарея; 18 – конденсорная линза

лучей отражается от нижней плоскости зеркала, дважды проходит вдоль средней полости 5 камеры, в которую набирается проба анализируемого воздуха. При выходе из газовой камеры эти пучки вновь попадают на зеркало 4, отражаются от его верхней и нижней плоскостей, сходятся в один пучок, проходящий через призму 8, затем пучок отклоняется призмой под прямым углом и попадает в объектив 2 зрительной трубки. Подвижная стеклянная призма 3 дает возможность передвигать интерференционную картину вдоль шкалы и устанавливать ее в нулевое положение. Анализируемый воздух засасывается резиновой грушей в прибор, поступает в верхнюю часть патрона 13, в котором имеется поглотитель углекислоты. Из патрона 13 по трубке 11 воздух направляется в нижнюю часть патрона 14, в которой имеется силикагель для поглощения паров воды. Далее осушенный и очищенный воздух поступает в среднюю газовую полость 5 газовой камеры и через штуцер 12 выпускается наружу.

Таким образом газовая камера при анализе заполняется контролируемым воздухом, а воздушная линия (лабиринт 10) заполняется чистым атмосферным воздухом. Лабиринт дает возможность поддерживать в воздушной линии атмосферное давление. После 500–600 определений поглотительный патрон для углекислоты необходимо перезарядить, так как углекислота может искажать результаты определения метана.

Сигнализатор СТХ-5А. Во многих газовых хозяйствах применяют автоматический, переносной термохимический сигнализатор СТХ-5А. Он предназначен для периодического контроля взрывоопасных концентраций горючих газов в воздухе производственных помещений и выдачи сигналов в диапазоне сигнальных концентраций. Диапазон сигнальных концентраций в рабочих условиях составляет 5–50 % нижнего предела воспламеняемости горючих газов.

Принцип действия сигнализатора основан на термохимической реакции окисления (сгорания) горючих газов на чувствительном элементе, включенном в зону моста.

В состав схемы входят: источник питания (два аккумулятора номинальным напряжением 2,5 В или батареи типа «Планета-1» или «Планета-2» напряжением 3,5 В); сигнализатор напряжения, обеспечивающий стабилизацию напряжения источника питания в пределах $1,8 \pm 0,1$ В; измерительный мост, включающий в себя измерительный и сравнительный чувствительные элементы, расположенные в датчике, и балансовые плечи-резисторы; узел отключения аккумуляторной батареи от нагрузки и выдачи сигнализации по разряду.

Работает сигнализатор следующим образом. Измерительный мост сигнализатора питается стабилизированным напряжением. В измерительную диагональ моста включен показывающий прибор с переменным резистором. При сгорании на чувствительном элементе пробы газоздушнoй смеси измерительный мост разбалансируется и в его диагонали появляется напряжение постоянного тока, пропорциональное по величине концентрации контролируемых веществ. Как только напряжение разбаланса достигнет определенной величины, стрелка показывающего прибора войдет в сигнальную зону. При входе стрелки показывающего прибора в сигнальную зону необходимо принять меры по выявлению и устранению причин появления опасной концентрации. Если при нажатии кнопки светодиoд не загорится, сигнализатор необходимо отправить на перезаряд аккумуляторов.

Подготовку сигнализатора к работе производят вне взрывоопасных помещений следующим образом: нажимают на кнопку и убеждаются, что загорелся светодиод; после того как успокоится стрелка показывающего прибора, устанавливают ее на начало шкалы с помощью резистора; отпускают кнопку и убеждаются, что светодиод погас.

В настоящее время в газовых хозяйствах появилось много новых сигнализаторов по определению загазованности помещений природным газом — метаном.

Новые сигнализаторы системы ТС — течеискатели-сигнализаторы были разработаны Белорусским НПП «Фармэк».

Наибольшее распространение получили сигнализаторы типов: ТГГ-90 — течеискатель горючих газов; ТС-92 — течеискатель-сигнализатор; ТПГ-94 — течеискатель для подземных газопроводов; ИМ-93 — измеритель метана.

Течеискатель ТГГ-90. Это прибор взрывозащищенного исполнения и предназначен для индикации наличия метана при определении мест утечек газа из газовой арматуры, оборудования и газопроводов систем газоснабжения. Течеискатель предназначен для работы в диапазоне температур от -20 до 40 °С и при относительной влажности не более 80 %.

Течеискатель состоит из датчика ПГС с защитным колпачком, корпуса с электронным блоком и блока аккумуляторов.

Принцип работы течеискателя основан на регистрации изменения сопротивления датчика при воздействии на него газа. Датчик включен в электрическую схему, которая находится в уравновешенном состоянии. При воздействии газа на датчик происходит разбаланс мостовой схемы, усиливаемый дифференциальным усилителем. Величину разбаланса мостовой схемы показывает табло,

отградуированное в процентном содержании метана в загазованной среде.

Течеискатель обеспечивает световую и звуковую сигнализацию при обнаружении мест утечек углеводородных газов.

Электропитание течеискателя осуществляется от встроенного сменного блока аккумуляторов с номинальным напряжением 5,2 В. О снижении напряжения питания ниже допустимого значения ($4,2 \pm 0,1$ В) прибор информирует непрерывным звуковым сигналом.

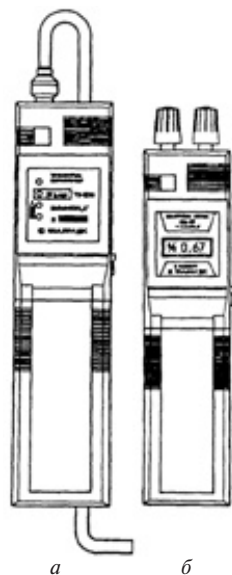
Техническая характеристика ТГГ-90

Диапазон работы по метану, % об. доли	0,01–100
Время прогрева индикатора, с, не более	10
Быстродействие, с, не более	3
Вид питания	Автономное
Напряжение питания, В	$5,45 \pm 0,55$
Максимальная потребляемая мощность, Вт, не более	1,2
Габариты, мм, не более	310×71×37
Масса, кг, не более	0,63
	(с элементами А343)
Время непрерывной работы, ч, не менее	8
Ток короткого замыкания, А, не более	0,25

Течеискатель-сигнализатор ТС-92

со встроенным микронасосом. Он разработан и изготавливается научно-производственным предприятием «Фармэк». Предназначен для определения и локализации утечек горючих и токсичных газов и оценки уровня загазованности в подвалах, колодцах, скважинах и других труднодоступных местах различных газопроизводящих и газопотребляющих предприятий, систем транспортирования и хранения газа путем сигнализации на уровне 1 % объемной доли метана (20 % НКПР). Выпускается во взрывозащитном и обычном исполнениях (рис. 109, а).

Рис. 109. Контрольные приборы:
а – течеискатель-сигнализатор ТС-92;
б – измеритель метана ИМ-93



Прибор ТС-92 используют на предприятиях газовой, химической, нефтеперерабатывающей, добывающей промышленности, энергетики, связи, в жилищно-коммунальном хозяйстве и т. д.

С применением дополнительных средств он безотказно работает на трассе газопровода. В основе работы течеискателя-сигнализатора лежит принцип регистрации изменения сопротивления полупроводникового датчика под воздействием на него газа. Конструктивно течеискатель состоит из пластмассового корпуса с размещенными внутри него микронасосом, датчиком, платы с блоком сигнализации, отсека питания.

Техническая характеристика ТС-92

Чувствительность в режиме течеискания по метану, % об. доли	0,01
Порог срабатывания сигнализации по метану, % об. доли	1
% НКПР	20
Погрешность срабатывания сигнализации, % об. доли	$\pm 0,4$
% НКПР	$\pm 8,0$
Быстродействие, с, не более	3
Производительность микронасоса, л/мин	до 2
Источник питания	4 аккумулятора НКГЦ-2
Напряжение питания, В	4—5,5
Диапазон рабочих температур, °С	—40—40
Устойчивость к перегрузкам, % об. доли	до 100
Габариты, мм	310×72×38
Масса без аккумулятора, г, не более	670

Измеритель метана ИМ-93. Он предназначен для измерения концентрации метана в пределах от 0 до 5 % об. доли и обеспечивает звуковую сигнализацию при достижении концентрации метана $1 \pm 0,25$ % об. доли [20 % нижнего концентрационного предела распространения пламени (КПРП)].

Измеритель (рис. 109, б) изготовлен в климатическом исполнении V категории 3 и предназначен для эксплуатации при температуре воздуха от —5 до 40 °С (возможна кратковременная работа при температуре до —30 °С), атмосферном давлении от 84 до 106,7 кПа и относительной влажности воздуха до 98 % при 25 °С.

Электропитание измерителя осуществляется от батареи аккумуляторов 4НКГЦ-2.0 (4НКГЦ-1.8). В основе работы измерителя лежит принцип регистрации изменения сопротивления термокаталитического датчика при воздействии на него газа.

Конструктивно измеритель состоит из пластмассового корпуса с размещенными внутри него платами, отсека питания и блока искрозащиты, а также датчика. При включении измерителя напряжение питания от аккумуляторной батареи через блок искрозащиты подается на преобразователь напряжения, поступает на стабилизатор и с его выхода подается на аналого-цифровой преобразователь (АЦП).

На вход АЦП поступают сигнал с термокаталитического сенсора (ТКС) и опорное напряжение со стабилизатора напряжения. Информация в цифровой форме отображается на устройстве цифровой индикации. Контроль уровня разряда аккумуляторной батареи выполняет устройство контроля питания (УКП), при разряде батареи сигнал с УКП поступает на блок управления, при этом отключается стабилизатор напряжения, который питает ТКС, и пускается блок звуковой сигнализации (БЗС).

Техническая характеристика ИМ-93

Пределы измерения, % об. доли:	
метана	0–5
пропана	0–2
Абсолютная погрешность, % об. доли:	
метана	$\pm 0,25$
пропана	$\pm 0,10$
Срабатывание сигнализации, % об. доли:	
метана	$1,0 \pm 0,25$
пропана	$0,4 \pm 0,10$
Диапазон рабочих температур, °С	–5–40
Источник питания	от 4 Ni-Cd аккумулятора
Время работы без подзарядки, ч, не менее	15
Маркировка взрывозащиты	1E×lb(1811)T5"X"
Масса, кг	0,7
Габариты, мм	300×70×40

Защитные и предохранительные устройства

При выполнении газоопасных и аварийных работ все работники обеспечиваются защитными средствами и приспособлениями. К ним относят противогазы, спасательные пояса, веревки, спецодежду, инструмент и приспособления.

Наибольшее распространение в газовом хозяйстве получили шланговые противогазы (самовсасывающие и с механической подачей воздуха).

Самовсасывающий шланговый противогаз ПШ-1 (рис. 110, а).

При пользовании аппаратом дыхательный шланг закрепляют на шлеме противогаза и спасательном поясе. Это делают для того, чтобы при передвижениях тяжесть длинного шланга не передавалась на шлем и не могла сдвинуть его с головы. Свободный конец противогаза с помощью штыря закрепляют с наветренной стороны, причем длина шланга в этом случае должна быть не более 15 м. Если свежий воздух приходится подавать с расстояния более 15 м, то вдыхание воздуха становится затруднительным. Для этих целей применяют противогазы типа ПШ-2 с подачей воздуха небольшим вентилятором с ручным или электрическим приводом. Такие противогазы имеют бронированные шланги длиной по 20 м, причем от одной воздуходувки могут снабжаться воздухом два шлема. В связи с тем что электродвигатель такого устройства имеет нормальное (невзрывобезопасное) исполнение, он должен размещаться за пределами зоны возможного появления газа.

При пользовании шланговыми противогазами необходимо убедиться в их исправности, для чего проверяют состояние маски и герметичность шланга. Годность шланга определяют путем зажима конца гофрированной трубки и контрольного вдоха; если при этом в маску попадает воздух, то пользоваться противогазом

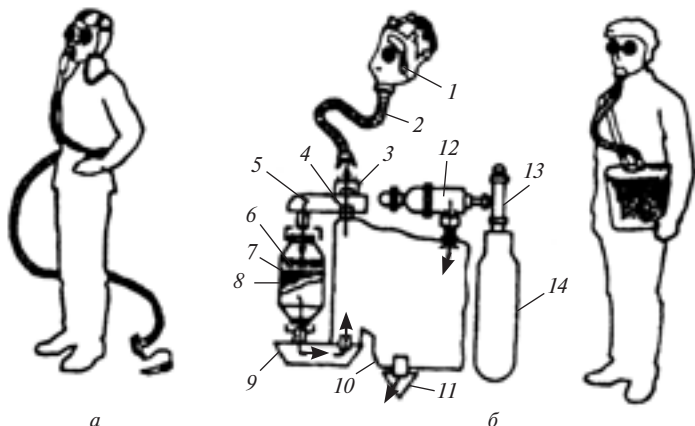


Рис. 110. Противогазы:

а – самовсасывающий шланговый; б – кислородно-изолирующий КИП-5: 1 – маска; 2 – шланг; 3 – соединительная коробка; 4 – дыхательный клапан; 5 – выдыхательный клапан; 6 – регенеративный патрон; 7 – поглотитель; 8 – сетка; 9 – соединительная трубка; 10 – дыхательный мешок; 11 – предохранительный клапан; 12 – редуктор; 13 – вентиль; 14 – кислородный баллон

нельзя. Необходимо также проверить, нет ли прорывов и проколов, а также исправны ли стекла и пряжки. Только после этого надевают маску.

Кислородно-изолирующие противогазы (КИП). Эти противогазы имеют замкнутую систему циркуляции воздуха, в которой во время пользования непрерывно восстанавливается состав воздуха. При этом происходит процесс, обратный процессу, происходящему в легких человека, т. е. поглощается диоксид углерода и пополняется количество кислорода. Поглощение диоксида углерода из выдыхаемого воздуха осуществляется в регенеративном патроне, наполненном специальным поглотителем. Запас кислорода пополняется из баллона вместимостью до 2 л, находящегося под высоким давлением. Наибольшее распространение получили противогазы КИП-5 и КИП-7.

На рис. 110, б показана принципиальная схема противогаза КИП-5. Противогазы этого типа полностью изолируют органы дыхания от загазованной среды и подают воздух, обогащенный кислородом, из баллона 14. Выдыхаемый воздух поступает в регенеративный патрон 6, где очищается от углекислоты, и через трубку 9 поступает в дыхательный мешок 10, который связан с кислородным баллоном через редуктор 12.

Таким образом в дыхательном мешке происходит восстановление необходимого состава воздуха, который через дыхательный клапан 4 вновь поступает в органы дыхания и удаляется обратно через выдыхательный клапан 5. Пользоваться такими противогазами можно после изучения их устройства и получения разрешения врача.

Спасательные пояса и веревки. Спасательные пояса и веревки применяют при работах в колодцах, котлованах и траншеях. Они предназначены для быстрого извлечения рабочих в случае необходимости. Спасательный пояс (рис. 111) должен охватывать талию человека и иметь две лямки, надеваемые на плечи и соединенные на спине между лопатками. В месте соединения лямок имеется стальное кольцо с карабином. К этому кольцу или пружинной защелке-карабину крепят капроновые или пеньковые веревки диаметром не менее 15 мм. Длина веревок должна быть не менее 6 м — на 3 м больше, чем глубина котлована, в котором проводятся работы. При подготовке пояса обращают внимание на то, чтобы кольцо располагалось не ниже лопаток. Применение поясов без наплечных ремней запрещается.

Наружный осмотр проводят ежедневно перед работой и после каждого применения.

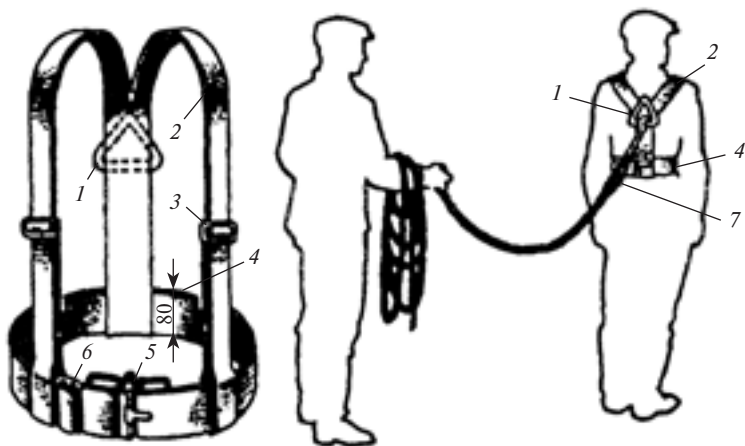


Рис. III. Спасательный пояс с веревкой:

1 – кольцо для веревки; 2 – лямки пояса; 3, 6 – пряжки; 4 – пояс; 5 – замок;
7 – веревка

Основные неисправности, при которых защитные средства не могут быть применены:

по спасательным поясам – повреждение плечевых лямок или поясной ленты, надрыв или порез ремней для застегивания, неисправность пряжки, отсутствие на заклепках шайб;

по карабинам – заедание затвора при его открывании, деформация карабина, наличие выступов и неровностей в месте входа крепления в замок, ослабление пружины затвора, неплотности и выступы в месте шарнирного крепления затвора;

по спасательным веревкам – наличие значительного количества обрывов нитей (10–15) в веревке, несоответствие длины веревки характеру выполняемой работы. Наружный осмотр веревок не реже одного раза в 10 дней, а также после каждого применения в дождливую или снежную погоду проводит лицо, ответственное за производство работ. Каждому поясу и веревке присваивается инвентарный номер.

Помимо наружного осмотра защитные средства и приспособления периодически испытывают и после этого составляют акты установленной формы. Противогазы испытывают на герметичность перед выполнением каждой газоопасной работы. Испытания спасательных поясов, карабинов и спасательных веревок проводят не реже двух раз в год.

Спасательные пояса с кольцами для карабинов испытывают на прочность нагрузкой 200 кг. Для этого к кольцу испытываемого

пояса, застегнутого на обе пряжки, прикрепляют груз 200 кг и оставляют в подвешенном состоянии в течение 5 мин. После снятия нагрузки на поясе не должно быть следов повреждений.

Поясной карабин испытывают на прочность, прикрепляя к нему груз 200 кг, и выдерживают под нагрузкой в течение 5 мин. После снятия груза карабин не должен иметь следов деформации, а освобожденный затвор его должен свободно и правильно встать на свое место. Спасательные веревки испытывают на прочность, прикрепляя груз 200 кг к подвешенной на всю длину веревке. Испытание веревки длится 15 мин. До и после испытания замеряют длину веревки. Если после испытания длина веревки увеличится более чем на 5 % первоначальной длины, то ее считают непригодной для использования.

Взрывобезопасный слесарный инструмент. При выполнении газоопасных работ используют взрывобезопасный инструмент из цветных металлов, не дающий искр при работе. Для изготовления таких инструментов применяют медь, бронзу и некоторые сплавы. Для ударных инструментов чаще всего используют фосфористую или бериллиевую бронзу, а также сплавы меди. Для предотвращения искрообразования проводят обмеднение стальных инструментов. Эта операция производится наплавкой на них слоя меди кислородно-ацетиленовым пламенем. В некоторых газовых хозяйствах с успехом применяют гальваническое обмеднение инструмента. Сущность этого способа заключается в следующем. Поверхность инструмента обезжиривают водным раствором магниевой извести. Процесс обмеднения ведется в гальванической ванне с соответствующими растворами и медной проволокой. После обмеднения инструмент промывают водой и просушивают. При правильном проведении процесса слой меди должен быть светло-розового цвета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кязимов К. Г., Гусев В. Е.* Устройство и эксплуатация газового хозяйства. — М. : Академия, 2006.
2. Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации газового хозяйства организаций. — М. : Минтруд России, 2003.
3. Полимеры в газоснабжении : справочник — М. : Машиностроение, ЗАО «Полимергаз», 2004–2007.
4. Правила безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы (ПБ-12-609–03). — М. : ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003.
5. Правила безопасности систем газораспределения и газопотребления (ПБ 12-529–03). — М. : ГУП «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003.
6. СНиП 42-01–2002. Газораспределительные системы. — М. : Госстрой России, 2003.
7. СП 42-0105–99 «Контроль качества сварных соединений полиэтиленовых газопроводов». — М. : ОАО «Росгазификация», 1999.
8. СП 42-101–2003 «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб». — М. : ЗАО «Полимергаз», 2003.
9. СП 42-104–97 «Свод правил по применению запорной арматуры для систем газоснабжения» — М. : ОАО «Росгазификация», 1997.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава 1. ГОРЮЧИЕ ГАЗЫ И ИХ СВОЙСТВА	3
Основные сведения о газообразном и жидком топливе	3
Физико-химические свойства природных газов	3
Горение природного газа	5
Горючие газы, используемые в жилищно-коммунальном хозяйстве	6
Токсичность газового топлива и продуктов сгорания	10
Глава 2. УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ	12
Системы газораспределения городов и населенных пунктов	12
Основные требования к прокладке подземных газопроводов	14
Трубы и их соединения	17
Газовая арматура и оборудование	29
Приемка и ввод газопроводов в эксплуатацию	37
Техническое обслуживание газопроводов	40
Ремонтные работы	45
Глава 3. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАЗА	53
Особенности газового топлива	53
Условия воспламенения и горения газа	56
Продукты сгорания газа и контроль за процессом горения	58
Скорость распространения газового пламени	59
Стабилизация газового пламени	61
Методы сжигания газа	63
Основные направления повышения эффективности использования газового топлива	65
Рациональное сжигание газа и защита воздушного бассейна	68

Глава 4. ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ	70
Классификация	70
Диффузионные горелки	71
Инжекционные горелки	73
Горелки с принудительной подачей воздуха	80
Комбинированные горелки	81
Автоматизация процессов сжигания газа	86
Глава 5. ИНСТРУМЕНТЫ	
И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	88
Измерительный инструмент	88
Инструмент для сверления, зенкерования	
и развертывания	89
Инструмент для нарезания резьбы	89
Инструмент для резки металла	94
Инструмент для опиливания и шлифования	96
Инструмент для разметки	96
Инструмент и приспособления для выполнения	
слесарных работ	97
Глава 6. УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ	
ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫХ ПУНКТОВ (ГРП)	107
Устройство ГРП (ГРУ)	107
Регуляторы давления	110
Предохранительные устройства ГРП (ГРУ)	130
Газовые фильтры	136
Контрольно-измерительные приборы	138
Эксплуатация ГРП	146
Ревизия оборудования	149
Неисправности оборудования, способы их обнаружения	
и устранения	151
Правила безопасности при эксплуатации ГРП	155
Глава 7. УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ	
БЫТОВОЙ ГАЗОВОЙ АППАРАТУРЫ	157
Устройство внутренних газопроводов	157
Основные характеристики газовых приборов	159
Бытовые газовые плиты	160

Проточные водонагреватели	178
Емкостные водонагреватели	200
Отопительные газовые аппараты	209
Автоматические устройства газовой аппаратуры и приборов	232
Организация газоснабжения городов	240
Глава 8. УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДОМОВЫХ ГАЗОПРОВОДОВ	241
Устройство домовых газопроводов	241
Эксплуатация домовых газопроводов и приборов	244
Отвод продуктов сгорания и эксплуатация газоходов	247
Ввод в эксплуатацию и пуск газа в бытовые газовые приборы	249
Глава 9. ГАЗОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	252
Пищеварочные котлы	252
Ресторанные плиты	255
Индивидуальные и групповые баллонные установки	257
Групповые резервуарные установки	261
Регазификация	262
Глава 10. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА В ГАЗОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ	267
Выполнение газоопасных работ	267
Производство аварийных работ	269
Газоиндикаторы	271
Защитные и предохранительные устройства	279
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	284

Производственно-практическое издание

Кязимов К. Г., Гусев В. Е.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ И РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ

**Практическое пособие для слесаря
газового хозяйства**

Редактор *Е. А. Евтеева*
Художественный редактор *Е. Г. Земцова*
Технический редактор *Ж. М. Голубева*
Компьютерная верстка *С. П. Моргун*
Корректор *Г. И. Эрли*

Подписано в печать 00.04.2008 г. Формат 60×88 ¹/₁₆.
Гарнитура Ньютон. Усл. печ. л. 18,0. Уч.-изд. л. 18,5.
Тираж 10 000 экз. (1-й завод 1–3000 экз.).
Изд. № 791. Заказ № 000.

ЗАО «Издательство НЦ ЭНАС».
115114, Москва, Дербеневская наб., д. 11,
Бизнес-центр «Полларс», корп. Б.
Тел. (495) 913-66-20.
E-mail: adres@enas.ru
<http://www.enas.ru>

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ФГУП «Производственно-издательский комбинат ВИНТИ».
140010, Московская обл., г. Люберцы, Октябрьский просп., 403.
Тел. 554-21-86