

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 25.09.2022 14:47:57  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра теплогазоснабжения



**Самостоятельная работа студентов  
по дисциплине «Газоснабжение»**  
Методические указания для выполнения СРС  
направления 08.03.01 – «Строительство»;  
профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
очной и заочной форм обучения

УДК (378.4) 37.022

Составители: Г.Г.Щедрина.

Рецензент

Доктор физико-математических наук, профессор Н.М.Игнатенко

**Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Газоснабжение»:** методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов направления 08.03.01 – «Строительство»; профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» очной и заочной форм обучения/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Г.Г.Щедрина. Курск, 2017. 59 с., библиогр. с. 57.

Методические указания отражают общие требования к самостоятельной работе студентов, требования к ее содержанию и выполнению по дисциплине «Газоснабжение», содержат основные тезисы теоретического изучения дисциплины по каждому разделу и контрольные вопросы для самопроверки.

Предназначены для лиц, обучающихся по очной и заочной формам обучения направления 08.03.01 – «Строительство», профиль теплогазоснабжение и вентиляция.

Текст печатается в авторской редакции.

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл. печ. л. . Уч.-изд. л . Тираж 50 экз. Заказ. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Значение самостоятельной работы студентов в процессе обучения в ВУЗе.
2. Цели и задачи СРС в высшей школе.
3. Виды самостоятельной работы студентов.
4. Рекомендации студентам по организации самостоятельной работы.
5. Самостоятельная работа студентов в условиях балльно-рейтинговой системы оценки знаний.
6. Указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Газоснабжение».
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

## **1 Значение самостоятельной работы студентов в процессе обучения в ВУЗе.**

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента.

Самостоятельная работа студентов (СРС)—это учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, которая может выполняться как во внеаудиторное, так и в аудиторное время по заданию преподавателя при его методическом руководстве. При этом преподаватель полностью (или частично) не принимает непосредственного участия в СРС, ведущая роль в самостоятельной работе принадлежит студенту.

Государственный стандарт предусматривает не менее 50% общей трудоемкости дисциплины выделять на самостоятельную работу студентов. Поэтому обучение в ВУЗе состоит из двух взаимовлияющих частей процесса получения высшего образования.

ФГОС ВО по направлению подготовки «Строительство» определяет область профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата:

- инженерные изыскания, проектирование, возведение, эксплуатация, обслуживание, мониторинг, оценка, ремонт и реконструкция зданий и сооружений; инженерное обеспечение и оборудование строительных объектов и городских территорий, а также объектов транспортной инфраструктуры;

- применение машин, оборудования и технологий для строительного-монтажных работ, работ по эксплуатации и обслуживанию зданий и сооружений, а также для производства строительных материалов, изделий и конструкций; предпринимательскую деятельность и управление

производственной деятельностью в строительной и жилищно-коммунальной сфере, включая обеспечение и оценку экономической эффективности предпринимательской и производственной деятельности; техническую и экологическую безопасность в строительной и жилищнокоммунальной сфере. Основной задачей высшей школы является подготовка квалифицированного выпускника ВУЗа соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этой задачи включает повышение роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

Современный специалист(бакалавр)должен обладать широким перечнем знаний, умений и навыков, среди которых одно из важнейших - наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование навыков СРС происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в лабораторных и практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых проектов и, наконец, выпускных квалификационных работ. Очевидно, что самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Самостоятельная работа может реализовываться через:

- 1) изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, стандартов, нормативно-

инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем "Консультант-плюс", "Гарант", глобальной сети "Интернет";

2) изучение учебной, научной и методической литературы, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;

3) подготовку докладов и рефератов, выполнение курсовых и выпускных квалификационных работ;

4) участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и решению актуальных проблем строительства.

## **2Цели и задачи СРС в высшей школе**

Главная цель СРС совпадает с целью основной целью обучения студента – подготовкой специалиста с высшим образованием. Важным и необходимым условием проведения самостоятельной работы является формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов - овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами самостоятельной работы студентов:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;

- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную, справочную, патентную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на практических и лабораторных занятиях, при написании рефератов, при выполнении курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки текущей и промежуточной аттестации.

### **3 Виды самостоятельной работы студентов**

Самостоятельную работу студентов в ВУЗе можно условно разделить на два типа:

- аудиторная, под руководством преподавателя;
- внеаудиторная.

Оба типа имеют тесную взаимосвязь и предусматривают их дифференциацию, что позволяет повысить эффективность результатов ее выполнения. Содержание аудиторной и внеаудиторной СРС обусловлена УП дисциплины и рабочей программой, разработанной ведущим преподавателем.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателя являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные

образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);

- написание рефератов;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по соответствующей отрасли знаний;
- подготовка рецензий на научную статью, пособие;
- выполнение микроисследований;
- подготовка практических разработок;
- выполнение контрольных заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам дисциплины;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

Преподаватель может расширить список работ или заменить на специфические.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор контрольных заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (в часы проведения лабораторных работ);
- выполнение курсовых работ или проектов (руководство, консультирование и защита);
- выполнение научно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита работ);



- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ).

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить необходимый минимум содержания, выносимый на СРС студентов и предложенный преподавателем по данной дисциплине.

- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.

- выполнять самостоятельную работу в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины;

- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии со сроками отчетности по СРС, предложенной преподавателем.

Студент может сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;

- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;

- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам СРС

- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;

- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

- использовать самоконтроль результатов самостоятельной работы.

Каждый студент выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит не только преподавателю, но и студенту.

Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий, там же преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой и оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра.

#### *Работа с литературными источниками.*

При работе с литературными источниками необходимо не только отобрать книги, но и научиться правильно их читать и вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по дисциплине.

При изучении материала по учебнику полезно дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они лучше запоминались.

#### *Практические занятия.*

Все упражнения и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Только после усвоения лекционного материала изложенного на лекциях, он будет закрепляться на практических и

лабораторных занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты.

Если недостаточность усвоения вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала, то надо вернуться и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или успешно пройти тестирование по пройденному материалу.

### *Консультации*

Если в процессе самостоятельной работы у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

### *Подготовка к экзаменам и зачетам.*

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам. Эта работа может занять некоторое время, но поможет быстро ориентироваться в материале, выносимом на экзамен по дисциплине.

Подготовка к зачету (экзамену) связана не только с «запоминанием», а предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.

*Правила написания научных текстов (рефератов, курсовых и дипломных работ).*

Сначала необходимо разобраться, какова истинная цель разрабатываемого научного текста, чтобы разумно распределить время для самостоятельной работы.

Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно), а также стремясь структурировать свой текст. Работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без

выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т.д.), вызывает трудность ее восприятия.

Объем текста и требования по оформлению излагаются в нормативных документах ВУЗа, о котором должен сообщить преподаватель.

Рабочий вариант текста курсовой работы (проекта) предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки курсовая работа сдается на кафедру для ее оценивания руководителем.

Защита курсовой работы студентов проходит в сроки, установленные графиком учебного процесса.

Не допускаются к защите варианты курсовых работ, найденные в Интернет, сканированные учебных пособий, а также копии ранее написанных студенческих работ.

## **5 Балльно – рейтинговая система оценки самостоятельной работы студентов**

Балльно-рейтинговая система (БРС) предполагает многобалльное оценивание студентов, т.е. возможность объективно отразить в баллах расширение диапазона оценивания индивидуальных способностей студентов, их усилий, потраченных на выполнение того или иного вида самостоятельной работы. БРС позволяет с начала изучения дисциплины уйти от пятибалльной шкалы оценивания и прийти к ней лишь при подведении итогов, когда заработанные студентами баллы переводятся в привычные оценки (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно). Кроме того, БРС могут включаться дополнительные поощрительные баллы за оригинальность, новизну подходов к выполнению заданий для самостоятельной работы или разрешению научных проблем. У студента имеется возможность повысить учебный рейтинг путем участия во

внеучебной работе (участие в олимпиадах, конференциях; выполнение индивидуальных творческих заданий, рефератов; участие в работе научного кружка и т.д.). Задержка сдачи работ в сроки указанные преподавателем может привести к снижению количества полученных баллов за выполнение работы. Если студент готов сдавать зачет или писать самостоятельную работу раньше группы, он может получить дополнительные баллы.

Ведение БРС позволяет индивидуальные особенности студентов, а также объективно оценить в баллах усилия студентов, затраченные на выполнение отдельных видов работ.

*Тестовые задания для текущего и промежуточного контроля знаний.*

Одним из видов СРС является использование тестов непосредственно в процессе обучения при самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз. После повторного успешного тестирования данный раздел дисциплины лучше усваивается студентом.

## **6. Указания для самостоятельной работы по дисциплине «Газоснабжение».**

### **Введение в «Газоснабжение»**

Газоснабжение – это наука и отрасль народного хозяйства, базирующаяся в настоящее время на использовании горючих (природных и искусственных) газов, запасы которых в нашей стране велики. Только разведанные запасы природного газа составляют около 50 трлн. м<sup>3</sup>. Потенциальные запасы газа исчисляются в 240 трлн. м<sup>3</sup>.

По прогнозам Мирового энергетического агентства, после 2010 г. газ по объемам потребления станет вторым после нефти источником энергии в мире, оттеснив уголь на третье место. К 2030 г. доля газа в структуре мирового потребления первичной энергии повысится до 25 %.

Таким образом, газопотребление характеризуется более высокими темпами роста по сравнению с другими видами энергоносителей. Газ является лучшим видом классического топлива, поэтому использование его в настоящее время технически и экономически весьма целесообразно.

Доля природного газа в топливном балансе России составляет 60 %. Так как природный газ является высокоэффективным энергоносителем, в условиях экономического кризиса газификация может составить основу социально-экономического развития регионов России, обеспечить улучшение условий труда и быта населения, а также снижение загрязнения окружающей среды.

По сравнению с другими видами топлива природный газ имеет следующие преимущества: высокую теплоту сгорания, полное сгорание, низкую себестоимость, возможность транспортирования на большие расстояния по трубопроводам, высокую жаропродуктивность (более 2000 °С), возможность автоматизации процесса горения и достижения высоких коэффициентов полезного действия. Кроме перечисленного природный газ является ценнейшим сырьем для различных отраслей химической промышленности.

Использование газового топлива позволяет внедрять эффективные методы передачи теплоты, создавать экономичные и высокопроизводительные тепловые агрегаты с меньшими габаритными размерами, стоимостью и высоким КПД.

Основной задачей при использовании природного газа является его рациональное потребление, т.е. снижение удельного расхода посредством внедрения экономичных технологических процессов, при которых наиболее полно реализуются положительные свойства газа. Применение газового топлива позволяет избежать потерь теплоты, определяемых механическим и химическим недожогом, уменьшение потерь теплоты с уходящими газами при малых коэффициентах расхода воздуха. При работе агрегатов на газовом топливе возможно также ступенчатое использование продуктов сгорания.

Безопасность, надежность и экономичность газового хозяйства зависят от степени подготовки обслуживающего персонала.

Цель изучения дисциплины «Системы газоснабжения» – научить студентов правильному пониманию задач, стоящих перед инженерами-энергетиками при эксплуатации систем газоснабжения с учетом экологической, топливно-энергетической и экономической ситуации в стране, уровня и перспектив развития предприятия и экономики страны, а также научить эксплуатировать системы газоснабжения, газооборудование и автоматизацию агрегатов, котлов и промышленных печей.

Задачи дисциплины:

- изучить основные физико-химические свойства горючих газов, способы их добычи, транспортирования, хранения, снабжения ими городов, поселков, промышленных предприятий и использования этого топлива в различного рода установках;
- изучить режимы и расчет потребления газа;
- изучить классификацию газопроводов, их прокладку, защиту от коррозии;
- освоить гидравлические расчеты газовых сетей различной конфигурации, основы регулирования давления газа в системах газоснабжения;
- ознакомиться с устройством газовых горелок, их расчетом;
- освоить современные методы эксплуатации систем газоснабжения;
- научить эксплуатировать газооборудование, обосновывать способы экономии топлива, а также решать задачу защиты воздушного бассейна и сокращения токсичных выбросов.

Курс необходимо изучать последовательно по разделам в соответствии с программой. Усвоение материала проверяется умением ответить на вопросы для самопроверки, которые приведены в конце каждого раздела методических указаний.



Задача методических указаний – дать правильное направление самостоятельной работе студента, помочь ему выделить главное в содержании курса, облегчить подбор литературных источников для изучения курса, а также помочь в выполнении контрольной работы.

Освоение курса «Системы газоснабжения» следует начать с изучения законодательных и нормативно-правовых актов Российской Федерации (далее РФ), направленных на создание законодательной базы в области газоснабжения, энергосбережения и определяющих энергетическую стратегию России и топливно-энергетического комплекса на долгосрочный период.

Законодательное и нормативно-правовое регулирование газоснабжения основывается на Конституции Российской Федерации, Гражданском кодексе Российской Федерации, Федеральном законе «О недрах», Федеральном законе «О естественных монополиях», Федеральном законе «О континентальном шельфе Российской Федерации» и состоит из Федерального Закона № 69 о газоснабжении в РФ, принимаемых в соответствии с ним федеральных законов, нормативных правовых актов Российской Федерации и нормативных правовых актов муниципальных образований.

Знакомясь с нормативно-правовой базой, студенту необходимо заострить свое внимание на целях и задачах, которые затрагивают вышеперечисленные документы, а также на способах и методах их решения. Особое внимание следует обратить на роль природного газа в топливно-энергетическом комплексе, эффективность использования потенциала энергетического сектора и вопросы снижения вредных выбросов в атмосферу.

В России сосредоточено более одной трети разведанных мировых запасов газа (около 50 трлн. м<sup>3</sup>), а потенциальные запасы составляют около 240 трлн. м<sup>3</sup>. Наиболее крупные месторождения газа в России расположены в Западной Сибири и на севере Тюменской области (Уренгойское, Медвежье,

Ямбургское, Заполярное и др.). Разрабатываются месторождения в Оренбургской, Астраханской, Саратовской областях. Всего в России эксплуатируется около 200 месторождений газа. В ближайшее время в разработку должны быть введены около девяти новых месторождений. Несмотря на уменьшение газопотребления в России, связанное с падением уровня промышленного производства, происходит наращивание экспортных поставок в Центральную и Западную Европу, где доля российского газа в общем объеме его потребления достигла 17 %. В страны Балтии продано 9 % от всего добываемого в России газа (47 млрд. м<sup>3</sup>), на собственные нужды Газпром израсходовал 13 % (72 млрд. м<sup>3</sup>).

При изучении данного раздела студенту следует знать названия и местонахождение основных газовых месторождений России, ее роль на мировом газовом рынке и перспективы развития газодобывающей отрасли.

Область применения природных и искусственных газов огромна. Газовое топливо применяют во многих отраслях промышленности, однако основными направлениями использования газов является применение их в быту, котельных установках, промышленных печах и печах отопления, химической промышленности.

Необходимо иметь четкое представление об основных направлениях использования газообразного топлива, осознавая, что в России имеются большие возможности по сокращению расхода газа и энергоресурсов (энергоёмкость внутреннего валового продукта в нашей стране в три раза выше, чем в высокоразвитых странах) и при использовании газообразного топлива необходимо предусматривать снижение непроизводительных затрат в энергетике и коммунальном хозяйстве.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какова цель и приоритеты Энергетической стратегии России на период до 2020 года?
2. Назовите основные факторы развития ТЭК.

4. Что такое энергетическая эффективность?
4. Назовите основные газовые месторождения России.
5. Какие направления использования газа Вы знаете?
6. Какова роль газообразного топлива в ТЭК?

### **6.1 Тема 1. Основные характеристики горючих газов и систем газоснабжения**

Изучение горючих газов необходимо начать с их физической природы и химического состава. В состав газов входят простейшие горючие газы: водород ( $H_2$ ), окись углерода ( $CO$ ), метан ( $CH_4$ ), этан ( $C_2H_6$ ), пропан ( $C_3H_8$ ) и более тяжелые углеводороды, балластные газы: азот ( $N_2$ ), углекислый газ ( $CO_2$ ) и различные примеси. Студенты должны знать свойства любого из газов и уметь написать его химическое выражение.

При изучении свойств горючих газов целесообразно проследить, как изменяются в ряде углеводородов, начиная с метана, теплота сгорания, плотность, токсичность, вязкость, теплоемкость газа. Все перечисленные параметры используются в расчетах по транспортированию и сжиганию газов. Необходимо уметь определять эти величины для простейших газов и их смесей и различать понятия высшей и низшей теплоты сгорания газов.

Изучая классификацию горючих газов и особенности каждого из них, большое внимание следует уделить природным газам. Природные газы добывают из чисто газовых, газоконденсатных и сопутствующих нефти месторождений. Природные газы однородны по составу и состоят в основном из метана (97...98 %). При переработке нефти и попутных газов получают сжиженные пропан-бутановые газы.

Нормальная работа газовых приборов зависит от постоянства состава газа и числа вредных примесей, которые в нем содержатся.

Горючие свойства природных газов характеризуются числом Воббе.

Так как пределы колебания числа Воббе широки, ГОСТ требует устанавливать для газораспределительных систем номинальное значение числа Воббе с отклонением не более 5 %.

По содержанию тяжелых углеводородов газы подразделяются на:

- сухие или тощие (природные от пропана и выше) – менее 50 г/м<sup>3</sup>;
- промежуточные – 50...150 г/м<sup>3</sup>;
- жирные (попутные, газоконденсатные) – более 150 г/м<sup>3</sup>.

Следует ознакомиться с физико-химическими свойствами природных газов и запомнить, что они обладают высокой теплотой сгорания, так как горючая часть их состоит в основном из метана и тяжелых углеводородов, а негорючая (балластные газы) почти отсутствует.

К искусственным газам относятся коксовый, сланцевый, доменный и генераторный. По способу производства они могут быть разделены на две группы: а) газы высокотемпературной (до 1000 °С) и среднетемпературной (до 500...600 °С) сухой перегонки твердого и жидкого топлива; б) газы безостаточной газификации низкосортных видов твердого топлива.

Газы сухой перегонки топлива получают под воздействием подводимого извне тепла без доступа воздуха (газы коксохимических, коксогазовых, газсланцевых, сланце- и нефтеперерабатывающих заводов). Необходимо сравнить состав газов высокотемпературной перегонки или полного коксования с газами среднетемпературной перегонки или полукоксования и уметь ответить на вопрос, почему теплота сгорания первых газов меньше, чем вторых, а также какие виды твердого топлива могут быть использованы для получения этих газов. Газы безостаточной газификации получают из низкосортного твердого топлива нагреванием его теплом, выделяемым в результате дожигания коксового остатка топлива в потоке воздуха, кислорода или их смесей с водяным паром. К таким газам относят генераторные, доменные и газы подземной газификации. Получают их в газогенераторах различных конструкций.

*Вопросы для самопроверки*

1. Дайте классификацию всех горючих газов. Какие горючие компоненты входят в состав газов? Напишите их химическую формулу.
2. Какие балластные компоненты могут входить в состав газов?
3. Назовите три группы вредных примесей, содержащихся в газах.
4. Какие горючие элементы преобладают в природных газах чистых и конденсатных месторождений, в попутных, а также в коксовых, нефтяных и генераторных газах?
5. Перечислите физико-химические свойства сжиженных газов.
6. Какова в среднем теплота сгорания природных газов чистых и конденсатных месторождений, попутных нефтяных, сжиженных, коксовых и генераторных газов?
7. Чем принципиально отличается низшая теплота сгорания газа от высшей? Как определяют теплоту сгорания газов?
8. Как изменяются в ряду углеводородов теплота сгорания, плотность, токсичность?
9. Какой закон термодинамики используют для определения плотности простейших газов? Как определить плотность смеси газов?
10. Дайте понятие вязкости и теплоемкости газов.

***Добыча, обработка и транспортировка природного газа.*** Природные углеводородные газы скапливаются в горных породах, имеющих сообщающиеся между собой пустоты. Породы, способные вмещать и отдавать газ, называются газовыми коллекторами. Образованные в толщах горных пород огромные подземные природные резервуары сверху и снизу ограничиваются непроницаемыми породами. Подземные резервуары имеют широкое горизонтальное распространение и в основном заполнены водой. В подземном резервуаре газ находится под давлением, достигающим значительных значений. Причем давление в газоносном пласте зависит от глубины его залегания, т.е. через каждые 10 м давление в пласте возрастает на 0,0981 МПа.

Добыча и обработка природных газов определяются характером газового месторождения. Чисто газовые месторождения содержат в основном метан. Природный газ, получаемый попутно с нефтью, в которой он растворен, составляет 10...50 % от ее массы. Выделение газа и его улавливание производят при снижении давления нефти, выходящей из скважины и поступающей в металлические резервуары – сепараторы или траппы. Полученный таким образом газ называют попутным или нефтепромысловым. Попутные газы не отличаются постоянным составом и кроме метана содержат значительное (до 60 %) количество тяжелых углеводородов.

Газоконденсатные месторождения, образующиеся в результате процесса обратного испарения конденсата, протекающего при высоких давлениях и температурах, располагаются на больших глубинах, где господствуют высокие давления. При отборе газа с падением пластового давления происходит конденсация тяжелых углеводородов (обратная конденсация). Газы чисто газовых и газоконденсатных месторождений отличаются постоянством химического состава, высоким содержанием метана (75...98 %) и наличием необходимого количества тяжелых углеводородов.

Следует иметь представление о разработке газовых месторождений (чисто газовых и газоконденсатных), сборе газа на нефтяных промыслах и получении сжиженных газов из попутных нефтяных газов на газобензиновых заводах.

Природные и искусственные газы, прежде чем отправить на использование, подвергают соответствующей обработке с целью удаления из них вредных или ценных составных частей. Глубина и объем обработки горючих газов зависят от их природы и способа получения. Природные газы, содержащиеся в своем составе в основном метан, требуют наименьшей обработки. Эти газы, как правило, подвергаются лишь обеспыливанию, а в случае содержания в них сероводорода –  $H_2S$  удаляют. Попутные нефтяные

газы, содержащие целый ряд тяжелых парафиновых углеводородов, влагу и другие составные части, подвергают специальной обработке, в результате которой получают «сухой» углеводородный газ, содержащий в основном метан и некоторое количество его гомологов.

Надо знать, для чего и как производится обработка газов, и помнить, что физические методы – охлаждение и компрессия – специально для осушки газа не применяются.

Изучая вопросы очистки газов от токсичных примесей, необходимо обратить внимание на два способа очистки от сероводорода: сухой и мокрый. Одоранты, введенные в состав природного газа на месте добычи, при транспортировании газа на большие расстояния могут быть неэффективными. Поэтому одорационные установки сооружают на газовых распределительных станциях. В настоящее время высоким требованиям одорантов отвечают этилмеркаптан и сульфаны. Следует ознакомиться с их свойствами, а также с принципом устройства одорационных установок.

Применяемый для коммунально-бытовых целей газ должен содержать минимально возможное количество смолы, пыли, аммиака, сероводорода, нафталина и цианистых соединений. В газе, предназначенном для коммунально-бытовых целей (в 100 м<sup>3</sup>), должно содержаться не более, г: смолы и пыли – 0,1; нафталина летом – 10; нафталина зимой – 5; аммиака – 2; сероводорода – 2; цианистых соединений – 5.

Газопроводы строят диаметром до 1420 мм. Использование труб больших диаметров повышает экономичность газотранспортной системы. Газопроводы рассчитывают на максимальное давление в 7,5 МПа, которое имеет место после компрессорной станции. По мере движения давление газа уменьшается, так как потенциальная энергия расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений. Перед компрессорными станциями давление снижается до 3...4 МПа. Оптимальный диаметр газопроводов и количество компрессорных станций определяют технико-экономическим расчетом.

В летний период, когда подача газа в город превосходит его потребление, излишки газа необходимо направлять в газохранилище с тем, чтобы зимой аккумулированный газ можно было подавать в город. Для хранения газа используют подземные хранилища. В качестве подземных хранилищ используют истощенные нефтяные и газовые месторождения. Если вблизи центров потребления газа такие месторождения отсутствуют, то хранилища устраивают в подземных водоносных пластах. Для покрытия часовой неравномерности потребления газа широко используют аккумулирующую емкость последнего участка магистрального газопровода.

Необходимо знать, из чего состоит магистральный газопровод, назначение каждого элемента, направление движения природного газа по газотранспортной системе и процессы, совершаемые над газом.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Как добывают природные газы чистых и конденсатных месторождений, собирают попутные нефтяные газы?
2. Какие явления могут возникать при транспорте влажных газов? Какие компоненты газов вызывают коррозию металла труб и арматуры?
3. Почему нельзя транспортировать и использовать газы, содержащие сероводород? Какие существуют способы очистки газа от сероводорода? Почему искусственные газы не очищают от ядовитой окиси углерода? Как удаляют из газов углекислый газ?
4. В чем заключается физико-химический метод осушки газов? Какие поглотители влаги используют для осушки газов?
5. Какие одоранты применяют для придания запаха газам? Как одорант вводят в газ? Чем опасно транспортирование и использование газов без запаха?
6. Как устроен магистральный газопровод?
7. Как производится транспортирование газа по магистральным газопроводам?



## *Классификация и схемы городских систем газоснабжения.*

Приступая к изучению вопроса газоснабжения города, прежде всего, необходимо ознакомиться с классификацией газопроводов по их назначению и давлению в них газа. Надо уяснить факторы, определяющие выбор той или иной системы, уделив особое внимание фактору надежности снабжения газом.

Современные системы газоснабжения (рис. 1) представляют собой сложный комплекс сооружений, состоящий из следующих основных элементов: газовых сетей низкого, среднего и высокого давлений, газораспределительных станций, газорегуляторных пунктов и установок.

Система газоснабжения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть безопасной в эксплуатации, простой и удобной в обслуживании, должна предусматривать возможность отключения отдельных элементов или участков газопроводов для производства ремонтных и аварийных работ. Газопроводы классифицируют по давлению газа и назначению.

В зависимости от максимального давления газа газопроводы разделяют на следующие группы: – газопроводы низкого давления с давлением газа до 5 кПа;

– газопроводы среднего давления с давлением от 5 кПа до 0,3 МПа;

– газопроводы высокого давления второй категории с давлением от 0,3 до 0,6 МПа;

– газопроводы высокого давления первой категории для природного газа и газоздушных смесей от 0,6 до 1,2 МПа; – для сжиженных газов до 1,6 МПа.

Газопроводы давления: низкого – 1; среднего – 2; высокого – 3; ГРП, питающие сети низкого – 4 и среднего – 5 давления

Современные схемы систем газоснабжения имеют иерархичность в построении. Верхний иерархический уровень составляют газопроводы высокого давления. Они должны быть зарезервированными, лишь для

небольших систем можно ограничиться тупиковыми схемами. Резервируют сети кольцеванием или дублированием с обязательной проверкой пропускной способности при наиболее напряженных гидравлических режимах.

Сеть высокого давления гидравлически соединяется с остальной частью системы через регуляторы давления, оснащенные предохранительными устройствами, предотвращающими повышение давления после регуляторов. Таким образом, система разделяется на несколько иерархических уровней, на каждом уровне автоматически поддерживается максимально допустимое давление газа. С переходом на более низкий уровень давление газа снижается (дросселируется) на клапанах регуляторов, которые поддерживают давление после себя постоянным, но более сниженным соответственно нормам.

По числу ступеней давления, применяемых в газовых сетях, системы газоснабжения можно разделить на: 1) одноступенчатые, обеспечивающие подачу газа потребителям по газопроводам одного давления, как правило, низкого; 2) двухступенчатые, состоящие из сетей низкого и среднего или среднего и высокого (до 0,6 МПа) давлений; 3) трехступенчатые, включающие в себя газопроводы низкого, среднего и высокого (до 0,6 МПа) давлений; 4) многоступенчатые, в которых газ подается по газопроводам низкого, среднего и высокого давления обеих категорий.

По назначению газопроводы можно разделить на следующие группы:

- распределительные газопроводы, по которым газ транспортируют по снабжаемой территории и подают его промышленным потребителям, коммунальным предприятиям и в районы жилых домов. Они бывают высокого, среднего и низкого давлений, кольцевые и тупиковые, а их конфигурация зависит от характера планировки города или населенного пункта;
- абонентские ответвления, подающие газ от распределительных сетей к отдельным потребителям;

- внутридомовые газопроводы, транспортирующие газ внутри здания и распределяющие его по отдельным газовым приборам;
- межпоселковые газопроводы, прокладываемые вне территории населенных пунктов.

По принципу построения системы газоснабжения делятся на кольцевые, тупиковые и смешанные. В тупиковых газовых сетях газ поступает потребителю в одном направлении, т.е. потребители имеют одностороннее питание, и могут возникнуть затруднения при ремонтных работах. Недостаток этой схемы – различная величина давлений газа у потребителей. Причем по мере удаления от источника газоснабжения или ГРП давление газа падает. Эти схемы применяют для внутриквартальных и внутридворовых газопроводов.

Надежность кольцевых сетей выше, чем тупиковых. Кольцевые сети представляют систему замкнутых газопроводов, благодаря чему достигается более равномерный режим давления газа у потребителей и облегчается проведение ремонтных и эксплуатационных работ. Положительным свойством кольцевых сетей является также то, что при выходе из строя какого-либо газорегуляторного пункта нагрузку по снабжению потребителей газом принимают на себя другие ГРП. Смешанная система состоит из кольцевых газопроводов и присоединяемых к ним тупиковых газопроводов. При изучении вопросов трассировки сетей низкого и высокого (среднего) давлений нужно обратить внимание на характер промышленного объекта или застройки города. застройка может быть старой квартальной или новой микрорайонной, имеющей внутренние проезды, что позволяет убрать сеть низкого давления с уличных проездов.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. По каким показателям классифицируют газопроводы?
2. Какие применяют системы газоснабжения городов в настоящее время? Назовите факторы, влияющие на выбор системы для города.
3. Для чего используются хранилища газа?

4. Как определить пропускную способность газопроводов?
5. Из каких основных элементов состоит современная система газоснабжения?
6. Для чего используют аккумулирующую емкость последнего участка магистрального газопровода?

## **6.2 Тема 2. Устройство городских газопроводов**

В этом разделе изучают устройство наружных и внутренних газопроводов, материалы, используемые при прокладке газопроводов.

При строительстве газопроводов применяют стальные трубы. Их изготавливают из хорошо сваривающихся низколегированных и малоуглеродистых сталей.

Минимальный условный диаметр для распределительных газопроводов принимают обычно равным 50 мм, а для ответвлений к потребителям – 25 мм. Толщина стенки трубы для подземных газовых сетей должна быть не менее 3 мм, а для надземных – не менее 2 мм. Для переходов через водные преграды толщина стенки труб должна быть на 2 мм больше расчетной, но не менее 5 мм. Стальные трубы для подземных газопроводов защищают противокоррозионной изоляцией.

Для строительства подземных газопроводов широко применяются полиэтиленовые и винилпластовые трубы. Неметаллические трубы начали применять около 35 лет назад сначала на экспериментальных газопроводах.

Внедрение полиэтиленовых труб – одно из актуальных направлений повышения эффективности капитального строительства за счет снижения его материало- и трудоемкости. Из 1 т металлических труб диаметром 100 мм можно проложить трубопровод длиной до 80 м, а из 1 т полиэтиленовых труб наружным диаметром 110 мм можно смонтировать трубопровод длиной более 1 км. Замена металлических труб в системах газоснабжения позволит сэкономить 5 – 7 т металлических труб на 1 т пластмассовых.

Полиэтиленовые трубы имеют ряд преимуществ:

- высокую коррозионную стойкость почти во всех кислотах (кроме органических) и щелочах, что исключает необходимость их изоляции и электрохимической защиты и делает их практически незаменимыми в условиях животноводческих предприятий; стойкость к биокоррозии;
- незначительную массу, что обеспечивает снижение транспортных расходов и трудозатрат при их монтаже;
- повышенную пропускную способность (приблизительно на 20 %) благодаря гладкости их поверхности (эквивалентная шероховатость стенки новой стальной трубы равна 0,01, а полиэтиленовой – 0,0007 см);
- высокую прочность при достаточной эластичности и гибкости.

Вместе с тем необходимо учитывать и особенности полиэтиленовых газопроводов, связанные со спецификой материала. Прочность полиэтиленовых газопроводов при статических и динамических нагрузках ниже, чем прочность конструкций из углеродистых сталей. Предел прочности при одноосном растяжении полиэтилена низкой и высокой прочности не превышает  $(500...700) \cdot 10^4$  МПа, в то время как предел прочности сталей на порядок выше и составляет  $(500...600) \cdot 10^5$  МПа.

Пластмассовые газопроводы могут работать в относительно небольшом интервале температур. Полиэтиленовые трубы со временем стареют. Этот процесс ускоряется под действием света, повышенных температур, напряжений и поверхностноактивных сред. Срок службы полиэтиленовых труб – около 50 лет.

Основной способ соединения стальных труб при сооружении газопроводов – сварка, обеспечивающая прочность, плотность, надежность и безопасность эксплуатации газопроводов. Для сооружения распределительных и внутриобъектовых газопроводов наибольшее распространение получила ручная электродуговая и газовая сварка.

Полиэтиленовые трубы сваривают с использованием стыковой сварки или с использованием электросварных муфт. Сварка должна выполняться

только при условии, что температура свариваемой поверхности, измеренная в верхней части трубы, находится в пределах от  $-5$  до  $+35$  °С. Для присоединения полиэтиленовых газопроводов к стальным используют неразъемные соединения «сталь-полиэтилен», выполненные в заводских условиях.

Особое внимание следует уделить вопросам прокладки сетей. Распределительные уличные газопроводы в городе, как правило, прокладывают подземно. Минимальная глубина заложения газопроводов должна быть не менее 0,8 м до верха трубы 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 %.

При трассировке газопроводов необходимо соблюдать расстояния от газопроводов до других зданий и сооружений, а также других инженерных коммуникаций согласно СНиП. В городах и населенных пунктах, расположенных в гористой местности, при выборе места расположения ГРП необходимо учитывать дополнительно возникающее гидростатическое давление, которое определяется по формуле:

$$\Delta P = \pm H(\rho_B - \rho_T),$$

где  $H$  – разность геометрических отметок, м.

Запорную арматуру и конденсатосборники на газопроводах устанавливают на расстоянии не менее 2 м от края пересекаемой коммуникации и сооружения.

Газопроводы в местах прохода через наружные стены зданий заключают в футляры. Диаметр футляра уточняется расчетом (СП 42-101–2003). Газопроводы должны иметь отключающие устройства, устанавливаемые на расстоянии не более 1000 м от места пересечения железных и автомобильных дорог. Надземные газопроводы прокладываются

по наружным несгораемым покрытиям зданий на отдельно стоящих опорах, колоннах и эстакадах. Надземные трубопроводы следует проектировать с учетом компенсации температурных удлинений по фактически возможным температурным условиям. Если продольные деформации нельзя компенсировать за счет изгибов трубопроводов, предусмотренных схемой (за счет самокомпенсации), то следует устанавливать линзовые или П-образные компенсаторы. Сальниковые компенсаторы на газопроводах не устанавливаются.

Важное значение имеет правильный выбор соответствующей арматуры. Газовой арматурой называют различные приспособления и устройства, монтируемые на газопроводах, аппаратах и приборах, с помощью которых осуществляется включение, отключение, изменение количества, давления или направления газового потока, а также удаление газов. По назначению существующие виды газовой арматуры подразделяются на:

- запорную – для периодических герметичных отключений отдельных участков газопровода, аппаратуры и приборов;
- предохранительную – для предупреждения возможности повышения давления газа сверх установленных пределов;
- арматуру обратного действия – для предотвращения движения газа в обратном направлении;
- аварийную и отсечную – для автоматического прекращения движения газа к аварийному участку при нарушении заданного режима.

Вся арматура, применяемая в газовом хозяйстве, стандартизирована. По принятому условному обозначению шифр каждого изделия арматуры состоит из четырех частей. На первом месте стоит номер, обозначающий тип арматуры. На втором – условное обозначение материала, из которого изготовлен корпус арматуры. На третьем – тип привода. На четвертом – номер модели. На пятом месте – условное обозначение материала уплотнительных колец: бр – бронза или латунь; нж – нержавеющая сталь; р – резина; э – эбонит; бт – баббит; бк – в корпусе или затворе нет специальных

уплотнительных колец. Например, обозначение крана типа 11Б10бк можно расшифровать так: 11 – вид арматуры – кран; Б – материал корпуса – латунь; 10 – порядковый номер изделия; бк – тип уплотнения – без колец.

В качестве запорной арматуры на газопроводах применяются: трубопроводная арматура (задвижки, краны, вентили); гидравлические задвижки и затворы, быстродействующие (отсечные) устройства с пневматическим или магнитным приводом. Например, на газопроводах среднего и высокого давлений преимущественно устанавливают задвижки, а на газопроводах низкого давления помимо задвижек монтируются гидрозатворы. Газопроводы, прокладываемые внутри помещений, должны иметь краны. Для сбора и удаления конденсата и воды в низших точках газопровода сооружаются конденсатосборники.

Следует уяснить устройство и принцип действия газовой арматуры, а также работу компенсаторов и конденсатосборников.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Какие материалы используются при строительстве газопроводов? Назовите их достоинства и недостатки.
2. Как прокладывают газопроводы по территории городов и промышленных предприятий?
3. Как осуществляется контроль за качеством сварных соединений, какие способы сварки вы знаете?
4. Какие существуют правила прокладки газопроводов?
5. Какие вы знаете типы запорной арматуры и оборудования на газопроводах?
6. Расскажите об устройстве газовых колодцев.
7. Для чего служат конденсатосборники? Чем они отличаются от гидрозатворов?
8. Объясните принцип действия компенсаторов.

### **6.3 Тема 3. Защита газопроводов от коррозии.**



Коррозией металлов называется разрушение металлических поверхностей под влиянием химического или электрохимического воздействия окружающей среды. Коррозии могут подвергаться наружные и внутренние поверхности труб. Коррозия внутренних поверхностей труб в основном зависит от свойств газа. Она обусловлена повышенным содержанием в газе кислорода, влаги, сероводорода и других агрессивных соединений. Борьба с внутренней коррозией сводится к удалению из газа агрессивных соединений, т.е. хорошей его очистке. Значительно большие трудности представляет собой борьба с коррозией внешних поверхностей труб, уложенных в грунт. В зависимости от коррозионных факторов различают почвенную коррозию и коррозию блуждающими токами. Почвенная коррозия – это электрохимическое разрушение стальных газопроводов, вызванное действием почвы, грунтов и грунтовых вод. Химическая коррозия возникает от воздействия на металл коррозионной среды. При этом металл взаимодействует со средой, не проводящей электрический ток. Процесс электрохимической коррозии показан на рис. 2.

Для выбора соответствующих мер защиты подземных газопроводов от коррозии необходимо определить коррозионную активность грунта. Коррозионная активность грунта зависит от структуры, влажности, воздухопроницаемости, наличия солей и кислот, а также от электропроводности.

Существующие методы защиты газопроводов от коррозии можно разделить на две группы: пассивные и активные. Пассивная защита предусматривает изоляцию газопровода от контакта с окружающей средой.

В качестве защитных используют битумно-резиновые, битумно-полимерные, битумно-минеральные покрытия и эмальэтиленовые с использованием армирующих оберток из стекловолоконистых материалов, а также покрытия из полимерных материалов, наносимые в виде лент или в порошкообразном состоянии.

Основными методами активной защиты являются электрический дренаж, катодная и протекторная защита.

Следует выяснить, какой вид защиты от коррозии наиболее целесообразен в городских условиях, каким образом производится проверка качества изоляции газопроводов. Кроме того, следует знать, какие существуют приборы и установки для измерения удельного сопротивления грунта, измерения потенциалов, определения направления и величины тока.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. В чем сущность коррозионных процессов?
2. Что такое коррозионная активность грунта и как производят электрические измерения на газопроводах?
3. Как производят защиту газопроводов изоляционными покрытиями? Как проверяют их качество?
4. Какие существуют приборы для проверки качества изоляции, каковы их устройство и принцип работы?
5. В чем сущность электрических методов защиты газопроводов? Назовите наиболее распространенные методы защиты.
6. Перечислите состав работ при обслуживании защитных установок.

#### **6.4 Тема 4. Определение расчетных расходов газа бытовыми потребителями**

Все виды городских потребителей можно разделить на следующие группы:

1. Бытовое потребление (жилые дома).
2. Коммунально-бытовые предприятия (бани, прачечные).
3. Общественные предприятия и учреждения (предприятия общественного питания, хлебопекарни, кондитерские мелкие предприятия местной промышленности, больницы, поликлиники, школы, гостиницы).

4. Предприятия бытового обслуживания (отели, парикмахерские, мастерские, магазины).

5. Потребители газа на отопление, вентиляцию и ГВС от районных, квартальных, домовых котельных, производственно-отопительных котельных.

6. Промышленные и энергетические потребители (заводы, фабрики, комбинаты, ТЭЦ).

Потребление газа происходит неравномерно, причём каждой категории свойственны характерные сезонные, недельные и суточные неравномерности потребления. Наибольшая суточная неравномерность присуща бытовым потребителям, наименьшая – промышленным предприятиям с непрерывным технологическим процессом.

Существует 3 вида неравномерности потребления газа:

1. Сезонная неравномерность (неравномерность по месяцам года).
2. Суточная неравномерность (по дням недели, месяца или года).
3. Часовая неравномерность (по часам суток, месяца или года).

Неравномерность газопотребления зависит от следующих факторов:

1. климатические условия;
2. уклад жизни населения;
3. режим работы предприятий и учреждений;
4. характеристика газооборудования зданий и промышленных предприятий.

При проектировании системы газоснабжения населенного пункта необходимо определить, в первую очередь, годовое газопотребление жилыми кварталами в зависимости от внутридомового газового оборудования. Нормы годового потребления газа нормирует СНиП.

Для определения расчетно-часовых расходов газа вводится понятие коэффициента часового максимума газопотребления.

Студент должен знать формулы для определения годового газопотребления, расчетно-часовых расходов газа для бытовых потребителей и уметь пользоваться справочными данными для расчета.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Поясните понятие: сезонная неравномерность газопотребления?
2. Поясните понятие: суточная неравномерность газопотребления?
3. Поясните понятие: часовая неравномерность газопотребления?
4. Как регулируются неравномерности потребления газа?
5. Как определить расчетно-часовые расходы газа?
6. Какой документ нормирует газопотребление?

### **6.5 Тема 5. Определение расчетных расходов газа коммунально-бытовыми и промышленными потребителями**

Промышленные и коммунальные предприятия получают газ от городских распределительных сетей среднего и высокого давлений. Предприятия с небольшим расходом газа можно присоединять к сетям низкого давления.

В сельской местности газ могут использовать различные сельскохозяйственные предприятия: животноводческие и растениеводческие.

Необходимо знать режимы газопотребления, ознакомиться с годовым, недельным, суточным графиками потребления газа различными категориями и уметь выделить потребителей, питающихся от сетей низкого и высокого (среднего) давления.

Студент должен уметь определять нормы газопотребления для коммунально-бытовых и промышленных (сельскохозяйственных предприятий).

*Вопросы для самопроверки:*

1. Какие промышленные предприятия являются потребителями природного газа?

2. Какие коммунально-бытовые предприятия являются потребителями природного газа?
3. Какие промышленные предприятия являются потребителями природного газа?
4. Какие сельскохозяйственные предприятия являются потребителями природного газа?
5. Какие виды неравномерности газопотребления характерны для каждого типа предприятий?
6. Как влияет сменность работы предприятия на неравномерность газопотребления?
7. Как определяется годовое газопотребление для предприятий?
8. Как определить расчетно-часовые расходы газа для предприятий?

## **6.6 Тема 6. Схемы и гидравлический расчет газовых сетей**

В небольших городах в настоящее время широкое применение нашли двухступенчатые системы газоснабжения с высоким или средним давлением в первой ступени и низким давлением во второй ступени. В одну систему обе ступени объединяются через районные газорегуляторные пункты (ГРП).

Расчет сетей обеих ступеней начинают с трассировки и составления расчетных схем, наглядно показывающих направление газовых потоков, а также длину, расчетный расход и диаметр газопровода на каждом участке. Студенты должны знать, как определяют расчетные расходы газа на участках, несущих путевую и транзитные нагрузки, и на участках сосредоточенных расходов. При изучении вопросов гидравлического расчета городских сетей студентам необходимо помнить, что в распределительной закольцованной сети низкого давления потоки газа устремляются от ГРП, т.е.

от точек с более высоким давлением, к конечным точкам движения, находящимся на границах зоны действия каждого ГРП. В эти точки газ поступает с давлением, меньшим, чем первоначальное на величину потери давления. Основное отличие кольцевых газовых сетей от тупиковых заключается в том, что они состоят из замкнутых контуров, в результате чего отдельные их участки могут иметь двухстороннее и многостороннее питание. При расчете сетей считают отдачу газа по длине газопровода равномерной. При этом вся газифицированная территория разбивается на участки с одинаковой плотностью населения и вычисляется количество газа, потребляемое на этих участках. Система будет гидравлически увязанной и рассчитанной правильно, если полная потеря давления на пути от ГРП до конца движения потока в любом направлении от ГРП равна принятому для всей сети единому перепаду давления. Суммарную потерю давления газа от ГРП до наиболее удаленного прибора следует принимать равной 1800 Па, причем считают, что 1200 Па приходится на уличные и внутриквартальные газопроводы, а на дворовые и внутренние – 600 Па.

Диаметры газопроводов, обеспечивающие пропуск расчетных расходов газа, должны быть обусловлены заданным перепадом давления. Следовательно, в процессе гидравлического расчета надо определять потери давления на каждом участке. Необходимо ознакомиться с вопросами гидравлического сопротивления газопроводов низкого и высокого давления. Надо помнить, что полная потеря давления на участке складывается из потерь давления на трение и потерь давления в местных сопротивлениях. Необходимо знать исходные формулы, по которым определяют эти потери, и уметь практически подсчитывать потери давления при подборе диаметров газопровода по таблицам и номограммам. Кроме того, надо научиться рассчитывать объектовые сети: сети жилого здания, промышленного предприятия.

*Вопросы для самопроверки*

1. Как определяют расчетные расходы газа на участках сети с равномерно распределенной нагрузкой и на участках сети с сосредоточенными расходами?
2. Какова исходная формула определения потерь давления газа на трение? Напишите выражение коэффициента гидравлического сопротивления для различных режимов движения. Какова исходная формула определения потерь давления газа в местных сопротивлениях?
3. Чем характеризуется гидравлический расчет закольцованных сетей низкого давления? Как рассчитывают тупиковые газопроводы?
4. Чем характеризуется гидравлический расчет закольцованных и тупиковых сетей высокого (среднего) давления?
5. В чем заключается гидравлическая увязка закольцованных сетей?
6. Какова принципиальная разница в расчете сетей низкого и высокого давления?
7. Как практически определяют потери давления на трение на участках в сетях низкого и высокого давления?
8. Как оценивают потери давления в местных сопротивлениях городских и объектовых сетей?
9. В чем состоит принцип построения и применения расчетных таблиц и номограмм?

## **6.7 Тема 7 Газорегуляторные пункты и их оборудование**

Задача регулирования заключается в снижении давления газа до нужной величины и постоянной поддержке ее независимо от разбора газа потребителями. Эту работу осуществляют регуляторы давления, устанавливаемые в газовых распределительных станциях (ГРС) и регуляторных пунктах. Регулятор давления автоматически проводит пропуск газа через дроссельное отверстие в соответствии с потреблением газа из сети.

Оборудование на технологической линии ГРП или ГРУ располагают по ходу движения газа в следующей последовательности: запорное устройство, фильтр, предохранительный запорный клапан, регулятор давления, запорное устройство. Кроме того, ГРП и ГРУ должны иметь предохранительные сбросные устройства. Число технологических линий может быть от одной до пяти. Если в ГРП имеется только одна технологическая линия, то предусматривается обводной газопровод (байпас) с двумя последовательно расположенными запорными устройствами. Байпас во время ремонта оборудования будет обеспечивать подачу газа потребителям.

Студентам необходимо изучить классификацию регуляторов давления и конструктивные особенности их дроссельных устройств. Следует обратить внимание на определение пропускной способности регуляторов: дроссельное отверстие в седле регулятора при полном открытии должно обеспечить пропуск расчетного часового расхода газа с некоторым запасом. Кроме того, нужно знать простейшие технологические схемы газовых распределительных станций, регуляторных установок, назначение всего размещаемого в них оборудования: фильтров, защитных устройств, арматуры, контрольно-измерительных приборов (КИП). Следует ознакомиться со схемой пунктов измерения расхода газа и измерительными устройствами (газовыми счетчиками, измерительными диафрагмами, расходомерами).

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Задача и принцип регулирования давления газа.
2. Классификация регуляторов давления; принцип работы регуляторов.
3. Как определить пропускную способность регулятора давления?
4. Как практически подбирают регуляторы давления?
5. Принципиальная технологическая схема ГРП. Какое оборудование входит в ГРП и для чего оно предназначено? Схема ГРС, ее оборудование, автоматика и КИП.



## 6.8 Тема 8. Газоснабжение жилых и общественных зданий

Пропускную способность городских распределительных сетей и элементов системы необходимо рассчитывать на пиковые, максимальные часовые расходы газа. Надо уметь определять расчетный часовой расход газа на сети низкого давления как путем вычисления из суточного совмещенного графика газопотребления, так и путем перехода от годового расхода к расчетному часовому через коэффициент неравномерности потребления (коэффициент часового максимума), а в объектовых сетях – через коэффициент одновременности работы или коэффициенты неравномерности. Коэффициент неравномерности отражает вероятность одновременного включения газовых приборов в пик потребления. При определении расчетных расходов с использованием коэффициентов одновременности следует особенно тщательно подходить к оценке соответствия мощности газовых приборов населенности квартиры, т.е. в конечном счете, ее жилой площади. Проектную населенность квартир устанавливают по ее площади и предполагаемым нормам заселения. Годовые нормы принимают по видам потребления с учетом благоустройства квартир.

Следует помнить, что специфической особенностью сельских населенных пунктов является небольшая плотность жилой застройки, но, несмотря на небольшие расходы газа при низкой плотности застройки протяженность газораспределительных сетей может быть значительной. В связи с этим для уменьшения металлозатрат в сеть целесообразно увеличивать число ГРП, преимущественно шкафного типа.

Методы определения оптимального числа ГРП в городских условиях малоприменимы для условий сельской местности. Поэтому проектные организации определяют число ГРП для сельских населенных пунктов технико-экономическим сравнением нескольких вариантов.

Удельный максимальный расход газа по поселку на бытовые и коммунально-бытовые цели значительно выше показателя

в городских условиях.

Централизованное теплоснабжение не нашло широкого применения в большинстве сел старой застройки, и поэтому при разработке проектов газоснабжения сельских жилых домов обычно предусматривается установка газовых плит и газовых горелок в отопительные печи. Определение расчетных расходов газа в этом случае производится с учетом коэффициентов одновременности. Расчетный часовой расход газа для любой группы однотипных приборов производится с учетом коэффициентов одновременности

$$V_p = \kappa_0 V_{\text{ном}},$$

где  $V_{\text{ном}}$  – сумма номинальных расходов группы приборов, м<sup>3</sup>/ч;  $\kappa_0$  – коэффициент одновременности.

При выборе вариантов снабжения газом, природным или сжиженным, исходят в первую очередь из технико-экономических расчетов, однако природный газ предпочтительнее.

При построении систем газораспределения наибольшее распространение получили двухступенчатые системы газоснабжения. Студенту необходимо знать рекомендации, исходя из которых, выбирают систему газоснабжения.

Для обогрева теплиц применяют газовоздушные калориферы, газовые теплогенераторы и радиационные инфракрасные излучатели. Наиболее эффективно применение горелок инфракрасного излучения, так как при этом возможно одновременное поддержание на оптимальном уровне температуры и влажности воздуха теплицы и содержания углекислого газа. Одна горелка тепловой мощностью 3000...4000 ккал/ч обеспечивает подкормку растений углекислым газом на площади 70...180 м<sup>2</sup>. Горелки располагают над обогреваемой площадью на высоте 1,5...3,5 м на расстоянии 2,5...4 м друг от друга

Для равномерного распределения давления газа по всем горелкам распределительный газопровод рекомендуется закольцовывать.

Присоединение горелок к газопроводу может быть жестким или гибким (с помощью резиноканевых шлангов). В последнем случае за счет шлангов и шарнирных креплений горелок можно изменять направление потока инфракрасного излучения. Каждая горелка оборудуется автоматикой дистанционного зажигания и контроля горения.

Горелки инфракрасного излучения нашли широкое применение и при отоплении животноводческих ферм и птицефабрик. При инфракрасном обогреве помещений можно поддерживать положительную температуру пола, стен и потолка, что исключает конденсатообразование и обеспечивает конвективный нагрев воздуха в помещении. Такая система отопления помещения весьма экономична, так как отпадает необходимость в промежуточных теплоносителях, а, следовательно, и в котельных, теплотрассах и внутренних трубопроводных системах отопления. Это более чем в 50 раз снижает металлоемкость отопительных систем и повышает их КПД.

Перспективным направлением в использовании газового топлива для обогрева животноводческих помещений является применение газоздушных калориферов (ГВК). При серийном производстве ГВК применение их в сельскохозяйственном производстве позволит во многих случаях отказаться от сооружения дорогостоящих отопительных котельных и систем парового или водяного отопления.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Что показывает коэффициент одновременности?
2. Какие бытовые газовые приборы применяют в городских условиях и в сельской местности?
3. Требования СНиП к установке газовых приборов в жилых домах?
4. Какое газовое оборудование используют на сельскохозяйственных объектах и в быту?

5. Какими факторами определяется выбор системы газоснабжения сельских населенных пунктов?
6. Назовите основные направления использования газа в сельском хозяйстве.
7. Назовите основные достоинства и недостатки горелок инфракрасного излучения.

## **6.9 Тема 9. Горение газового топлива**

Студентам, изучающим процессы сжигания газов в различных установках, необходимо усвоить основы теории горения газа. Горение – это процесс окисления, протекающий очень медленно при нормальных условиях и ускоряющийся с повышением температуры. Если газозоудную смесь нагреть до температуры воспламенения, то начнется ее самопроизвольное горение с выделением огромного количества тепла. Для горения газа необходимы два условия: смешение газа с необходимым количеством кислорода и подогрев первоначальных порций смеси до температуры воспламенения.

Необходимо научиться определять количество кислорода и воздуха, теоретически необходимое для сжигания 1 м<sup>3</sup> газа, знать состав продуктов горения и уметь рассчитать их объем, а также иметь представление о калориметрической и теоретической температурах горения.

Изучая вопросы воспламенения холодных газозоудных смесей, надо помнить, что газ горит и взрывается при определенных соотношениях с воздухом. Для каждого газа существуют свои нижняя и верхняя концентрационные границы воспламенения. Пределы воспламеняемости для метана составляют 5...15 %. Если выделяемая теплота достаточна для нагревания в газозоудной смеси до температуры самовоспламенения, то смесь может гореть или взрываться. Студенты должны понимать, почему при концентрациях ниже или выше этих границ горение и взрыв газозоудных

смесей не наблюдаются. При взрыве продукты горения быстро нагреваются и, расширяясь, создают в объеме, где они находятся, повышенные давления. Резкое возрастание давления и быстрое расширение продуктов горения обуславливают разрушительный эффект взрыва.

При взрывах газовой смеси в трубах с большими диаметром и длиной скорость распространения пламени может превзойти скорость распространения звука и достичь 2000...4000 м/с. В результате быстро движущегося взрывного воспламенения местное повышение давления составит 8 МПа и выше. Такое взрывное воспламенение называется детонацией.

Знакомясь с понятием скорости распространения пламени, следует рассмотреть два режима: а) нормальное распространение пламени и его скорость при ламинарном горении; б) распространение пламени в турбулентном потоке. Необходимо помнить, что величина скорости нормального распространения пламени определяется физико-химическими свойствами смеси и зависит от концентрации газа и воздуха, состава газа, первоначальной температуры воздуха и газа балластных газов. Надо знать, при каком соотношении газа и воздуха скорость нормального распространения пламени будет максимальной и минимальной. Скорость распространения пламени в турбулентном потоке определяется не только физико-химическими свойствами, но и турбулентными характеристиками, поэтому по абсолютному значению она превышает нормальную скорость распространения пламени.

Следует также ознакомиться с вопросами устойчивости сжигания различных газовой смеси, явлениями проскока и отрыва пламени, способами стабилизации ламинарного и турбулентного пламени. При устойчивом горении в зоне горения устанавливается динамическое равновесие между стремлением пламени продвинуться навстречу движению газовой смеси и стремлением потока подвинуть пламя от устья горелки в топку. Пределами устойчивости работы горелок являются отрыв и

проскок пламени в горелку. При большой скорости движения газовой смеси наблюдаются полное отделение пламени от горелки и его погасание. Это явление называется отрывом пламени. При уменьшении подачи и скорости газовой смеси стабильное горение нарушается и пламя начинает втягиваться в горелку. Когда горение газовой смеси происходит внутри горелки, возникает проскок пламени.

Следует помнить, что процесс горения состоит из трех последовательно протекающих стадий: смесеобразования, подогрева смеси до температуры воспламенения и реакции горения. Воспламенение газовой смеси может быть осуществлено:

- нагревом всего объема газовой смеси до температуры самовоспламенения. В этом случае газовая смесь воспламеняется и горит без постороннего источника зажигания. Такой способ применяют в двигателях внутреннего сгорания, где газовую смесь нагревают быстрым сжатием до определенного давления;
- применением посторонних источников зажигания (высоконагретых тел, запальников и т.д.). В этом случае до температуры воспламенения нагревается не вся газовая смесь, а только ее часть. Данный способ применяется при сжигании газов в горелках газовых приборов;
- существующим факелом (пламенем) непрерывно в процессе горения.

Если газ и воздух предварительно в горелке не перемешиваются и в топку поступают отдельно, то смесеобразование протекает одновременно с горением и скорость горения в большой степени зависит от физической стадии – скорости смесеобразования. Такой процесс горения называют диффузионным. Здесь необходимый для процесса горения контакт между газом и воздухом осуществляется за счет молекулярной и турбулентной диффузии. При сжигании заранее подготовленной в горелке газовой смеси суммарная скорость процесса горения определяется скоростью

подогрева и горения, стадия смесеобразования не учитывается. Горение протекает по кинетическому принципу. В зависимости от конструкции горелочного насадка здесь может быть развит короткий напряженный факел или горение может быть практически беспламенным. Применяется и смешанный метод сжигания газа, когда в горелке предварительно смешивается с газом только необходимая часть воздуха, а остальной воздух поступает непосредственно к факелу. При таком сжигании часть газа, смешанная с первичным воздухом, выгорает кинетически, оставшаяся часть газа, разбавленная продуктами горения, догорает за счет вторичного воздуха по диффузионному принципу.

Газовое топливо, добываемое с огромными затратами трудовых и материальных ресурсов, часто используется с недостаточно высокой эффективностью. При правильном контроле процесса горения и использования теплоты уходящих газов КПД котлов, работающих на газе, достигает 90...94 %, а при отсутствии должного контроля снижается до 60...70 %. Повышение эффективности использования газа имеет большое народнохозяйственное значение. Одной из актуальных задач, стоящих перед работниками газовых хозяйств, является систематическая работа над повышением КПД использования теплоты. Для устранения перерасхода газового топлива необходимо осуществлять систематический контроль за его сжиганием. Это дает возможность устранять потери теплоты, вызванные неполнотой сгорания, высокой температурой уходящих газов, большим избытком воздуха. Эффективность использования газового топлива можно определить по методике, разработанной профессором М.Б. Равичем. Следует запомнить, что для повышения эффективности использования газа в газоиспользующих установках необходимо быстро и с минимальными затратами труда определить потери теплоты и КПД газоиспользующих установок.

Студенты должны осознать, что защита воздушного бассейна от загрязнений – одна из важнейших проблем современности, и знать, какие

меры необходимо принимать для рационального сжигания газа и защиты окружающей среды.

Формирование у студентов природоохранного сознания – важное средство воспитания и обучения бережному отношению к окружающей среде не только на стадии эксплуатации производственных установок, но, главным образом, на стадии проектирования систем энергообеспечения.

*Вопросы для самопроверки*

1. Понятие горения газа. Условия, необходимые для горения газа.
2. Как определяют количество кислорода и воздуха, теоретически необходимое для сжигания 1 м<sup>3</sup> простейшего газа и смеси газов?
3. Как определяют объем продуктов сгорания?
4. Понятие калориметрической и теоретической температуры горения газа.
5. Кинетика реакций горения в свете современной теории.
6. Концентрационные границы воспламенения газов. Чем объяснить, что при соотношениях газа с воздухом ниже и выше пределов воспламенения смеси не горят и не взрываются?
7. Нормальное распространение пламени и его скорость. От каких факторов зависит величина скорости распространения пламени? При каких условиях наблюдаются максимальные и минимальные скорости распространения пламени?
8. Распространение пламени в ламинарном потоке.
9. Какими факторами определяется величина скорости распространения пламени в турбулентном потоке?
10. Как практически повысить скорость распространения пламени?
11. Из каких стадий складывается процесс горения газа?
12. Чем характерен диффузионный процесс горения?
13. Особенности кинетического метода сжигания.
14. Особенности смешанного диффузионно-кинетического метода сжигания.



15. Стабилизация ламинарного пламени в горелке.
16. Стабилизация турбулентного пламени. Какие применяют стабилизаторы горения?
17. Расскажите, как определяется эффективность использования газового топлива.
18. Назовите основные направления повышения эффективности использования газового топлива.
19. Какие меры принимаются для рационального сжигания газа и защиты воздушного бассейна?

### **6.10 Тема 10. Газогорелочные устройства**

Конструкция и основные характеристики газовых горелок. Подготовка газоздушных смесей и сжигание их осуществляют с помощью газогорелочных устройств. Студенты должны рассмотреть классификацию горелок в зависимости от степени предварительного смешения газа и воздуха, характера подачи воздуха и давления газа перед поступлением в горелку.

Следует ознакомиться с особенностями и условиями применения горелок различных видов:

- полного предварительного смешения газа с воздухом – горелок с огнеупорными насадками (туннельными, многоканальными, инфракрасного излучения) и металлическими стабилизаторами;
- предварительного смешения газа с частью воздуха, необходимого для горения – атмосферных горелок;
- незавершенного предварительного смешения газа с воздухом – горелок турбулентного смешения, многоструйных вихревых с центральной и периферийной подачей газа; газомазутных и пылегазовых;
- без предварительного смешения газа с воздухом – диффузионных, подовых и щелевых горелок.

Следует знать, что основной характеристикой горелки является ее тепловая мощность, равная произведению теплоты сгорания газа на его часовой расход. Различают максимальную, минимальную и номинальную тепловые мощности газовых горелок. В паспорте горелок указывается номинальная тепловая мощность. Номинальная тепловая мощность горелки соответствует режиму работы с номинальным расходом газа, т.е. расходом, обеспечивающим наибольший КПД при наибольшей полноте сгорания газа. Максимальная мощность горелки должна превышать номинальную не более чем на 20 %. Если номинальная тепловая мощность горелки по паспорту 10 000 кДж/ч, то максимальная мощность должна быть 12 000 кДж/ч.

Важной характеристикой горелки является предел регулирования мощности, т.е. отношение ее минимальной тепловой мощности к максимальной. Предел регулирования колеблется от двух до пяти.

В эксплуатации находится большое количество горелок различных конструкций. Студент должен понимать общие требования, предъявляемые ко всем горелкам: обеспечение полноты сгорания газа, устойчивость при изменении тепловой мощности, надежность в эксплуатации, компактность и удобство при обслуживании.

Расчет газовых горелок. Следует ознакомиться с расчетом инжекционных горелок – атмосферных и полного предварительного смешения газа с воздухом, а также с пересчетом горелки в случае использования ее в новых условиях. При изучении расчета турбулентных горелок следует обратить внимание на расчет воздушного тракта и завихрителей, расчет газовых струй и отверстий для их выхода, расчет необходимого давления газа и воздуха.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Как классифицируют газовые горелки?
2. Каковы характеристики и особенности применения различных горелок?

3. Как осуществляется смешение газа с воздухом в инжекционных горелках?

4. Назовите элементы проточной части инжекционной горелки. Объясните назначение каждого элемента. Как определяется инжекционная способность горелки?

5. Как осуществляется смешение газа с воздухом в горелках с принудительной подачей воздуха?

6. Каково расчетное уравнение инжекционной горелки?

7. Как подсчитывают площадь и диаметр сопла, площадь и диаметр горловины горелки?

8. Как рассчитывают турбулентные горелки? На что обращают внимание при их расчете?

### **6.11 Тема 11. Газоснабжение промышленных предприятий и ТЭС**

Промышленные и коммунальные предприятия получают газ от городских распределительных сетей среднего и высокого давлений. Предприятия с небольшим расходом газа можно присоединять к сетям низкого давления. Оптимальный вариант присоединения должен быть обоснован технико-экономическим расчетом.

При изучении данного вопроса необходимо ознакомиться с принципиальными схемами промышленных систем и их классификацией, количеством и расположением ГРП и ГРУ, межцеховыми и внутрицеховыми газопроводами и их устройством, рассмотреть методику определения расчетных расходов газа и расчетных перепадов давления, а также как определяют давления в начале и конце ступени схемы.

Отопительные котельные обеспечивают нагрев воды для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения жилых и общественных зданий. Температура нагрева воды в отопительных котельных малой мощности составляет 95...70 °С, а в котельных большой мощности – 150...70 °С.

Эффективность работы котла определяется его коэффициентом полезного действия, который показывает, какая часть тепла, внесенного в топку, полезно использована и передана нагреваемой в котле воде.

При работе котла на газовом топливе суммарные потери складываются из потерь тепла с уходящими газами, потерь теплоты в окружающую среду от нагретых стенок обмуровки котла и потерь от химической неполноты сгорания. Основную долю потерь тепла составляют потери с уходящими газами и потери в окружающую среду. При правильном выборе газогорелочного устройства, хорошей организации смешения газа и воздуха потери тепла от химической неполноты сгорания газа могут быть сведены к нулю. Потери тепла с уходящими газами при одинаковых коэффициентах избытка воздуха тем меньше, чем ниже их температура. Полнота сгорания газа определяется по составу продуктов сгорания, в которых должны полностью отсутствовать горючие составляющие: оксид углерода, водород и метан. Схема отопительной котельной малой мощности представлена на рис. 7.

Выбор схемы обвязочного газопровода для агрегатов зависит от вида газовых горелок, их числа, давления газа, вида отключающих устройств, а также от типа автоматики регулирования и безопасности.

В соответствии с правилами безопасности каждый котел, его топка, газоходы и борова должны быть оборудованы предохранительными взрывными клапанами. На газоходах их устанавливают в местах наиболее вероятного скопления газов (на опусках и поворотах газоходов). Площадь взрывного клапана определяется расчетом. Для организации процесса горения в топку котла необходимо подавать воздух и удалять из нее продукты сгорания, что осуществляется двумя способами: созданием в топке и газоходах разряжения и созданием избыточного давления. При естественной тяге разряжение в топке и газоходах создается дымовой трубой, и вследствие этого под действием разности давлений между окружающим воздухом и продуктами сгорания в топку поступает воздух. При

искусственной тяге разрежение в топке и газоходах создается за счет работы дымососа, а подача воздуха производится вентилятором.

Необходимо изучить методику расчета дымовой трубы. Для установок с принудительной тягой расчет дымовой трубы сводится к определению диаметра ее выходного сечения и высоты по условиям рассеивания в атмосфере выбрасываемых продуктов сгорания до допустимых санитарными нормами концентраций.

При расчете газового тракта надо учитывать самотягу, создаваемую трубой, и ее сопротивление. Сопротивление дымовой трубы складывается из потерь на трение при движении продуктов сгорания и потерь на создание динамического напора, необходимого для получения определенной скорости продуктов сгорания на выходе из трубы.

Минимальная допустимая высота дымовой трубы ( $H$ , м) определяется из условия предельно допустимых концентраций золы или  $SO_2$  в атмосфере:

Характерная особенность коммунально-бытового сектора – разнообразие потребителей газа (жилье, гостиницы, прачечные, химчистки, бани, пищевая промышленность, кафе, рестораны, спортивные комплексы). Студентам следует рассмотреть виды газового оборудования, используемого в различных отраслях хозяйства, знать устройство и принцип работы.

#### *Вопросы для самопроверки*

1. Принципиальные схемы промышленных систем газоснабжения и их классификация.
2. Как определяют расчетные расходы газа на расчетных участках в межцеховых и внутрицеховых газопроводах?
3. Как определяют давление в начале и конце каждой ступени схемы газоснабжения?
4. Как определяют высоту дымовой трубы?
5. Опишите схему обвязки межцеховых газопроводов.
6. Расскажите, как работает котельная. Какие котлы используются в настоящее время?

7. Как определить эффективность работы котла?
8. Какие печи используют в пищевой промышленности?

Расскажите, как они работают.

## **6.12 Тема 12. Системы газоснабжения сжиженными углеводородными газами**

При изучении этого раздела студенты должны ознакомиться с основными физико-химическими свойствами сжиженных углеводородных газов (СУГ), газонаполнительными и раздаточными станциями (их технологическими схемами); установками сжиженных газов у потребителей (индивидуальными и групповыми с подземными резервуарами), а также установками для получения смесей паров сжиженных газов с воздухом.

Одним из основных преимуществ сжиженных газов является то, что при обычных условиях они находятся в газообразном состоянии, а при значительно небольшом повышении давления переходят в жидкое, поэтому их удобно транспортировать, используя баллоны и резервуары. Достоинством СУГ является универсальность применения, так как их можно использовать для приготовления пищи, горячей воды, отопления, в качестве моторного топлива, резки и сварки металлов и других целей. Как и сетевой газ, СУГ обеспечивают высокий КПД приборов, полноту сгорания, легкость регулирования процесса горения.

Недостатками СУГ являются:

- высокая пожаро- и взрывоопасность; пары СУГ тяжелее воздуха и при утечке скапливаются в нижней части помещений и сооружений;
- сжиженные углеводородные газы имеют нижний предел воспламенения в смеси с воздухом, равный 2 %;
- баллоны заполняются газом только на 85...90 % из-за высокого значения коэффициента температурного расширения.

### *Вопросы для самопроверки*

1. Каковы физико-химические свойства углеводородов в жидкой и паровой фазах?
2. Расчет состава двухфазной смеси углеводородов.
3. Газонаполнительные и раздаточные станции, их технологические схемы и основные сооружения.
4. Газобаллонные установки, их оборудование и расчет.
5. Групповые установки. Устройство подземных резервуаров. Установки с отбором паровой фазы и испарением жид-кости внутри резервуаров.
6. Какими должны быть состав и свойства смесей паров сжиженных газов с воздухом? Область применения этих смесей.

### **6.13 Тема 13 Основы эксплуатации систем газораспределения и газопотребления**

Приемка законченного строительством объекта газоснабжения, сооруженного в соответствии с проектом и требованиями СНиП должна проводиться приемочной комиссией. Комиссия имеет право проверить любые участки газопровода: провести разборку, просвечивание и вырезку стыков, а также повторное испытание газопроводов. Если объект принят, то оформляют акт, являющийся разрешением на ввод газопровода в эксплуатацию. Студент должен уяснить, что важный этап ввода газопровода в эксплуатацию – их испытание на герметичность. Газопроводы на герметичность испытывают воздухом. Испытанием на прочность проверяют качество сварных соединений. Величина испытательных давлений и длительность зависят от назначения газопровода, давления газа и указываются в СНиП. Газопровод считается выдержавшим испытание на герметичность, если фактическое падение давления за время испытания не превышает допустимой величины, определяемой по СНиП. На прочность и

герметичность испытывают также газопроводы и арматуру, установленные в ГРП. До пуска газа в газопроводы необходимо осмотреть газовые сети и ГРП и проверить исправность всего оборудования. Затем все газопроводы подвергают контрольной опрессовке воздухом на давление 20 кПа. Падение давления не должно превышать 100 Па в один час, после чего приступают к пуску газа. Газопроводы при заполнении газом следует продувать до вытеснения всего воздуха. Окончание продувки определяют путем анализа отбираемых проб, при этом содержание кислорода в газе не должно превышать 1 %.

Прием и ввод в эксплуатацию ГРП проводятся в такой последовательности: проверка исполнительно-технической документации; проверка соответствия монтажа и оборудования проектам; ревизия ГРП; проверка газопроводов и оборудования на прочность и герметичность, ввод в эксплуатацию. В состав работ по техническому обслуживанию ГРП входят: обход ГРП и устранение выявленных неисправностей, плановая проверка работы оборудования, текущий ремонт оборудования, проверка контрольно-измерительных приборов и приборов телеизмерения и телеуправления, капитальный ремонт. Следует рассмотреть наиболее характерные неисправности оборудования и способы их устранения, а также правила безопасности при обслуживании всей системы газоснабжения и ее отдельных элементов. Основным показателем нормальной работы систем газоснабжения является подача газа требуемого давления каждому потребителю. Для этого диспетчерская служба работает в постоянном контакте с диспетчерской службой управления магистральных газопроводов и поддерживает связь со всеми промышленными потребителями.

Студенты должны знать схемы обвязочных газопроводов, котлов печей и агрегатов; отключающие устройства и их расположение; линии безопасности и продувочные линии, основные задачи автоматизации газоиспользующих установок.

*Вопросы для самопроверки*



1. Как осуществляют эксплуатацию систем газоснабжения?
2. Как испытывают газопроводы, подсоединяют их к действующим газовым сетям, продувают и пускают по ним газ?
3. Как производят испытание и приемку в эксплуатацию ГРП, настройку в процессе эксплуатации в зависимости от режима потребления газа?
4. Какие неисправности оборудования ГРП могут встретиться и как их устранять?
5. Какие меры безопасности следует соблюдать при обслуживании системы газоснабжения, ГРП?
6. В чем сущность автоматизированных систем диспетчерского управления газовым хозяйством?

#### **6.14 Тема 14. Инновационные методы и конструктивные решения в газоснабжении**

Для подготовки к занятиям по данной теме студент должен проработать научные, научно-технические и патентные источники и периодические издания (отраслевые журналы) по газоснабжению. По результатам теоретических исследований студент готовит реферат по указанной преподавателем теме и выступает с докладом на занятиях.

*Вопросы для самопроверки:*

1. Достаточно ли хорошо изучена предлагаемая тема в исследованных источниках информации?
2. Какие авторы научных и патентных публикаций наиболее широко или наоборот достаточно узко освещают данную тему?
3. Хотели бы вы продолжить исследования в данной области и использовать полученные результаты в курсовом проектировании или выпускной квалификационной работе?
4. Как можно продолжить исследования по выбранной тематике?

## **7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **7.1 Основная учебная литература**

1. Газоснабжение [Текст] : учебник/ А.А. Ионин. – М.: Изд. 5-е., стер.-Санкт-Петербург: Лань, 2012.-448 с.
2. Газоснабжение района города / [Текст] : учебное пособие //ЮЗГУ ; сост.: Г.Г.Щедрина, О.А.Гнездилова. – Курск: ЮЗГУ, 2010.с – 95 с.

### **7.2 Дополнительная учебная литература**

1. Газоснабжение [Текст]: учебное пособие / О.Н.Брюханов, В.А.Жила, А.И.Плужников. – М.: Академия, 2008. -448с.
2. Основы эксплуатации оборудования и систем газоснабжения [Текст]: учебник / О.Н.Брюханов, А.И.Плужников. –М.: Инфра-М, 2006. – 256 с.
3. Основы технологии ремонта газового оборудования и трубопроводных систем [Текст] : учебное пособие / В.В.Масловский, И.И.Капцов, И.В.Сокруто. –М.: Высшая школа, 2004.-319 с.
4. СНиП 2.04.08-87\*. Газоснабжение / Госстрой России. – Изд. Офиц. – М.: Гос. Унитарное пред-тие Центр продукции в стр-ве, 1997. – 68 с.
5. СНиП 3.05.02-88\*. Газоснабжение /Госстрой России. – Изд. Офиц. –М.: Гос. Унитарное пред-тие-Центр продукции в стр-ве, 1998. -56 с.
6. Справочник по газоснабжению и использованию газа / Н.Л.Стаскевич, Г.Н.Северинец, Д.Я. Вигдорчик. –Л.: Недра, 1990. -762с.
7. Основы газоснабжения / Н.А.Скафтымов. – Ленинград : Недра, 1975. – 343 с.

### **7.3 Перечень методических указаний**

1. Газоснабжение района города [Текст]: учебно-методическое пособие /ЮЗГУ; сост.: Г.Г.Щедрина, О.А.Гнездилова. – Курск: ЮЗГУ, 2010. – 95 с.

2. Газоснабжение [Электронный ресурс]: Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Газоснабжение» для обучения студентов по специальности 270109.65 – Теплогазоснабжение и вентиляция / Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Г.Г.Щедрина, О.А.Гнездилова. Курск, 2011. - 37 с.

3. Газоснабжение [Электронный ресурс]: Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Газоснабжение» для студентов специальности 270109.65 – «Теплогазоснабжение и вентиляция» очной и заочной форм обучения/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Г.Г.Щедрина. Курск, 2011. - 53 с.

### **7.4 Другие учебно-методические материалы**

Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:

1. Жилищное и коммунальное хозяйство
2. Жилищное строительство
3. Инженер
4. Инновации
5. История науки и техники
6. Научные и технические библиотеки (Сборник)
7. Промышленная энергетика
8. Экология и промышленность России.

### **7.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети интернет, необходимой для усвоения дисциплины**

1. <http://www.edu.ru/> Федеральный портал «Российское образование»

2. <http://biblioclub.ru/> Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн».
3. <http://e.lanbook.com/> Электронно-библиотечная система «Лань»
4. <http://www.consultant.ru> - Официальный сайт компании «Консультант Плюс».