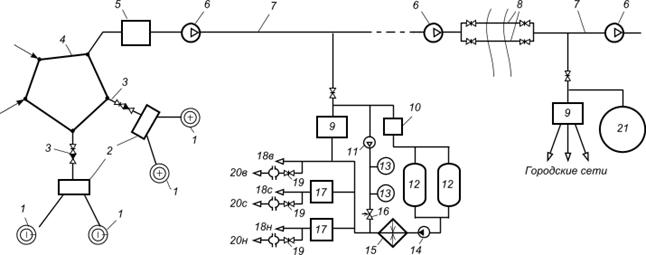
**К курсу лекций по дисциплине «Методология выбора экономичных систем газоснабжения»**

**Системы газоснабжения предприятий и объектов ЖКХ**

Конспект лекций по курсу



Казань 2014

Оглавление

Газоснабжение промышленных предприятий. 3

1. Общие сведения о газовом топливе. 4

1.1. Свойства газового топлива. 4

1.2. Структура газопотребления. 5

1.3. Основные пути экономии газа по отраслям. 6

2. Назначение, состав и схемы систем газоснабжения. 8

2.1. Схема сбора и транспорта газа. 9

2.2. Прием и распределение газового топлива. 12

3. Основы проектирования систем газоснабжения. 20

3.1. Расчет газовых сетей. 20

Литература. 22

**Газоснабжение промышленных предприятий**

Введение

В настоящее время доля газа в топливно-энергетическом балансе нашей страны составляет более 30%. По добыче природного газа Россия занимает ведущее место в мире и составляет примерно 600 млрд. м3 в год. Всего в мире добывается более двух триллионов м3 газа в год и рост потребления продолжает расти (примерно на 7% в год).

По самым пессимистическим прогнозам при таких темпах добычи разведанных запасов хватит на 20-30 лет, хотя полагают, что действительных запасов хватит раз в 10 больше известных.

Важно отметить, что в любом случае запасы топлива, в том числе и газа, ограничены и невосполнимы.

Именно поэтому текущей задачей экономики всех стран является покрытие дополнительных потребностей в топливе и сырье за счет экономии и ресурсосбережения. Это достигается путем снижения энергоемкости и металлоемкости национального продукта.

Использование газа в качестве топлива дает значительный экономический эффект по сравнению с другими видами энергоносителей. Он заключается:

- в более низком уровне единовременных и текущих затрат;

- в более низких затратах на переработку и решении экологических проблем, благодаря лучшим физико-техническим характеристикам газа.

**Общие сведения о газовом топливе**

**Свойства газового топлива**

Газовое топливо представляет собой смесь различных простых горючих и балластных газов. Горючие газы бывают искусственными и природными.

К *искусственным газам* относят газы, вырабатываемые в процессе термической переработки твердых и жидких топлив на газовых заводах. Это могут быть также газы, выделяющиеся в качестве побочных (вторичных) продуктов некоторых производств, например, доменный, коксовый, нефтяной газы.

К *природным газам* относят газы добываемые из недр земли. Это:

а) газы из чисто газовых месторождений. Это так называемый "сухой газ";

б) попутные газы, получаемые вместе с нефтью;

в) газ из газоконденсатных месторождений. Это смесь сухого газа с парами конденсата тяжелых углеводородов.

Свойства газового топлива зависят от его состава. В его состав входят горючая часть, негорючая часть и примеси:

- горючая часть газового топлива состоит из углеводородов, водорода и окиси углерода;

- негорючая часть топлива состоит из диоксида углерода (СО2), азота (N2) и кислорода (О2);

- примеси – это сероводород (H2S), аммиак (NH3), пары воды, цианистые соединения, нафталин, смолы, пыль и др.

Негорючие газы и примеси – это балласт газового топлива. Поэтому их содержание лимитируется ГОСТ 5542-75

Искусственные горючие газы по методу производства подразделяются на две основные группы. Это:

1) газы перегонки твердых и жидких топлив при высокой (до 1000 °С) и средней (600 °С) температурах. Это сланцевый и коксовый газы, газы пиролиза нефти. Получают их нагреванием исходного сырья без доступа воздуха. При этом горючие газы являются побочными отходами производств кокса, смолы, бензина, керосина и др.;

2) газы без остаточной газификации твердого топлива. Получают эти газы частичным сжиганием топлива в потоке воздуха, кислорода в смеси с водяным паром. При этом углерод топлива при взаимодействии с О2 и паром образует СО и Н2.

Аппараты, в которых осуществляются процессы газификации топлива, называют газогенераторами, получаемые газы – газогенераторными.

Недостатком искусственных газов являются высокая токсичность и малая теплота сгорания из-за большого содержания балластных компонентов.

Состав природных газов зависит от месторождения.

В чисто газовых месторождениях главным компонентом газа является метан, меньше этана и совсем мало других углеводородов. Основной балласт – азот. Природный газ легче воздуха. Обладает высоким теплосодержанием.

В газоконденсатных месторождениях в добываемых газах, наряду с легкими углеводородами, содержится значительное количество тяжелых углеводородов (пропан, бутан и др.). Это, так называемые, жирные газы. Тяжелые компоненты обычно отделяют для производства сжиженного газа и моторного топлива.

Попутные газы – это газы растворенные в нефти при высоких внутрипластовых давлениях. При добыче нефти и при понижении давления эти газы выделяются (до 500 м3 с 1т нефти). Они содержат, главным образом, легкие фракции углеводородов, 10-30% тяжелых углеводородов и значительное количество азота, СО2 и иногда H2S.

Попутные газы до потребления тоже обрабатываются с целью извлечения тяжелых углеводородов.

**Структура газопотребления**

В России структура использования газа примерно такая:

а) на энергетические нужды – 36-40 %;

б) технологические нужды промышленности – 30-36 %;

в) коммунально-бытовое потребление – 14 %;

г) собственные нужды газовой промышленности – 10 %;

д) сырьевые нужды – 10 %.

Наиболее крупный потребитель газа – промышленность. Она расходует больше половины добываемого газа. Потребление до 40 % газа в энергетике следует считать недостатком структуры. Это положение вынужденное. Оно объясняется необходимостью охраны воздушных бассейнов промышленных центров и развитием централизованного теплоснабжения от районных котельных. Необходимо стремиться к уменьшению этой статьи расхода газа.

В промышленности потребление газа распределяется приблизительно следующим образом:

а) металлургия – 11,3 % газа, потребляемого в стране (и примерно 22 % газа, потребляемого в промышленности;

б) машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность – 8,5 % газа страны (16 % газа промышленности);

в) промышленность строительных материалов – 7,4 % (»14 %);

г) химическая промышленность – 11 % (»21 %).

Кроме этих отраслей, значительное потребление газа в пищевой и микробиологической промышленности.

Как следует из вышеприведенного анализа – масштабы потребления газа велики, поэтому его экономия является актуальнейшей задачей промышленности и энергетики.

**Основные пути экономии газа по отраслям**

*Металлургия* – самый крупный потребитель газа в промышленности. Здесь 80 % газа отрасли идет на технологию, а около 20 % – на энергетические потребности отрасли.

На газе работают доменные, мартеновские, прокатные, трубопрокатные производства. Помимо этих основных производств на газе работают фабрики и заводы, выпускающие огнеупоры, агломерат металлургических предприятий.

В мартеновском производстве стали основная экономия газа заключается в замене этого производства конверторным.

В доменном производстве газ экономится комплексным применением кислорода, кокса сухого тушения, подогрева дутья, укрупнением печей, обогащением руды, совершенствованием оборудования и др.

В производстве огнеупоров, где много печного и сушильного оборудования 85 % топливного баланса – газ. Экономить его позволяет применение регулируемых горелочных устройств, подогрев сырья и дутья уходящими газами.

В топливном балансе *цветной металлургии* природный газ составляет примерно 1/3. Затраты на топливо составляют 40-60 % себестоимости продукции.

Основная экономия достигается за счет кислородного дутья, использования воздухоподогревателей, котлов-утилизаторов, систем испарительного охлаждения, более совершенных горелочных устройств.

В *машиностроительной и металлообрабатывающей промышленности* треть потребляемого газа идет на технологические нужды. Природный газ составляет примерно 55 % всего топливного баланса этих предприятий. Это в основном тепловая обработка:

а) в нагревательных печах, где осуществляется нагрев металла до 1150-1600 К для ковки, штамповки и др.;

б) в термических печах, где металл нагревают до 900-1300 К и меньше для закалки, отпуска, отжига;

в) в сушилках – с температурой до 800 К.

Основным направлением экономии газа здесь следует считать повышение технического уровня печей. Это оснащение их автоматическими устройствами, современными горелками, футеровка низкотеплопроводными огнеупорами, более полное использование тепла уходящих газов.

На *предприятиях строительных материалов* на технологические нужды идет до 80 % газа отрасли. Это производство цемента, керамики, стекла, пористых заполнителей, сборного железобетона. Газ при этом сжигается в печах самых различных конструкций. Методы экономии те же, что и в других отраслях.

В *химической промышленности* природный и попутный газы служат сырьем для производства аммиака, метанола, сажи, ацетилена, этилена, пропилена и др. углеводородов. На их основе далее получают различные пластмассы, синтетические каучуки, искусственные волокна, удобрения, моющие средства, различные жидкие топлива, масла, растворители и пр. и пр. На все это уходит приблизительно 70-80 % всего используемого газа отрасли. Еще примерно 10 % газа тратится на производство метанола.

Здесь экономия газа достигается за счет его комплексного использования и использования его неуглеводородных компонентов (сероводорода).

Имеется принципиально новый тип энерготехнологических установок. В них газ сжигают в топках беспламенного горения с высокими тепловыми напряжениями. При этом образуются чистые продукты сгорания. Они не содержат СО, углеводородов, сажи, окиси азота. Продуты сгорания пропускают через газоплотные теплообменники. Низкотемпературное тепло этих газов используется полностью в технологии и окончательно в контактном экономайзере для нагрева воды. При этом используется даже теплота конденсации пара. Т.о. коэффициент использования топлива доходит до 100 %. Существуют и другие методы экономии газа.

*Энергетические потребители* природного газа расходуют около 50 % всего потребляемого в стране газа. Он сжигается в котельных установках электростанций, в промышленных и коммунально-бытовых котельных (примерно по 25 % каждый из этих потребителей).

КПД котлов на твердом топливе – 89-90 %, на газе – 92-94 %. Расход электроэнергии на собственные нужды в газовых ТЭС на 1,5-2,0 % меньше, чем на твердотопливных станциях. В структуре себестоимости электроэнергии примерно 70 % составляют затраты на топливо. Отсюда важность экономии топлива вообще и газа в частности.

Основные направления экономии газа: ликвидация мелких малоэффективных котельных и перевод потребителей на централизованное теплоснабжение; автоматизация регулирования; применение технически обоснованных норм расхода газа; содержание в порядке элементов теплового хозяйства (теплоизоляции, регуляторов, деаэрационных установок и др.); увеличение доли возвращаемого конденсата; совершенствование горелочных устройств.

*Сельскохозяйственное производство* – крупный и высокоэффективный потребитель газа. Однако есть особенности: большая рассредоточенность и малая единичная тепловая нагрузка.

Газ применяют не только для отопления, но и для углекислотной подкормки растений. Это увеличивает вдвое зеленую массу растений (чай, табак, салат, герань и др.), на 50 % увеличивает количество цветов и других декоративных культур, на 20 % увеличивает урожайность огурцов и прочих овощей в теплицах, что позволит снизить их себестоимость. Еще больший эффект достигается при наличии в атмосфере теплиц угарного газа СО.

Кроме теплиц потребителями тепла являются сушилки растительного сырья при изготовлении обезвоженных кормов (сена), белково-витаминной муки. Предполагается выращивание водорослей на биомассу (хлореллу).

Для всего этого можно использовать низкопотенциальную отходящую теплоту котельных, ТЭС и магистральных компрессорных станций с газотурбинным приводом.

Система газоснабжения предназначена для обеспечения потребителей горючими газами. Системы газоснабжения промышленных предприятий являются одной из подсистем системы газоснабжения региона, объединенной с ней единым гидродинамическим режимом добычи, транспорта, хранения и распределения газа.

**Схема сбора и транспорта газа**

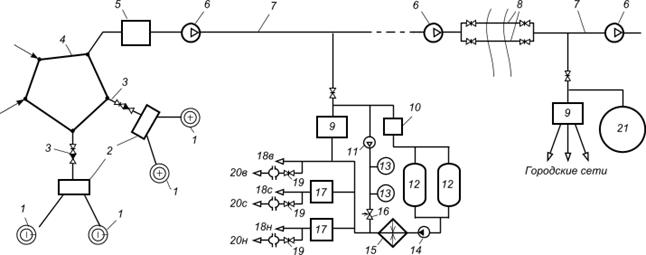
  
Такая схема приведена на рис. 2.1.

Рис. 2.1. Схема сбора и транспорта газа единой системы газоснабжения регионов:

1 – газовые скважины; 2 – газосборные пункты; 3 – шлейф, обратный клапан и отключающее устройство; 4 – сборный коллектор газа; 5 - головное сооружение; 6 – газоперекачивающая станция; 7 – магистральный газопровод; 8 – узел дюкерного перехода; 9 – газораспределительная станция (ГРС); 10 – установка для сжижения природного газа; 11 – компрессор для сжатия газа; 12 – резервуары сжиженного газа; 13 – газгольдеры сжатого газа; 14 – насос сжиженного газа; 15 – установка регазификации сжиженного газа; 16 – регулятор давления; 17 – газорегуляторный пункт (ГРП); 18в, 18с, 18н – городские газопроводы высокого, среднего и низкого давления; 19 – главное отключающее устройство заводского газопровода; 20в, 20с, 20н – внутризаводские газопроводы высокого, среднего и низкого давления; 21 – хранилище газа

Газ из скважины 1 поступает на газосборный пункт 2. Здесь измеряется расход и осуществляется грубая очистка от механических примесей и капельной влаги. По шлейфу 3 через обратный клапан газ поступает в газосборный промысловый коллектор 4, который в зависимости от расположения скважин может быть линейным, кольцевым, лучевым.

На головных сооружениях 5 газ тщательно очищают от вредных, балластных и механических примесей. Здесь вводят одорант (для запаха) и направляют в магистральный газопровод 7. Через каждые 100-150 км устанавливают компрессорные станции 6. Особо ответственные участки – это узлы переходов через железные дороги, реки, овраги и пр. 8 выполняют, как правило в виде двуниточных переходов.

Через ответвления и ГРС (газораспределительные станции) 9 газ подается в городские и заводские сети 18 и 20.

*Очистка газа* на головном сооружении от механических примесей (капель влаги, конденсата, частиц породы, окалины) осуществляется в сепараторах объемного или циклонного типа.

*Осушка газа* необходима, чтобы не образовывались кристаллогидратные образования (вода+углеводороды), похожие на снег и лед. Они способны закупорить газопровод. Кроме того влага вызывает коррозию газопровода и арматуры. Для осушки применяют адсорбционные и абсорбционные методы. Применяют и физические методы осушки: вымораживание и низкотемпературная сепарация (дросселирование с последующим улавливанием капель влаги и снега).

*Одоризация* – это добавка к газу одоранта для запаха. Обычно это этиленмеркаптан (C2H5SH), но могут быть и другие вещества: каптан, тетрагидротифен, пенталарм. Повторно одоризацию проводят на ГРС. Применяют смесители капельного, барботажного, инжекторного типов.

Подготовленный газ поступает в магистральный газопровод. Магистральные газопроводы делят на три класса, в зависимости давления газа в них:

- 1-й – это газопровод высокого давления (более 2,5 МПа;

- 2-й – газопровод среднего давления (от 1,2 до 2,5 МПа);

- 3-й класс – это газопровод низкого давления (до 1,2 МПа).

Для газопроводов большой протяженности ранее принималось давление 5,9-5,5 МПа, позднее перешли на 7,5 МПа. Переход на большие давления значительно уменьшают энергетические затраты на транспорт газа, затраты металла. К этому ведет и увеличение диаметра трубопровода.

В настоящее время для магистралей большой протяженности используются многослойные трубы с Æ 1420 мм, рассчитанные на давление 12 МПа.

Обычные газовые трубы изготавливают из малоуглеродистых или низколегированных сталей, бесшовные или электросварные. Соединяют трубы только сваркой. Глубина укладки – не менее 0,8 м от поверхности земли до верха трубы. Обязательно противокоррозионное покрытие.

*Компрессорные станции* оборудованы центробежными нагнетателями с газотурбинным или электрическим приводами. Технологическая схема компрессорной станции такова, что компрессоры можно включать как параллельно, так и последовательно. Можно отключать любой агрегат, без останова работы станции.

ГТУ работает на транспортируемом газе. После сжатия газ охлаждается водой до 40-45 °С. Только после этого он нагнетается в газопровод.

*Газораспределительные станции* (*ГРС*) сооружаются на отводах или в конце магистральных газопроводах природного газа. Они не входят в состав систем газоснабжения предприятий, но являются для них непосредственным источником газа. ГРС предназначены для подачи газа в газовые сети населенных пунктов, промышленных предприятий и других крупных потребителей газа. На ГРС осуществляется дополнительная очистка газа, снижение давления до заданного предела, учет расхода, дополнительная одоризация.

Схема такой ГРС приведена на рис. 2.2.

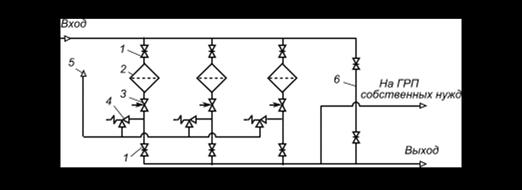


Рис. 2.2. Схема газораспределительной станции: 1 – отключающее устройство; 2 – пылеуловители; 3 – регуляторы давления; 4 – предохранительно-сбросные клапаны; 5 – продувочная газовая свеча; 6 – перемычка для обеспечения газом потребителей при временном отключении ГРС

Оборудование ГРС рассчитано на давление до 7,5 МПа. На них снижается и поддерживается на уровне 0,3-1,2 МПа давление газа, отбираемого из магистрального газопровода. Снижение давления осуществляется редуцированием газа в одну или две ступени по 2-3 и более технологическим ниткам. Одна из них – резервная.

Автоматизация позволяет вести безвахтенное обслуживание ГРС, но оснащена сигнализацией для опрератора диспетчерского пункта.

Газораспределительная станция является взрывоопасным сооружением. Поэтому ее располагают не ближе 300 м от различных строений и ограждают металлической сеткой. ГРС оснащают молниезащитой, вентиляцией, взрывоопасным освещением, отоплением, средствами пожаротушения.

Прием и распределение газового топлива

2.2.1. Неравномерность потребления и методы ее выравнивания

Все группы потребителей потребляют газ неравномерно. Покрывать эту неравномерность изменением подачи газа с промысла нецелесообразно – сложно и невыгодно. Поэтому используют другие методы:

а) хранение газа в газгольдерах;

б) использование аккумулирующих емкостей на концевых участках магистральных газопроводов;

в) использование буферных потребителей, которым подают излишки газа;

г) организация подземного хранения газа под давлением.

Газгольдеры низкого давления используются для выравнивания суточной неравномерности потребления газа. Они позволяют ночью копить газ (с давлением до 0,7-0,8 МПа) и покрывать увеличенный расход в дневное время. Из-за большой стоимости и металлоемкости в настоящее время их не строят.

В качестве аккумулирующих емкостей используются трубы большого диаметра на магистрали повышенного давления. Это тоже позволяет выравнивать суточную неравномерность потребления газа.

Буферные потребители, это обычно тепловые электростанции, могут выравнивать сезонную неравномерность. Но это требует использования на ТЭС другого топлива (зимой), что сложно, и поэтому такой способ выравнивания ограничен.

Подземное хранение – наиболее целесообразно. Эти хранилища создают в водоносных пластах, в истощенных газовых и нефтяных месторождениях, в соляных выработках.

На крупных ГРС для покрытия пиков потребления сооружают хранилища сжиженного или сжатого газа (см. рис.2.1).

Выбор метода выравнивания графика потребления осуществляется по технико-экономическим соображениям с учетом местных условий.

2.2.2. Система газоснабжения промышленного предприятия

Система представляет собой комплекс сооружений, установок, трубопроводов, регулирующих, смесительных, продувочных и др. устройств, обеспечивающих бесперебойную подачу газа нужных параметров потребителям, безопасные условия эксплуатации, возможность отключения и использования резервного топлива.

Основные функции системы газоснабжения предприятия:

а) прием природного газа в заводскую газовую сеть от ГРС или непосредственно из магистрали, или от городских распределительных сетей; поддержание необходимых параметров газа в заводских газопроводах; распределение и подачу газа потребителям;

б) производство искусственных горючих газов на заводских газогенераторных станциях, их очистку, повышение давления, транспортировку, распределение и подачу потребителям.

Межцеховые распределительные газопроводы (от ГРС до цехов) бывают кольцевого и лучевого типа. Внутри цеха чаще используют тупиковые схемы с ответвлением к продувочной свече. Выбор типа схемы определяется уровнем требований надежности и технико-экономическими соображениями.

В зависимости от давления газа в трубах они подразделяются на газопроводы:

- высокого давления 1-й категории с давлением от 0,7 до 1,3 МПа (от 6 до 12 кГс/см2 избыточных) – для природного газа и до 1,7 МПа (до 16 кГс/см2 избыточных) – для сжиженных углеводородов;

- высокого давления 2-й категории с давлением от 0,4 до 0,7 МПа (от 3 до 6 кГс/см2 избыточных);

- среднего давления – с рабочим давлением от 0,105 до 0,4 МПа (до 3 кГс/см2 избыточных);

- низкого давления – с давлением до 0,105 МПа (500 мм вод. ст. избыточных, включительно).

Газопроводы высокого давления 1-й категории применяют только для наружных сетей. Внутри зданий давление в газопроводах зависит от типов производств и газо-потребляющих установок. Оно не должно превышать указанных в табл.2.1 значений [1].

Таблица 2.1. Нормы давлений газа в сетях внутри зданий

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Потребители газа | Давление газа, МПа |
| 1. | Производственные здания промышленных и сельскохозяйственных предприятий, а также отдельно стоящие котельные и предприятия бытового обслуживания производственного характера (бани, прачечные, химчистки, хлебозаводы, кондитерские фабрики) | до 0,7 (полн.) |
| 2. | Предприятия бытового обслуживания, указанные в п.1, пристроенные к зданиям другого производственного назначения (или встроенные в эти здания) | до 0,4 (полн.) |
| 3. | Предприятия бытового обслуживания непроизводственного характера и общественные здания | 5000 Па (изб.) |
| 4. | Жилые дома | до 3000 Па (изб.) |

Давление газа перед бытовыми газовыми приборами следует принимать в соответствии с паспортными данными приборов, но не более указанного в п. 4 табл.2.1.

Структура системы газоснабжения предприятия зависит от группы, к которой оно относится:

- к 1-й группе относятся предприятия, только потребляющие горючие газы;

- к 2-й – предприятия, которые сами вырабатывают газ, но его количество не покрывает собственные потребности;

- к 3-й группе – предприятия полностью обеспечивающие свои потребности газами собственной выработки;

- к 4-й – предприятия, у которых выработка горючих газов превышает собственную потребность.

Для предприятий 1-й и 2-й групп структуры и схемы систем снабжения природным газом одинаковы.

2.2.3. Прием и распределение природного газа

Снабжение природным газом крупных городов, предприятий и населенных пунктов происходит по ступенчатой схеме. Из магистральных газопроводов газ поступает на ГРС, где снижается его давление до величины допустимой для распределительных трубопроводов, т.е. от 1,5-4,0 МПа до 0,7-1,3 МПа.[1]

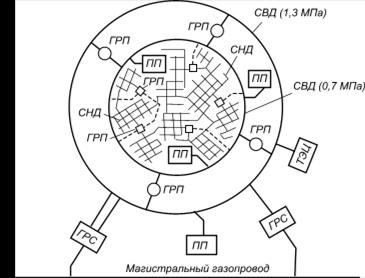
 Принципиальная схема распределительной системы крупного города показана на рис. 2.3.

Рис. 2.3. Многоступенчатая система газоснабжения крупного города:

СВД – сеть высокого давления; СНД – сеть низкого давления; ПП – промышленное предприятие; ГРС – газораспределительная станция; ГРП – газорегуляторный пункт

К крупным предприятиям с большим расходом газа (200-500 тыс. м3/ч) газ подается по распределительным трубопроводам высокого давления (например, ТЭЦ). К большинству же предприятий (с потреблением газа менее 200 тыс. м3/ч) газ подводится по распределительным трубопроводам среднего давления (0,105-0,4 МПа).

Для дальнейшего снижения давления до нужного значения и для автоматического поддерживания его на заданном уровне (независимо от потребления) служат местные *газорегулировочные пункты*(*ГРП*)*.*

|  |
| --- |
|  |
|  | https://konspekta.net/studopedianet/baza4/1712768777963.files/image010.gif |

В зависимости от типов потребителей газа, масштабов его потребления и требуемого давления, схемы газоснабжения бывают одноступенчатые, двухступенчатые и трехступенчатые (см. рис.2.3 и 2.4).

Рис. 2.3. Схемы снабжения предприятий природным газом: а) – одноступенчатая; б) – двухступенчатая; 1 – городской газопровод; 2 – главное отключающее устройство; 3 – компенсатор; 4 – межцеховые газопроводы; 5 – продувочная газовая свеча; 6 – цеховое отключающее устройство; 7 – расходомерное устройство; 8 – внутрицеховые газопроводы; 9 – обвязочные газопроводы потребителей; 10 – главное отключающее устройство потребителей; 11 – пробоотборный кран; 12 – кран, отключающий свечу; 13 – заглушка; 14 – центральный ГРП завода; 15 – ГРП цеха

Одноступенчатая схема снабжения природным газом (рис. 2.3а) применяется, когда всем потребителям необходим газ с избыточным давлением ниже 0,005 МПа, который предприятие получает от городской сети низкого давления.

Двухступенчатая схема (рис.2.3б) применяется, когда в городской сети поддерживается среднее (0,105-0,3 МПа) или высокое (0,3-1,2 МПа) давление, а цехам необходим газ среднего и низкого давления.

Трехступенчатая схема (см. рис. 2.4) предусматривает получение газа от ГРС или городской сети высокого давления с обеспечением цеховых потребителей газом высокого, среднего и низкого давления.

|  |
| --- |
|  |
|  | https://konspekta.net/studopedianet/baza4/1712768777963.files/image011.gif |

Рис. 2.4. Трехступенчатая схема газоснабжения промышленного предприятия с центральным ГРП высокого давления и цеховыми ГРП среднего и низкого давления:

1 – городской газопровод природного газа высокого давления; 2 – главное отключающее устройство с электроприводом; 3 – центральный ГРП предприятия; 4 – цеховые отключающие устройства; 5 – продувочная газовая свеча; 6 – сборник конденсата; 7 – компенсатор; 8 – межцеховые газопроводы; 9 – шкафная газоредукционная установка (ГРУ); 10 – цеховой ГРП среднего давления; 11 – цеховой ГРП низкого давления; 12 – штуцер для отбора проб; 13 – кран отключения свечи

Завод имеет 3 цеха, столовую, котельную. В цехе №1 требуется газ высокого давления, в котельной – среднего давления. Столовая и цехи №2 и №3 требуют газ низкого давления. В центральном ГРП 3 осуществляется замер расхода газа и редуцирование его до высокого давления, необходимого цеху №1 и среднего давления, необходимого для котельной и для подачи в остальные цехи.

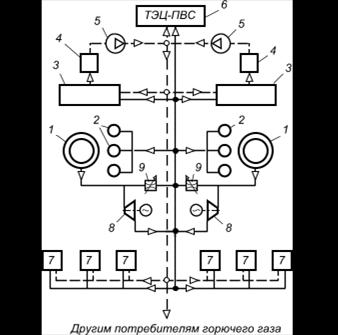
2.2.4. Прием и распределение искусственного газообразного топлива

Искусственное топливо применяется на металлургических заводах, в ряде химических производств, стекольной промышленности. Наиболее широко искусственное топливо используется на промышленных предприятиях, где в технологическом процессе вырабатываются побочные энергоресурсы (ПЭР) – горючие газы.

В доменном производстве чугуна – это колошниковые газы. Их выход составляет 235 кг условного топлива на 1 т чугуна. Одна печь с суточной производительностью 4000 т чугуна дает 6-6,5 млн. м3 горючих газов.

Коксовая печь дает коксовый газ. В год это производство выдает более 25 млрд. м3 коксового газа.

Используются эти газы в промышленных ТЭЦ, в подогревателях дутьевого воздуха, для коммунально-бытовых целей, в качестве технологических атмосфер. Пример такой схемы газоснабжения приведен на рис. 2.5.

 Рис. 2.5. Схема газоснабжения искусственными газами металлургического завода:

1 – домны; 2 – подогреватели дутьевого воздуха; 3 – коксовые печи: 4 – установка очистки коксового газа; 5 – газоповысительные станции; 6 – ТЭЦ-паровоздуходув-ная станция; 7 – мартены, блюминги, конверторы и др. заводские потребители газа; 8 – газовая утилизационная бескомпрессорная турбина (ГУБТ); 9 – автоматическое дроссельное устройство.

Доменный газ с давлением 0,25-0,35 МПа очищается от пыли в мокрых газоочистках и направляется в ГУБТ, в которой расширяется до давления 0,115 МПа и поступает в систему заводских газопроводов доменного газа. Генератор, вращаемый ГУБТ, вырабатывает электроэнергию, направляемую в систему электроснабжения предприятия.

Коксовый газ перед поступлением в заводской газопровод коксового газа проходит очистку, а его давление повышается на газоповысительных станциях. Потребители, использующие смесь доменного и коксового газа, получают ее от газосмесительной станции.

Избытки коксового газа направляются на газификацию коммунально-бытового сектора или на соседние предприятия. Для сглаживания неравномерностей выхода и потребления газа устанавливают газгольдеры или используют потребители-регуляторы.

2.2.5. Схемы внутрицеховых газопроводов

Внутрицеховые газопроводы весьма разнообразны. Они зависят от планировки цеха, размещения газопотребляющих установок, типа горелок и др. Это как правило тупиковые ответвления, снабженные отключающим устройством и манометром на вводе. Устанавливаются также отключающие устройства на ответвлениях газопровода к агрегатам. Имеется продувочный трубопровод в конце цехового газопровода. Он снабжен свечой для отвода газа в атмосферу при продувке. Газопроводы на самом агрегате (печи) называются обвязочными. Пример такой схемы приведен на рис. 2.6.

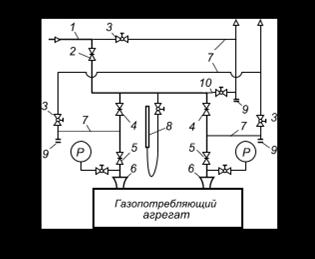


Рис.2.6. Схема обвязки газопотребляющего агрегата:

1 – цеховой газопровод; 2 – главное отключающее устройство; 3 – краны для продувки; 4 – контрольное отключающее устройство; 5 – рабочее отключающее устройство; 6 – инжекционные горелки; 7 – продувочные газопроводы; 8 – запальное устройство; 9 – штуцер для взятия проб; 10 – трубопровод безопасности с краном

Перед пуском агрегата соблюдаются правила техники безопасности: сначала продувается газопровод через свечу. Затем продувается ответвление при закрытой рабочей задвижке. Завершение продувки определяется по анализу из штуцера 8. Воздухом (дымососом или за счет тяги) продувается рабочее пространство агрегата (печи). Вносится зажженный запальник в топку и только затем открывается контрольная и рабочая задвижки.

При останове агрегата: закрываются все отключающие устройства и открывается кран трубопровода безопасности. Это делается для того, чтобы просочившийся через неплотности газ, выходил в атмосферу.

2.2.6. Схемы газорегуляторных пунктов и установок (ГРП и ГРУ)

ГРП и ГРУ служат для дополнительной очистки газа от механических примесей, снижения давления и поддержание его на заданном уровне независимо от изменения расхода. Схемы их практически одинаковы, см. рис.2.7.

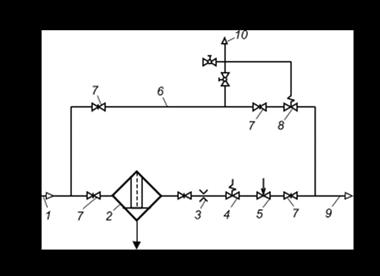


Рис. 2.7. Схема газорегуляторного пункта с одной регулирующей ниткой:

1 – газопровод, подводящий газ к ГРП; 2 – фильтр; 3 – расходомер; 4 – предохрнительно-отключа-ющий клапан; 5 – регулятор давления; 6 – обводная линия газа; 7 – запорно-отключающее устройство; 8 – предохранительно-сбросный клапан; 9 – газопровод, отводящий газ от ГРП; 10 – продувочная газовая свеча

Различают ГРП высокого (на входе 0,3-1,2 МПа) и среднего (до 0,3 МПа) давления. Центральные ГРП обслуживают группу потребителей. Они обычно размещаются в отдельных зданиях или шкафах на несгораемых опорах, но могут размещаться в пристройках. Объектовые ГРП обслуживают объекты одного потребителя. Газорегуляторные установки (ГРУ) обслуживают только одного потребителя (котел, печь и т.п.), размещаются в помещениях и монтируются непосредственно у объекта.

Давление газа на выходе ГРП поддерживается регулятором давления, а при его отказе – с помощью ручного управления запорно-отключающим устройством на обводной линии. При повышении давления за ГРП выше допустимого срабатывает предохранительно-сбросный клапан, а при необходимости – и предохранительно-отключающий запорный клапан.

# Основы проектирования систем газоснабжения

**Расчет газовых сетей**

Основными задачами при проектировании систем газоснабжения являются:

а) определение расчетного расхода газа;

б) выбор системы газоснабжения;

в) гидравлический расчет газопроводов.

Исходные данные к проектированию систем газоснабжения:

1) генплан предприятия или населенного пункта с инженерными коммуникациями;

2) климатологические сведения, коррозионная активность грунта;

3) планируемое газопотребление с перспективой на 10-20 лет;

4) источник газоснабжения, состав газа.

Расчетный расход газа складывается из промышленного потребления, отопления и вентиляции производственных, общественных и жилых зданий бытового и коммунально-бытового потребления.

Годовая потребность в газе на технологические нужды https://konspekta.net/studopedianet/baza4/1712768777963.files/image019.gif ,м3/год, может быть оценена по нормам расхода газа на единицу продукции:

https://konspekta.net/studopedianet/baza4/1712768777963.files/image021.gif ,                                                (3.1)

где *q* – удельный расход теплоты на единицу производимой продукции, ГДж/ед. продукции;

*П* – годовой выпуск продукции, ед. продукции/год;

https://konspekta.net/studopedianet/baza4/1712768777963.files/image023.gif  – низшая теплота сгорания газа, кДж/м3.

    Это, так называемый, укрупненный метод. Более точный расчет осуществляется по фактическому топливопотреблению установок.

Аналогично определяется годовой расход газа на отопление и вентиляцию, используя нормы расхода газа на хозяйственно-бытовые и коммунальные нужды в соответствии с [1].

В гидравлических расчетах газовых сетей оперируют максимальным часовым расходом газа. Расчетный часовой расход https://konspekta.net/studopedianet/baza4/1712768777963.files/image025.gif , м3/час, определяются как доля годового расхода, с помощью коэффициента часового максимума *К*макс соответствующего данной отрасли промышленности:

https://konspekta.net/studopedianet/baza4/1712768777963.files/image027.gif .                                                (3.2)

Коэффициент часового максимума для различных отраслей промышленности определяется по статистическим данным [1]:

Таблица 3.1. Пример значений коэффициентов часового максимума расхода газа по отраслям промышленности

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Отрасль промышленности | Коэффициент часового максимума расхода газа, *К*макс | | |
| в целом по предприятию | по котельным | по промышленным печам |
| Черная металлургия | 1/6100 | 1/5200 | 1/7500 |
| Судостроительная | 1/3200 | 1/3100 | 1/3400 |
| Химическая | 1/5900 | 1/5600 | 1/7300 |
| Строительных материалов | 1/5900 | 1/5500 | 1/6200 |
| Радиопромышленность | 1/3600 | 1/3300 | 1/5500 |
| Машиностроение | 1/2700 | 1/2600 | 1/3200 |
| Деревообрабатывающая | 1/5400 | 1/5400 | - |
| Пищевая | 1/5700 | 1/5900 | 1/4500 |
| Обувная | 1/3500 | 1/3500 | - |
| Пивоваренная | 1/5400 | 1/5200 | 1/6900 |

и т.д.

Выбор системы газоснабжения заключается в выборе типа сетей, числа ступеней дросселирования, числа ГРП, протяженности трасс среднего и низкого давления. Все это зависит от мест размещения ГРП и ГРУ на территории предприятия. Увеличение числа ГРП удешевляет сеть низкого давления, но растут затраты на сами ГРП. Оптимальный вариант определяется технико-экономическим расчетом.

При проектировании гидравлический расчет газопроводов необходим для определения диаметров трубопроводов, обеспечивающих пропуск необходимого количества газа при допустимых перепадах давления.

При поверочных расчетах, когда известны диаметры трубопроводов и их длина, определяется величина падения давления на каждом участке при заданном расходе газа. Методика расчета газопроводов приведена в [1]. Она практически не отличается от методики расчета воздухопроводов.

[1] Необходимо отметить, что при редуцировании газ теряет свою работоспособность, которую он приобрел при сжатии. Поэтому целесообразно было бы давление срабатывать в газовой турбине или детандере. Энергию, получаемую при этом, можно использовать для выработки электроэнергии в генераторе. Расчеты показывают, что можно получить до 60-100 кВт×ч электроэнергии с каждой 1000 м3 газа.

Газ после расширения следует подогревать. Для этого после турбины можно установить охладитель хладоносителя или хладагента (например конденсатор ХМ) в цикле холодильной установки. При этом можно выработать 25-30 МДж холода на 1000 м3 газа для внешних потребителей. Однако из-за технических сложностей эта хорошая идея, к сожалению, пока не находит применения. Это связано еще с тем, что ГРС, где это осуществимо, часто строятся на значительном расстоянии от промпредприятий