

КНИЖНАЯ ПОЛКА

СПЕЦИАЛИСТА

**ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ДЛЯ СЛЕСАРЯ
ГАЗОВОГО ХОЗЯЙСТВА**

**ЭКСПЛУАТАЦИЯ
И РЕМОНТ
ОБОРУДОВАНИЯ
СИСТЕМ
ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

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, 2012. — 288 с. : ил. (Книжная полка специалиста).

ISBN 978-5-4248-0075-7

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

ISBN 978-5-4248-0075-7

© К. Г. Кязимов, В. Е. Гусев, 2012
© ООО НЦ «ЭНАС», 2012

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

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 $0,02 \text{ г/м}^3$.

Теплота сгорания – это количество тепла, которое выделяется при полном сгорании 1 м^3 газа. Измеряется в ккал/ м^3 , кДж/ м^3 газа. Различают высшую теплоту сгорания Q_v^c , когда учитывается тепло, затраченное на конденсацию водяных паров, которые находятся в дымовых газах, и низшую $Q_{н}^c$, 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/м^3 . Плотность природного газа зависит от его состава и находится в диапазоне $\rho_g = 0,73–0,85 \text{ кг/м}^3$.

Важной характеристикой любого горючего газа является жаропродуктивность, 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.

Жаропродуктивность природных газов составляет примерно $2000–2100 \text{ }^\circ\text{C}$, метана – $2043 \text{ }^\circ\text{C}$. Действительная же температура горения в топках существенно ниже жаропродуктивности и зависит от условий сжигания.

Температура воспламенения – это такая температура топливоздушная смеси, при которой смесь начинает гореть без источника воспламенения. Для природного газа она составляет $645–700 \text{ }^\circ\text{C}$.

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

до 5 % – не горит;

от 5 до 15 % – взрывается;

больше 15 % – горит при подаче воздуха.

Давление при взрыве природного газа составляет $0,8–1,0 \text{ МПа}$.

Природный газ не имеет запаха. Для определения утечки газ одоризируют (придают ему специфический запах). Для одоризации используют этилмеркаптан (C_2H_5SH). Норма одоризации $16 \text{ г } C_2H_5SH$ на 1000 м^3 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.

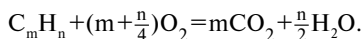
Наличие в помещении более 20 % газа вызывает удушье, скопление его в закрытом объеме от 5 до 15 % может привести к *взрыву газозооушной смеси*. При *неполном сгорании образуется токсичный угарный газ CO*, который даже при небольших концентрациях может привести к отравлению обслуживающего персонала.

Горение природного газа

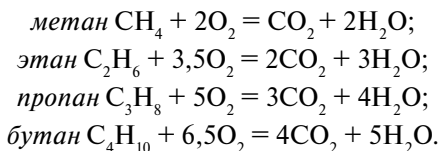
Горение природного газа – это сложный физико-химический процесс взаимодействия горючих его составляющих с окислителем, при котором происходит преобразование химической энергии топлива в тепло.

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 излишка 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 $t = 0$ °С $p = 100$ 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 средами 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

$$V_2 = V_1 (1 + k\Delta t),$$

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: $V_{t_{40}} = 45 (1 + 0,003 \cdot 40) = 45 \cdot 1,12 = 54$ 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 – многоречные 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 предназначены 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, прокладывают 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 прядью 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 ацетиленового газа 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, контргайки, 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 электрические 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 материалоемкости.

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

удешевление и увеличение темпов строительно-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	6,12
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.