



Уральский
федеральный
университет

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

Строительный институт

Н. В. КОЛПАКОВА
А. С. КОЛПАКОВ

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ПЕРВОГО ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б. Н. ЕЛЬЦИНА

Н. В. Колпакова, А. С. Колпаков

ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Рекомендовано методическим советом УрФУ
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по программе бакалавриата
по направлению подготовки 270800 «Строительство»

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2014

УДК 696.2(075.8)
К615

Рецензенты:
кафедра энергетики

Уральского государственного лесотехнического университета
(заведующий кафедрой доктор технических наук,
профессор С. М. Шанчуров);

Д. А. Приходько, ГИП проектного отдела департамента БМК
ЗАО «Завод БМК ЭнергоЛидер»

Научный редактор

Н. П. Ширяева, кандидат технических наук, доцент

Колпакова, Н. В.

К615 Газоснабжение : [учеб. пособие] / Н. В. Колпакова,
А. С. Колпаков ; [науч. ред. Н. П. Ширяева] ; М-во образования
и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург :
Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 200 с.

ISBN 978-5-7996-1185-9

В учебном пособии даны основы организации систем газоснабжения различными видами углеводородных газов. Показаны процессы горения газообразного топлива, описаны устройства его сжигания, способы газоснабжения зданий, системы дымоудаления, бытовое газопотребляющее оборудование. Также рассмотрены вопросы автоматизации процессов горения, газоснабжения предприятий и котельных. Приводятся правила испытания газопроводов и ввода их в эксплуатацию.

Для студентов, обучающихся по направлению бакалавриата «Строительство» (профиль «Теплоснабжение и вентиляция»), собирающихся связать свою профессию с проектированием и эксплуатацией газового хозяйства, а также для действующих специалистов.

УДК 696.2(075.8)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Раздел 1. ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО	7
1.1. Классификация горючих газов	7
1.2. Состав газообразного топлива	9
1.3. Газовые месторождения России	13
1.4. Добыча и транспортировка газа. Схемы промышленного и магистрального газопроводов и их сооружений	15
1.5. Очистка и одоризация газа. Требования к одорантам	19
1.6. Физические и тепловые свойства газообразного топлива	23
1.7. Преимущества и недостатки газа перед другими видами топлива	26
Раздел 2. ГОРОДСКИЕ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ	28
2.1. Принципиальная схема газоснабжения города. Основные сооружения. Нормы давления газа	28
2.2. Классификация газопроводов. Условия присоединения газопроводов к газовым сетям	34
2.3. Схемы кольцевых и тупиковых систем газоснабжения, систем с двумя и несколькими степенями давления	37
2.4. Конструкции и устройства наружных газопроводов. Подземные, надземные и наземные газопроводы	39
2.5. Детали и оборудование газопроводов	46
2.6. Материал труб, сортамент	59
Раздел 3. ЗАЩИТА ГАЗОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ	62
3.1. Природа коррозии. Коррозия внутренних и внешних поверхностей газопроводов	62
3.2. Методы защиты от коррозии. Пассивная и активная защита. Защита надземных газопроводов	66

Раздел 4. ГАЗОРЕГУЛЯТОРНЫЕ ПУНКТЫ И УСТАНОВКИ	73
4.1. Назначение газорегуляторных пунктов и установок. Требования к их помещениям	73
4.2. Схема газорегуляторных пунктов и установок. Принцип работы, основное оборудование	77
4.3. Регуляторы давления газа, их функции. Классификация. Схемы регуляторов. Выбор регулятора давления	78
4.4. Предохранительные клапаны, их назначение, место установки. Схемы клапанов, их настройка, принцип работы	81
4.5. Контрольно-измерительные приборы. Газовые счетчики и расходомеры, их подбор и расчет	84
4.6. Фильтры	87
Раздел 5. СНАБЖЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ СЖИЖЕННЫМИ УГЛЕВОДОРОДНЫМИ ГАЗАМИ	90
5.1. Свойства сжиженных углеводородных газов, основные особенности. Охлаждающее действие газов	90
5.2. Хранение и транспортировка сжиженных углеводородных газов	93
5.3. Индивидуальные и групповые баллонные установки	97
5.4. Резервуары для хранения и транспортировки сжиженных углеводородных газов	98
5.5. Газонаполнительные станции сжиженного газа	100
5.6. Регазификация. Испарительные установки	103
Раздел 6. ГОРЕНИЕ ГАЗООБРАЗНОГО ТОПЛИВА	108
6.1. Реакции горения газа. Стехиометрические соотношения. Коэффициент избытка воздуха	108
6.2. Условия качественного сжигания газа	111
6.3. Топливный эквивалент. Условное топливо	112
6.4. Скорость распространения пламени	114
6.5. Нормальный режим горения и условия, определяющие отрыв и проскок пламени	117
6.6. Стабилизация газового пламени	118
6.7. Диффузионный, кинетический и смешанный методы сжигания газа ...	120
Раздел 7. ГАЗОВЫЕ ГОРЕЛКИ, ИХ ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	123
7.1. Классификация газовых горелок. Технические характеристики горелок	123
7.2. Конструкции газовых горелок	128
7.3. Автоматизация процессов сжигания газа	143

Раздел 8. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ЗДАНИЙ	145
8.1. Устройство внутридомовых газопроводов	145
8.2. Отключающие устройства внутридомовых газопроводов. Фуляр	152
8.3. Бытовые газовые приборы	156
8.4. Отвод продуктов сгорания	168
8.5. Расчет дымоходов	172
Раздел 9. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ КОТЕЛЬНЫХ. ГАЗОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ. ПРОКЛАДКА ГАЗОПРОВОДОВ	177
9.1. Системы газоснабжения промышленных предприятий и производственных котельных	177
9.2. Газовое оборудование, прокладка газопроводов	183
Раздел 10. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ	189
10.1. Контрольно-измерительные приборы	189
10.2. КИП-автоматика процессов сжигания газа	191
Раздел 11. ИСПЫТАНИЕ ГАЗОПРОВОДОВ И ВВОД ИХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ	193
Список библиографических ссылок	199
Рекомендуемая нормативная документация	199

ПРЕДИСЛОВИЕ

Россия является самой крупной газодобывающей и газопотребляющей страной мира. Разведка газовых месторождений и добыча природного газа в настоящее время в стране идут полным ходом, что ведет за собой наращивание темпов газификации коммунально-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных объектов. Вследствие увеличения объемов газификации возникает необходимость подготовки высококвалифицированных специалистов, что требует разработки и выпуска учебной литературы, отвечающей всем требованиям нормативной документации.

В газоснабжении, как и во всякой дисциплине, важно дать прежде всего теоретические основы знаний, базирующиеся на таких дисциплинах, как физика, химия, термодинамика, тепломассообмен.

Пособие написано в соответствии с учебной программой по курсу «Газоснабжение».

Исходя из задач инженерной подготовки студентов в пособии излагаются вопросы о составе и свойствах горючих газов; способах добычи транспортировки природных и сжиженных газов; системах газоснабжения городов, населенных пунктов и промышленных предприятий; методах защиты газопроводов от коррозии, принципах работы и основном оборудовании газорегуляторных пунктов и установок; составе, свойствах, основных особенностях сжиженных углеводородных газов; основных особенностях горения газообразного топлива, на основе которых разрабатывают конструкции газовых горелок; автоматизации процессов горения газообразного топлива.

Пособие разработано на основе государственных нормативных документов, по которым разрабатывается проектная документация, осуществляются строительство, ремонт и эксплуатация объектов газоснабжения.

При подготовке книги были использованы материалы, опубликованные в свободной печати, не требующие получения специального разрешения для помещения в учебном издании.

Раздел 1

ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО

1.1. Классификация горючих газов

Газы — одно из агрегатных состояний вещества, в котором его частицы движутся хаотически, равномерно заполняя весь возможный объем.

Горючие газы добывают из недр земли. Они представляют собой смесь различных углеводородов метанового ряда, предельных углеводородов ($C_n H_{2n+2}$).

Природные газы

Природные газы не содержат водорода, окиси углерода и кислорода. Содержание азота и углекислого газа обычно бывает невысоким. Газы некоторых месторождений содержат в небольших количествах сероводород.

По способу добычи природные газы можно подразделить на три группы:

1. Газы, добываемые из чисто газовых месторождений. Они в основном состоят из метана и являются тощими, или сухими. Тяжелых углеводородов (от пропана и выше) сухие газы содержат менее 50 г/м^3 . Основные составляющие: метан (CH_4) (до 98 % от общего объема газа, зависит от газодобывающего месторождения), этан (C_2H_6), пропан (C_3H_8), бутан (C_4H_{10}), пентан (C_5H_{12}) и гексан (C_6H_{14}), а также другие изомеры. Кроме углеводородов в составе природных газов могут присутствовать азот, диоксид углерода, сероводород и инертные газы.

2. Газы, которые выделяются из скважин нефтяных месторождений совместно с нефтью, часто называют попутными, или нефтяными. Помимо метана они содержат значительное количество более тяжелых углеводородов (обычно свыше 150 г/м^3)

и являются жирными газами. Жирные газы представляют собой смесь сухого газа, пропан-бутановой фракции и газового бензина.

3. Газы, которые добывают из конденсатных месторождений, состоят из смеси сухого газа и паров конденсата, который выпадает при снижении давления (процесс обратной конденсации). Пары конденсата представляют собой смесь паров тяжелых углеводородов, содержащих C_5 и выше (бензина, лигроина, керосина).

Сухие газы легче воздуха, а жирные легче или тяжелее в зависимости от содержания тяжелых углеводородов. Низшая теплота сгорания сухих газов, добываемых в России, составляет $31\ 000\ \text{кДж/м}^3$. Теплота сгорания попутных газов выше и изменяется от $38\ 000$ до $63\ 000\ \text{кДж/м}^3$.

На газобензиновых заводах из попутных газов выделяют газовый бензин и пропан-бутановую фракцию, которую используют для газоснабжения городов в виде сжиженного газа.

По способу получения газы подразделяются на природные и искусственные.

Помимо газов, добытых из залежей земной коры, на промышленных и сельскохозяйственных предприятиях, а также в коммунально-бытовом секторе используют небольшое количество искусственных газов, полученных путем переработки твердых и жидких топлив. Искусственные газы состоят из углеводородов неопределенного ряда ($C_n H_{2n}$), таких как этилен ($C_2 H_4$), пропилен ($C_3 H_6$), бутилен ($C_4 H_8$) и др.

Искусственные газы

Газы безостаточной газификации получают частичным сжиганием твердых топлив в потоке воздуха, кислорода или в смеси их с водяным паром. В результате такой термохимической переработки топлива углерод, содержащийся в нем, взаимодействует с кислородом и водяным паром и образует окись углерода и водород. Аппараты, в которых осуществляется газификация топлив, называются газогенераторами, а газы, получаемые таким методом, — генераторными. К ним относятся: генераторный водяной, генераторный паровоздушный, доменный, газ подземной газифи-

кации углей и др. Низшая теплота сгорания их не превышает 2 500 ккал/м³. Существенными недостатками большинства искусственных газов являются высокая токсичность и малая теплота сгорания, объясняемая большим содержанием балластных компонентов.

По методу производства искусственные горючие газы подразделяют на две основные группы:

- газы высокотемпературной (до 1 000 °С) и среднетемпературной (до 600 °С) перегонки твердых и жидких топлив;
- газы безостаточной газификации твердого топлива.

Газы первой группы, к которым относятся коксовый, сланцевый и газы пиролиза нефти, получают в термических печах и установках нагреванием твердого или жидкого топлива без доступа воздуха. При этом в процессе термического разложения горючей части исходных топлив помимо таких продуктов производства, как кокс, смолы, бензин, керосин и др., выделяется значительное количество горючих газов. Так, при переработке 1 т каменного угля можно получить 300÷350 м³ коксового газа, при переработке 1 т сланцев — 350÷400 м³ сланцевого газа, а при крекинге нефти выход горючих газов достигает 200÷250 м³/т. Низшая теплота сгорания газов сухой перегонки твердых топлив 3 500÷4 500 ккал/м³, а газа пиролиза нефти — до 11 000 ккал/м³.

При термической переработке твердых топлив в зависимости от способа переработки получают газы сухой перегонки и генераторные газы. Как те, так и другие в настоящее время весьма редко применяют для газоснабжения городов и промышленности.

1.2. Состав газообразного топлива

В состав горючих газов входят водород, метан, другие углеводородные соединения, сероводород, негорючие газы, двуокись углерода, кислород, азот и незначительное количество водяных паров, а также другие элементы.

Природный газ бесцветен и не имеет запаха (в том случае, если не имеет в своем составе сероводорода), он легче воздуха. Горюч и взрывоопасен.

Горючие элементы природного газа, их характеристики

Метан (CH_4) — бесцветный газ без запаха, легче воздуха. Горюч, но его можно хранить с достаточной легкостью. Предел его воспламеняемости — от 5 до 15 %. Именно эти качества позволили использовать природный газ как один из основных видов топлива. Опасная для жизни концентрация метана — более 10 %, так как вследствие нехватки кислорода может наступить удушье.

Для обнаружения утечки газ подвергают одоризации, иначе говоря, добавляют сильнопахнущее вещество (этилмеркаптан). При этом газ можно обнаружить уже при концентрации 1 % от общего объема.

Кроме метана в природном газе могут присутствовать другие горючие газы — пропан, бутан и этан.

Этан (C_2H_6) — бесцветный газ без запаха и цвета, чуть тяжелее воздуха. Также горюч, но не используется как топливо.

Пропан (C_3H_8) — бесцветный газ без запаха, ядовит. У него имеется полезное свойство: пропан сжижается при небольшом давлении, что позволяет легко отделять его от примесей и транспортировать.

Бутан (C_4H_{10}) — по свойствам близок к пропану, но имеет более высокую плотность. Вдвое тяжелее воздуха.

Водород (H_2) — самый легкий газ, он легче воздуха в 14,5 раза. Очевидно, что чем меньше масса молекул, тем выше их скорость при одной и той же температуре. Как самые легкие, молекулы водорода движутся быстрее молекул любого другого газа и тем самым быстрее могут передавать теплоту от одного тела к другому. Отсюда следует, что водород обладает самой высокой теплопроводностью среди газообразных веществ. Его теплопроводность примерно в семь раз выше теплопроводности воздуха.

Молекула водорода двухатомна. При нормальных условиях это газ без цвета, запаха и вкуса. Плотность — 0,08987 г/л (н. ф. у. — нормальные физические условия: $t = 0^\circ\text{C}$; $P = 0,1013$ МПа), температура кипения — $-252,76^\circ\text{C}$, удельная

теплота сгорания — $120,9 \cdot 10^6$ Дж/кг, малорастворим в воде (растворимость — 18,8 мл/л).

Водород отличается высокой реакционной способностью, водородно-воздушные смеси имеют широкие пределы воспламеняемости и весьма взрывоопасны.

Оксид углерода (СО) — представляет собой бесцветный газ без вкуса и запаха. Горюч. Так называемый «запах угарного газа» на самом деле представляет собой запах органических примесей.

Основными типами химических реакций, в которых участвует оксид углерода (II), являются реакции присоединения и окислительно-восстановительные реакции, в которых он проявляет восстановительные свойства.

Оксид углерода оказывает на организм человека токсическое воздействие, так как легко вступает в соединение с гемоглобином крови.

Негорючие элементы природного газа, их характеристики

Углекислый газ (CO_2) — газ без цвета и запаха, тяжелее воздуха, растворим в воде, при сильном охлаждении кристаллизуется в виде белой снегообразной массы — «сухого льда». При атмосферном давлении он не плавится, а испаряется, температура сублимации — 78°C . Углекислый газ образуется при гниении и горении органических веществ. Содержится в воздухе и минеральных источниках, выделяется при дыхании животных и растений. Мало растворим в воде (один объем углекислого газа в одном объеме воды при 15°C).

По химическим свойствам диоксид углерода относится к кислотным оксидам. При растворении в воде образует угольную кислоту. Реагирует со щелочами с образованием карбонатов и гидрокарбонатов.

Углекислый газ является тяжелым, по сравнению с воздухом, газом без цвета и запаха. Воздействие его повышенных концентраций на живые организмы относит его к удушающим газам.

Отравление этим газом не приводит к долговременным последствиям и после его завершения происходит полное восстановление организма.

Гелий (He) — практически инертный, наименее химически активный элемент VIII группы Периодической системы элементов Д. И. Менделеева (инертные газы). При нормальных условиях гелий ведет себя практически как идеальный газ. Простое вещество гелий — нетоксично, не имеет цвета, запаха и вкуса.

Сероводород (H₂S) (сернистый водород, сульфид водорода, дигидросульфид) — бесцветный газ с запахом протухших яиц и сладковатым вкусом. Плохо растворим в воде, хорошо — в этаноле. Ядовит. При больших концентрациях разъедает многие металлы. Концентрационные пределы воспламенения с воздухом составляют 4,5÷45 % сероводорода. В природе встречается очень редко в виде смешанных веществ нефти и газа.

Очень токсичен. Вдыхание воздуха с небольшим содержанием сероводорода вызывает головокружение, головную боль, тошноту, а со значительной концентрацией приводит к судорогам, отеку легких и даже летальному исходу. При высокой концентрации однократное вдыхание может вызвать мгновенную смерть. При небольших концентрациях довольно быстро возникает адаптация к неприятному запаху «тухлых яиц», и он перестает ощущаться. Во рту возникает сладковатый металлический привкус.

Кислород (O₂) — элемент XVI группы (по устаревшей классификации — главной подгруппы VI группы) второго периода Периодической системы элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 8). Масса 1 м³ кислорода составляет 1,43 кг.

Сильный окислитель, взаимодействует практически со всеми элементами, образуя оксиды. Степень окисления — 2. Как правило, реакция окисления протекает с выделением тепла и ускоряется при повышении температуры.

Содержание кислорода в газе понижает его теплотворную способность и делает газ взрывоопасным. Поэтому содержание кислорода в газе не должно быть более 1 % по объему.

Азот (N_2) — элемент XV группы (по устаревшей классификации — главной подгруппы V группы) второго периода Периодической системы элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 7. Азот практически не реагирует с кислородом, поэтому при расчетах процессов горения его рассматривают как инертный газ. Содержание азота в различных газах колеблется в значительных пределах.

1.3. Газовые месторождения России

Газовые месторождения классифицируются на:

- мелкие: до 10 млрд m^3 газа;
- средние: 10–100 млрд m^3 газа;
- крупные: 100–1 000 млрд m^3 газа;
- крупнейшие (гигантские): $1 \div 5$ трлн m^3 газа;
- уникальные (супергигантские): 5 трлн m^3 и более.

Согласно последней научной оценке суммарные начальные ресурсы газа в России составляют 235,6 трлн m^3 , из которых почти 100 трлн m^3 приходится на Западную Сибирь, 60 трлн m^3 — на остальные районы суши и 75 трлн m^3 — на континентальный шельф окраинных и внутренних морей страны, главным образом арктических — Карского и Баренцева. В России открыто около 750 газовых (газоконденсатных, газонефтяных) месторождений с общими разведанными запасами газа около 46,9 трлн m^3 . По оценке зарубежных экспертов, мировые разведанные запасы газа составляют 150,2 трлн m^3 , доля стран СНГ в которых близка к 37,8 %, в том числе России — 32,1 %.

Основные газовые месторождения России:

1. Альбановское — нефтегазоконденсатный участок в Баренцевом море, в территориальных водах России. Участок находится в стадии изучения геологического строения.

Прогнозные ресурсы нефти, газа и конденсата в пределах Альбановского участка недр на основании количественной оценки ресурсов углеводородного сырья РФ по состоянию на 1 января

2009 г. составляют по газу — 1,254 трлн м³; по конденсату — 43,3 млн т (геологические), 30,3 млн т (извлекаемые).

2. Астраханское газоконденсатное месторождение — месторождение газа, расположенное в юго-западной части Прикаспийской впадины (Прикаспийская нефтегазоносная провинция), в 60 км к северо-востоку от Астрахани.

Размеры залежи 100 × 40 км. Добыча ведется с глубины 4 100 м. Запасы оцениваются в 2,5 трлн м³ газа и 400 млн т конденсата с высоким содержанием сероводорода (26 %) и углекислого газа (16 %). При годовой добыче в 12 млрд м³ запасов газа в месторождении хватит на сотни лет.

3. Ковыктинское месторождение (Ковыкта) — перспективное газоконденсатное месторождение в Иркутской области. Открыто в 1987 г.

Месторождение расположено в необжитой местности на востоке Иркутской области, в 450 км к северо-востоку от Иркутска, на территории Жигаловского и Казачинско-Ленского районов. Запасы природного газа на месторождении оцениваются в 1,9 трлн м³ газа, 2,3 млрд м³ гелия и 115 млн т жидкого газового конденсата.

4. Русановское газовое месторождение, расположено в Карском море. Открыто в 1992 г. Месторождение содержит семь залежей конденсатсодержащего газа. Залежи на глубине 1 650–2 450 м. Начальные запасы — 3,0 трлн м³ природного газа.

5. Уренгойское газовое месторождение — супергигантское газовое месторождение, третье в мире по величине газовых запасов, которые превышают 10 трлн м³ (10¹³ м³). Находится в Ямало-Ненецком автономном округе (Тюменская область), немного южнее Северного полярного круга.

6. Ямбургское нефтегазоконденсатное месторождение — месторождение газа, газового конденсата и нефти. Открыто в 1969 г. Расположено в заполярной части Западно-Сибирской равнины, на Тазовском полуострове в субарктической зоне. За период эксплуатации Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения добыто более 4 трлн м³ газа и около 18 млн т газового конденсата.

1.4. Добыча и транспортировка газа.

Схемы промыслового и магистрального газопроводов и их сооружений

Процесс возникновения природного газа

В ходе образования нашей планеты на материнской породе оседали другие слои отложений, под тяжестью этих слоев и в результате смещения земной коры материнская порода опускалась все глубже и глубже. По мере опускания на глубину в несколько тысяч метров давление на пласт породы, содержащей органический материал, возрастало, а плотность и температура увеличивались. При $60\div 120$ °С из органического материала образовывалась нефть. Если же материнская порода подвергалась нагреванию свыше 150 °С, в результате расщепления длинноцепочных молекул нефти возникал природный газ.

Гораздо большее количество природного газа образовалось из материнских пород с высоким содержанием высокоорганизованной растительной материи. Преимущественно в мелководных прибрежных регионах частые подъемы и понижения уровня моря вели к отложениям в слоях глины и песчаников. В результате естественного процесса коксования из растительного материала возникали торф, затем бурый уголь и, наконец, каменный уголь — материнская порода природного газа.

Технология добычи газа

Природный газ находится в земле на глубине от 1 000 м до нескольких километров. Сверхглубокой скважиной недалеко от г. Новый Уренгой получен приток газа с глубины более 6 000 м.

В недрах газ находится в микроскопических пустотах (порах). Поры соединены между собой микроскопическими каналами — трещинами, по этим каналам газ поступает из пор с высоким давлением в поры с более низким давлением до тех пор, пока не окажется в скважине. Движение газа в пласте подчиняется определенным законам. Газ выходит из недр вследствие того, что в пласте находится под давлением, многократно превышающем

атмосферное. Таким образом, движущей силой является разность давлений в пласте и системе сбора.

Газ добывают из недр земли с помощью скважин. Скважина — горная выработка круглого сечения, пробуренная с поверхности земли или с подземной выработки без доступа человека к забою под любым углом к горизонту, диаметром не более 2 м. Бурение скважин проводят с помощью специального бурового оборудования.

Скважины стараются разместить равномерно по всей территории месторождения. Это делается для равномерного падения пластового давления в залежи. Иначе возможны перетеки газа между областями месторождения, а также преждевременное обводнение залежи.

Подготовка природного газа к транспортировке

Газ, поступающий из скважин, необходимо подготовить к транспортировке конечному пользователю — химическому заводу, котельной, тепловой электрической станции (ТЭС), городским газовым сетям. Необходимость подготовки газа вызвана присутствием в нем, кроме целевых компонентов (целевыми для различных потребителей являются разные компоненты), также и примесей, вызывающих затруднения при транспортировке либо применении. Так, пары воды, содержащейся в газе, при определенных условиях могут образовывать гидраты или, конденсируясь, скапливаться в различных местах (например, изгиб трубопровода), мешая продвижению газа; сероводород вызывает сильную коррозию газового оборудования (трубы, емкости теплообменников и т. д.). Помимо подготовки самого газа необходимо подготовить и трубопровод. Широкое применение здесь находят азотные установки, которые используются для создания инертной среды в трубопроводе.

Газ подготавливают по различным схемам. Согласно одной из них, в непосредственной близости от месторождения сооружается установка комплексной подготовки газа (УКПГ), на которой производится очистка и осушка газа. Если газ содержит в большом

количестве гелий либо сероводород, то газ обрабатывают на газоперерабатывающем заводе, где выделяют гелий и серу.

Транспортировка природного газа

В настоящее время основным видом транспорта газа является трубопроводный. Газ под давлением 75 атм движется по трубам диаметром до 1,4 м. По мере продвижения газа по трубопроводу он теряет энергию, преодолевая силы трения как между газом и стенкой трубы, так и между слоями газа. Поэтому через определенные промежутки необходимо сооружать компрессорные станции (КС), на которых газ дожимается до 75 атм.

Газ, добытый из скважины, поступает в сепараторы, где от него отделяются твердые и жидкие механические примеси. Далее по промысловым газопроводам газ поступает в коллекторы и промысловые газораспределительные станции, где он очищается в масляных пылеуловителях, осушается, одорируется; давление газа снижается до расчетного значения, принятого в магистральном газопроводе. Компрессорные станции располагают примерно через 150 км друг от друга.

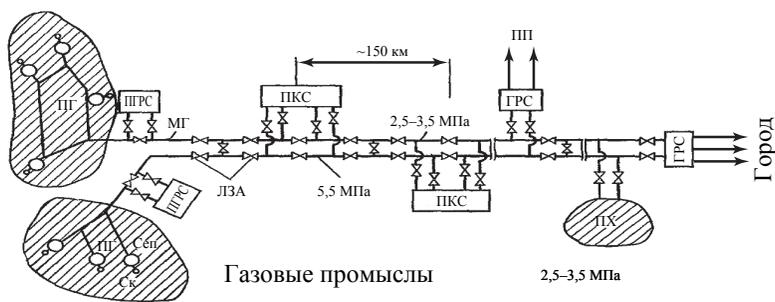
Для возможности проведения ремонтов предусматривают линейную запорную арматуру, которую устанавливают не реже чем через 25 км.

Для надежности газоснабжения магистральные газопроводы выполняют в две или несколько ниток. Газопровод заканчивается газораспределительной станцией, которая подает газ крупному городу или промышленному узлу. По пути газопровод имеет ответвления, по которым газ поступает к газораспределительным станциям промежуточных потребителей. Для выравнивания сезонной неравномерности потребления газа служат подземные хранилища газа, для которых используются истощенные газовые и нефтяные месторождения, а при их отсутствии — подземные водоносные пласты.

Газотранспортная система — совокупность взаимосвязанных газопроводов и сопутствующих им сооружений, предназначенных для обеспечения газом потребителей.

Газотранспортная система — связующее звено между месторождениями газа и его потребителями. Газотранспортная система является основой Единой системы газоснабжения России.

В состав газотранспортной системы входят магистральные газопроводы, распределительные газопроводы, газопроводы-перемычки, отводы, подводы. Значительная удаленность месторождений природного газа от районов его потребления вызывает необходимость строительства крупных газотранспортных систем (см. рисунок).



Принципиальная схема газотранспортной системы [1, с. 18]:

Ск — скважины; Сеп — сепараторы; ПГ — промысловые газопроводы; ПГРС — промысловая газораспределительная станция; МГ — магистральный газопровод; ПКС — промежуточная компрессорная станция; ЛЗА — линейная запорная арматура; ГРС — газораспределительная станция; ПХ — подземное хранилище газа; ПП — промежуточный потребитель

Промысловый трубопровод — система технологических трубопроводов для транспортирования газа на газовых месторождениях. Промысловые газопроводы на газовых месторождениях служат для соединения газовых скважин с технологическими установками подготовки газа к транспортировке и промысловыми газораспределительными станциями, через которые газ поступает в магистральные газопроводы, а также для сбора и утилизации газового конденсата.

Магистральный газопровод — трубопровод, предназначенный для транспортирования природного газа из районов добычи к пунктам потребления. Основное средство передачи газа на значительные расстояния.

Сооружается из стальных труб диаметром 720÷1420 мм на рабочее давление 5,4÷7,5 МПа с пропускной способностью до 30÷35 млрд м³ газа в год. Прокладка магистральных газопроводов бывает подземная (на глубину 0,8÷0,1 м до верхней образующей трубы); надземная — на опорах; наземная — в насыпных дамбах. Для транспортирования газа с морских газовых промыслов на берег сооружаются подводные магистральные газопроводы.

1.5. Очистка и одоризация газа. Требования к одорантам

Очистка газа от механических примесей

К механическим примесям относятся частицы породы, выносимые газовым потоком из скважины, строительный шлак, оставшийся после окончания строительства промысловых газосборных сетей и магистральных трубопроводов, продукты коррозии и эрозии внутренних поверхностей и жидкие включения конденсата и воды.

Согласно техническим требованиям на природные и нефтяные газы содержание жидкой взвеси в транспортируемом газе не должно превышать 25÷50 г на 1000 м³ газа. Еще более жесткие требования необходимо предъявлять к содержанию твердой взвеси (не более 0,05 мг/м³), которая способствует эрозионному износу технологического оборудования газопроводов. Так, при содержании 5÷7 мг/м³ твердой взвеси коэффициент полезного действия (КПД) трубопроводов уменьшается на 3÷5 % в течение двух месяцев эксплуатации, а при запыленности более чем 30 мг/м³ трубопровод выходит из строя через несколько часов из-за полного эрозионно-ударного износа.