

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ Высшего профессионального образования «Северо-Кавказский
федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ
по дисциплине «Газоснабжение»
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
направленность (профиль) «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Содержание

Лабораторная работа Исследования работы ГРП
Лабораторная работа Измерение давления газов
Лабораторная работа Исследование регулятора давления
Лабораторная работа Измерение расхода газа с выявлением режима движения
Лабораторная работа Автоматизация ГРП

Введение

Целью изучения дисциплины «Газоснабжение» является формирование компетенций ПК-1, ПК-3, ПК-7 будущего бакалавра по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Задачами дисциплины являются получение знаний об основных методах проектирования, монтажа и эксплуатации систем газоснабжения.

Проектирование, строительство и эксплуатацию систем газоснабжения должны возглавлять высококвалифицированные инженерные кадры. В инженерной подготовке студентов дисциплина «Газоснабжение» имеет очень важное значение. Эффективность освоения этой учебной дисциплины в значительной мере зависит от содержания и постановки лабораторного практикума.

Лаборатории, оснащенные действующими экспериментальными установками (моделями) и комплексной приборно-аналитической базой, помогают студентам практически изучить сущность технологических процессов, конструкции сооружений и аппаратов, а так же определить важнейшей характеристики и установить факторы, влияющие на производительность и эффективность работы сооружений и оборудования систем газоснабжения.

Хорошо поставленный лабораторный практикум позволяет воспитать у будущего инженера правильное понимание взаимосвязи научной гипотезы или закона с опытом, с практическим использованием результатов, закрепить его теоретические знания и лучше подготовить к практической деятельности. Кроме этого, студенты приобретают необходимые навыки самостоятельного проведения научных исследований.

Лабораторная работа

Исследование работы ГРП

Цель работы: знакомство с устройством и оборудованием ГРП и исследованием режимов работы.

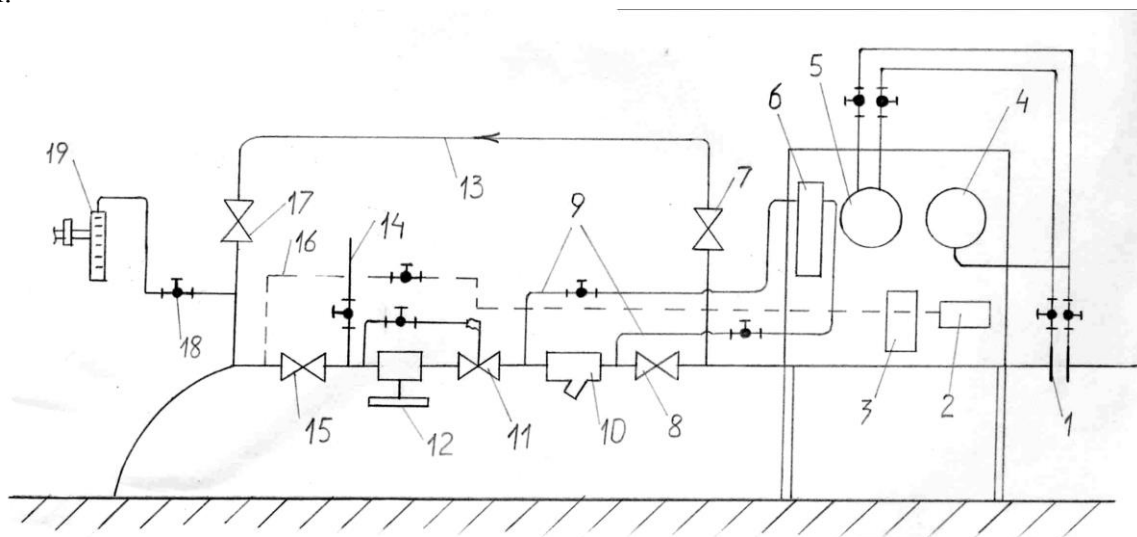


Рисунок 1- Схема ГРП

- | | |
|---|---|
| 1. диафрагма. | 9. импульсная трубка до и после фильтра. |
| 2. показывающий манометр выходного давления. | 10. фильтр. |
| 3. регистрирующий манометр выходного давления. | 11. предохранительный клапан ПКН |
| 4. регистрирующий дифманометр выходного давления. | 12. регулятор давления РДУК. |
| 5. расходомер. | 13. байпас. |
| 6. дифманометр для замера перепада давления на фильтре. | 14. продувочная свеча. |
| 7. задвижка на байпасе. | 15. выходная задвижка. |
| 8. выходная задвижка. | 16. импульсная трубка конечного давления. |
| | 17. задвижка на байпасе. |
| | 18. кран к гидрозатвору. |
| | 19. гидрозатвор. |

Порядок выполнения работы следующий:

1. проверить предохранительный клапан, сцепить рычаги.
2. проверить положение задвижек, перекрыть байпас, перекрыть кран № 11.
3. включить лабораторный стенд в сеть.
4. включить компрессор выключателем № 1.
5. установить давление по манометру в соответствии с заданием преподавателя, поворотом регулировочного винта.
6. давление ПК поворотом вентиля № 23 доводим до уровня 1.5 – 1.7 атмосферы.
7. плавным поворотом установить необходимый расход через ГРП.
8. вентилем № 23 поддерживать постоянное рабочее давление.
9. произвести необходимые измерения с помощью манометра и расходомера. Результаты измерений занести в таблицу 1,2.
10. установить следующий режим и выполнить операции по пунктам 5-9.

Обработка результатов опытов.

Таблица 1- Результаты измерений

P_2 атм. (рек.)	№ п/п	P_k атм.	P_1 атм.	P_2 атм.	m_1	m_2	τ мин.	Q $м^3/ч$
	1.							

2.							
3.							
4.							
5.							

Таблица 2- Результаты измерений

№ п/п	P _к атм.	P ₁ атм.	P ₂ атм.	m ₁	m ₂	τ мин.	Q м ³ /ч
1.							
2.							
3.							
4.							
5.							

Для определения расхода необходимо в течении минуты записать по счетчику количество газа (m₁ в начальный момент, m₂ в конечный момент). Вычислить расход по формуле:

$$\theta = m_2 - m_1 / \tau * 60 \quad (\text{м}^3/\text{ч}) \quad (1)$$

По данным таблицы № 1 построить график зависимости P₂ = (θ) статическую характеристику результата.

По данным таблиц №1, №2 построить зависимость гидравлического сопротивления регулятора давления от расхода, с использованием всех опытных точек.

$$P_1 - P_2 = f(\theta) \quad (2)$$

По построенным графикам сделать выводы.

Контрольные вопросы.

1. Объяснить принцип регулятора давления.
2. Дать классификацию регулятора давления.
3. Рассказать о характеристиках регуляторов давления.
4. Объяснить схему опыта лабораторной работы.

Список используемой литературы.

1. Рябцев Н.И. Газовое оборудование, приборы и арматура. М.; 1963.
2. Лабораторный практикум по теплогазоснабжению и вентиляции; Под ред. Э.Х. Одельского и О.А. Мухина. – Минск: Высшая школа, 1973.
3. Ионин А.А. Газоснабжение. – М.: Стройиздат, 1989.

Лабораторная работа

Измерение давления газов

Цель работы: изучение конструкции приборов для измерения давления газов и методов измерений давления потока газов в трубопроводах.

В первой части работы необходимо изучить теоретический материал о приборах для измерения давления, который выдаётся преподавателем вместе с настоящими методическими указаниями. Теоретический материал содержит рисунки и описание приборов для измерения давлений.

Вторая часть работы заключается в изучении методики измерения давления потоков газа.

При движении жидкостей и газов по трубопроводам и каналам недостаточно характеризовать их давление одним из давлений. В этом случае рассматривают следующие давления: статическое P_c , динамическое (скоростное) P_d и полное P .

Статическое давление – потенциальная энергия потока, действующая по нормам к стенке канала. При измерении его за начало отчета принимают атмосферное давление.

Динамическое давление – кинетическая скорость потока, давление его на препятствие движению, или давление которое необходимо сообщить неподвижному потоку для приведения его в движение со скоростью w_0 . Динамическое давление связано со скоростью потока следующей зависимостью:

$$P = \rho w_0^2 / 2 \quad (3)$$

где w_0 – скорость потока, измеренная по оси трубопровода, (осевая скорость), м/сек;

ρ – плотность вещества, кг/м³.

Полное давление представляет алгебраическую сумму статического и динамического давлений:

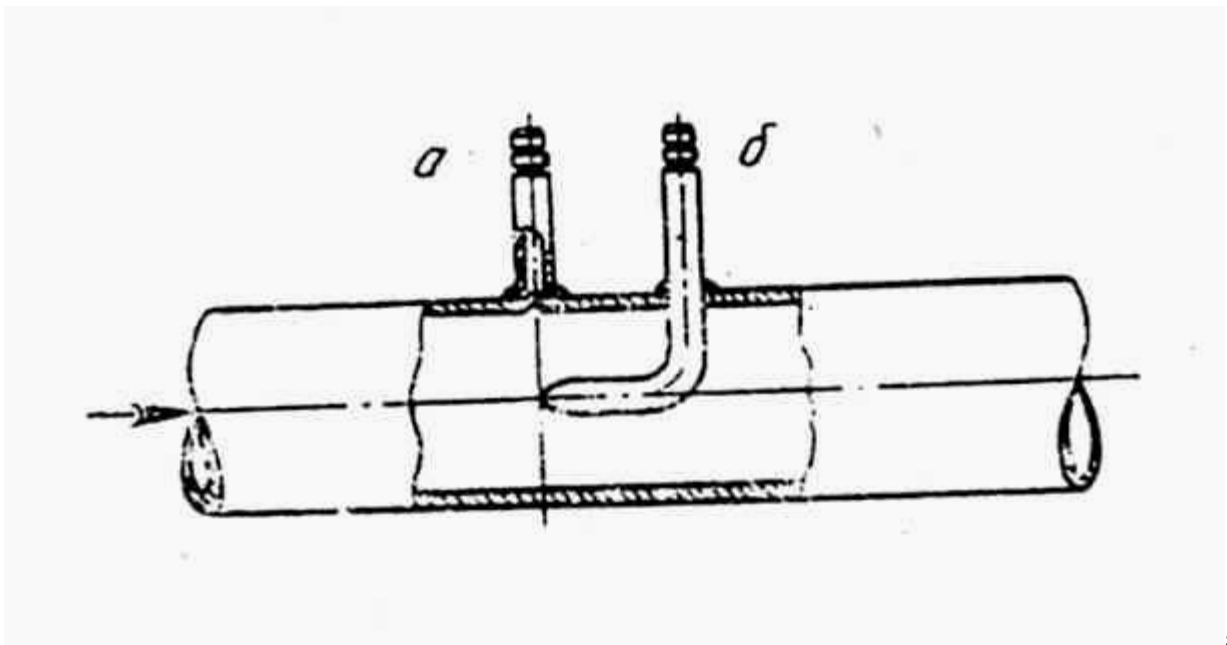
$$\pm P = \pm P_c + P_d \quad (4)$$

Для неподвижной жидкости $P = P_c$. Существует определённая методика измерения статического, полного и динамического давлений.

Чтобы измерить статическое давление, необходимо полость трубопровода сообщить с соответствующим типом манометра (вакуумметра). Для этого в трубопровод через отверстие устанавливается отборная трубка (а), которая резиновым шлангом диаметром не менее 6 мм соединяется с манометром (длина шага не более 30 м), (рисунок 2).

Если поместить поток в такую трубку, но с одним отверстием в торце трубки, направив его навстречу потоку, то подключённый к другому концу манометр измерит полное давление потока P .

При одновременном подсоединении трубок, воспринимающих полное и статическое давление в данном сечении, к дифференциальному манометру, последний регистрирует разность давлений, которая, согласно выражению, будет равна



а

динамическому давлению P_d .

Рисунок 2 – Одинарные приёмники давления

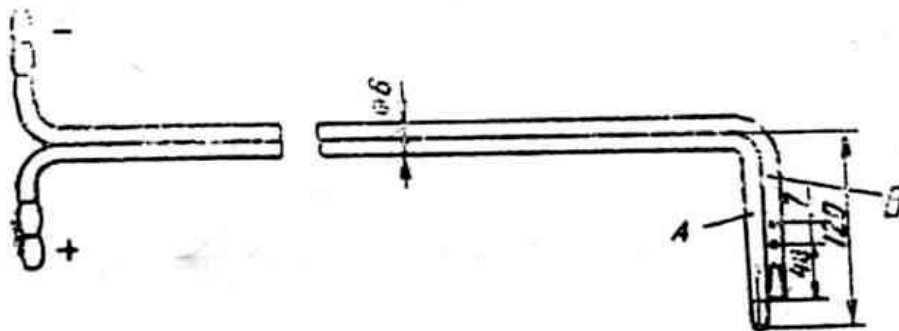


Рисунок 3 – Напорная трубка МИОТ

А – приёмник полного давления;

Б – приёмник статического давления

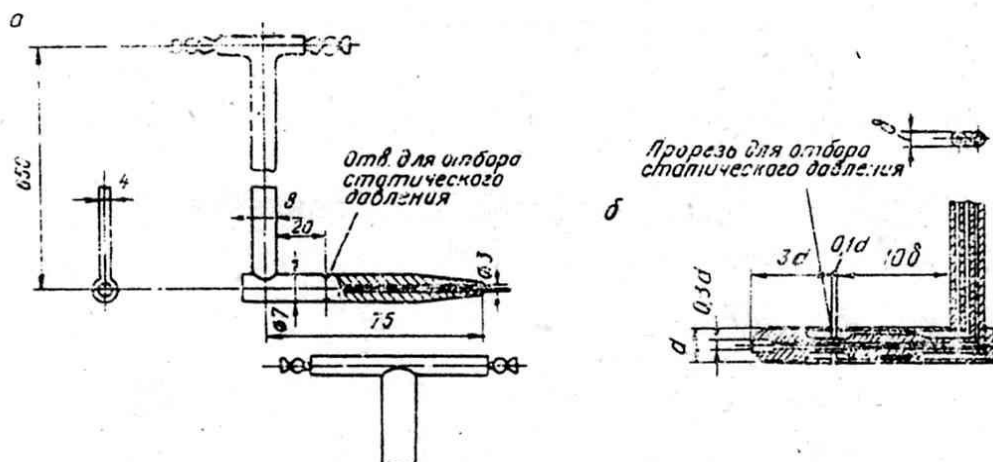


Рисунок 4 – Напорные трубки :

а – с коническим наконечником;

б – с полусферическим наконечником

Наибольшее распространение получили напорные или пневмометрические (для газов) трубки в комплекте с дифференциальными манометрами, тягонапоромерами или микроманометрами.

Трубки – приёмники давления, как правило, делают из двух трубок в различных конструктивных вариантах. Таковы трубки МИОТ (рисунок 3), а также трубки с коническим или полусферическим наконечником. Центральное отверстие диаметром 1; 3; 5; 8; 10 мм должно быть строго цилиндрическим, без заусенцев; боковые отверстия или прорезы делают размером около 0,1 Dнар.

Напорные трубки желательно устанавливать строго по оси потока, однако изменение продольного наклона их в пределах до 15° не вызывает особых погрешностей. В трубопроводах малых сечений целесообразно применять одинарные трубки (рисунок 2) диаметром не более 0,1 Dт.

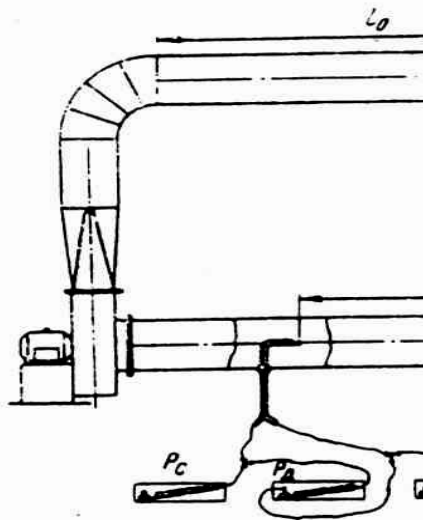


Рисунок 5 – Установка и присоединение напорных трубок во всасывающем и нагнетательном воздуховодах

Для измерения давлений во всасывающих и нагнетательных трубопроводах трубки устанавливаются навстречу потоку на расстоянии не менее l_0 и присоединяются к измерительному прибору по одной из схем, представленных на рисунке 5.

$$l_0 \geq 0.693 \cdot d_B \cdot Re^{0.25}, \text{ м} \quad (5)$$

где d_B – внутренний диаметр, м.

Схема лабораторной установки приведена на рисунке 6: 1 – воздуходувка; 2,3 – соединительные трубки; 4,5 – тягонапоромеры; 6,7 – съёмные дроссельные устройства.

Газ (воздух) подаётся воздуходувкой в трубопровод, в котором установлены напорные трубки, съёмные дроссельные устройства и жидкостные манометры, через соединительные трубки, подключённые к приёмникам давления.

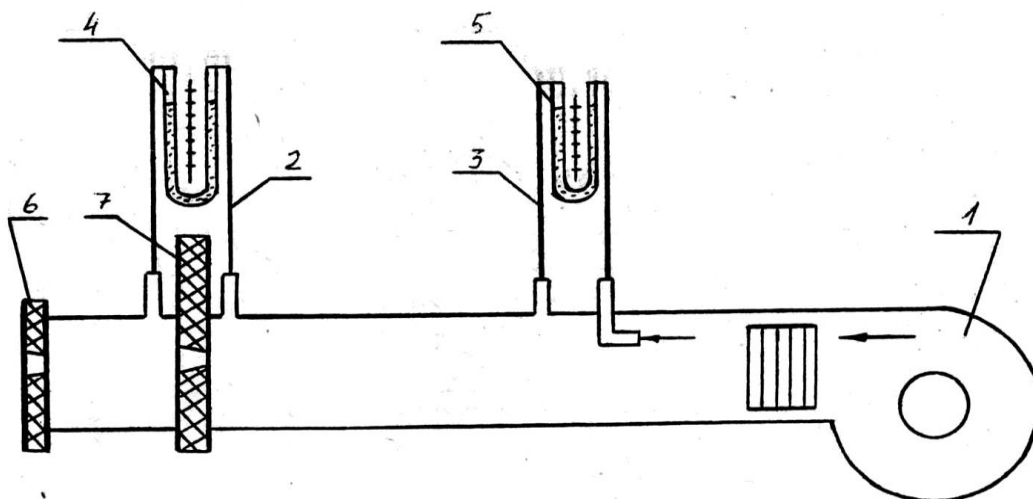


Рисунок 6 – Схема установки

Порядок выполнения работы следующий:

- требуется измерить все давления в трубопроводе установки;
- изменить схему опыта, включить воздуходувку и снять необходимые показания манометров, давление необходимо выразить в мм. вод. ст., Па и кгс/см².

Лабораторная работа

Исследование регулятора давления

Цель работы: изучить принцип действия простейшего регулятора давления, классифицировать его.

Регуляторы давлений имеют следующую классификацию. По наличию жёсткой обратной связи регулируемого давления от положения дроссельного устройства (зависимость регулируемого давления от величины расхода) существуют астатические регуляторы (без этой связи) и статические (имеющие такую связь).

Зависимость регулируемого давления от расхода носит название статической характеристики регулятора. А величина максимального перепада давления, при измерении расхода от минимального до максимального, носит название неравномерности регулятора.

Кроме этого, существуют изодромные регуляторы, сочетающие в себе свойства статического и астатического регуляторов.

По принципу действия регуляторы подразделяются на регуляторы прямого и непрямого действия. У первых перемещение дроссельного органа осуществляется без использования энергии извне; у второго – импульс давления передаётся управляющему элементу, который открывает доступ энергии извне для перемещения дроссельного органа.

В зависимости от регулирования входного или выходного давления регуляторы именуются «до себя» и «после себя».

Внутренняя характеристика регулятора давления – это паспортная характеристика регулятора давления. Эта зависимость относительного расхода регулятора от относительного перемещения затвора по отношению к их максимальным значениям, снятая при постоянном перепаде давлений. Для регуляторов давлений выпускаются клапаны с линейными, логарифмическими и параболическими характеристиками. Если внешняя характеристика определяется для фактического (рабочего) перепада давлений, то она называется рабочей характеристикой.

Коэффициент активности мембраны может быть определён из следующего соотношения:

$$N_{\text{пер}} = C \cdot F \cdot p \quad (6)$$

где $N_{\text{пер}}$ – перестановочная сила мембранного привода;

p – избыточное давление газа на мембрану;

C – коэффициент активности мембраны;

F – площадь проекции поверхности мембраны на плоскость её заделки.

Для каждого положения мембраны перестановочная сила имеет своё значение, т.к. $F = \text{const}$, а C и p – изменяются.

В рассматриваемом случае можно измерить относительный прогиб, $N_{\text{пер}}$ (по весу груза), F и p . Величина C может быть определена из приведённого соотношения. Таким образом может быть найдена зависимость $C = f(\text{отн. прогиб})$.

Схема лабораторной установки приведена на рисунке 7.

Описание лабораторной установки (см. рисунок 7): из воздуходувки 1 газ по трубопроводу поступает на газовый счётчик 2, далее через регулирующий кран 3 на тягонапоромер ТДЖ 4 и в регулятор давления 5. Показания давления газа после регулятора 5, снимаются тягонапоромером 6. Расход газа через регулятор 5 регулируется кранами 3,7. Давление после регулятора 5 может быть измерено грузом 8, который увеличивает сопротивление мембраны 9 давлению газа внутри регулятора давления 5.

- снять статическую характеристику регулятора давления ($p_2 = f(M)$), т.е. зависимость давления p от расхода M , при $M_{\min} \leq M \leq M_{\max}$;
- снять внутреннюю характеристику регулирующего клапана ($M_{\text{отн}} \% = f(S_{\text{отн}} \%)$ при $p = \text{const}$, относительный расход $M_{\text{отн}} \%$ и относительное перемещение затвора $S_{\text{отн}} \%$ определяются по отношению к своим максимальным значениям;
- зависимость коэффициента активности мембраны от относительного прогиба мембраны ($c = f(\text{отн. прогиба})$ при относительном прогибе от 0 до 1);
- снятые показания в каждом режиме сводятся в таблицу 3;
- по результатам строятся графические зависимости, определённые целью лабораторной работы;
- исследуемый регулятор давления классифицируется в соответствии с приведённой в работе классификацией.

[illegible]

Лабораторная работа

Измерение расхода газа с выявлением режима движения

Цель работы: изучение методики определения расхода газа с использованием данных по величине давлений.

Схема лабораторной установки приведена на рисунке 8.

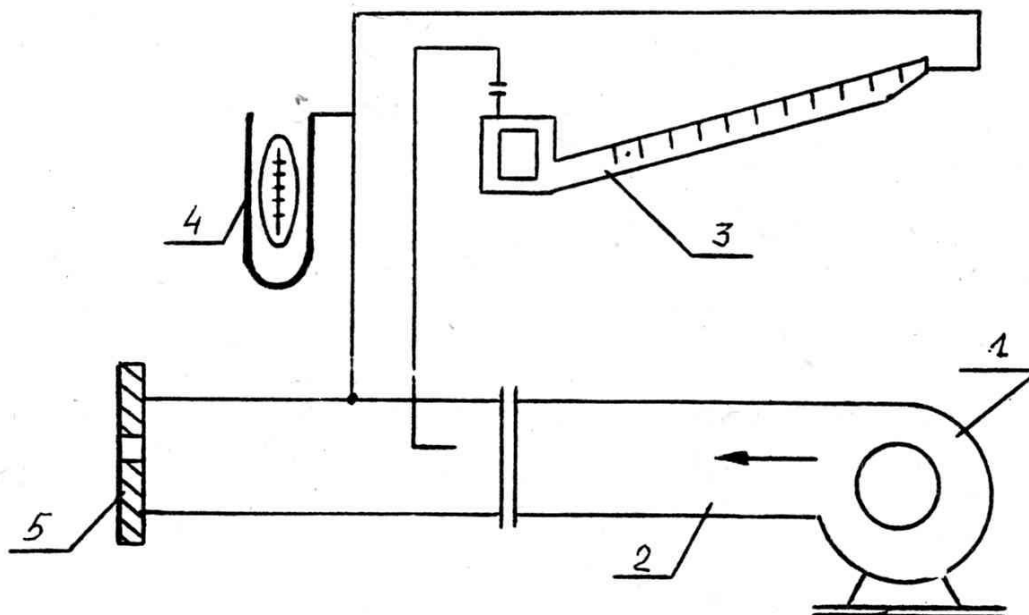


Рисунок 8 – Схема лабораторной установки

Из воздуходувки 1 газ (воздух) подаётся в трубопровод 2. Динамическое давление в трубопроводе измеряется жидкостным тягонапоромером 3. Статическое давление в трубопроводе определяется тягонапоромером 4. Затем воздух через диафрагму 5 выходит в атмосферу.

Порядок выполнения работы следующий:

- меняя диафрагму 7 с разными эквивалентными отверстиями получаем несколько режимов в каждом из которых фиксируем следующие величины: динамическое давление P_d (Н/м^2), статическое давление P_c (Н/м^2), температуру t ($^{\circ}\text{C}$), D_d (м) – диаметр эквивалентного отверстия диафрагмы 7, $D_{вн}$ (м) – внутренний диаметр трубопровода 2.
- по измеренной величине P_d определяется осевая скорость движения газа (воздуха) в трубопроводе из выражения:

$$W_0 = 1.41 \cdot (P_d/\gamma)^{1/2} \quad (7)$$

- по величинам P_c и P_d находят суммарное давление P в газопроводе:

$$P = P_c + P_d \quad (8)$$

- затем вычисляется коэффициент вязкости воздуха по выражениям:

$$u = m/r, (\text{м}^2/\text{сек}) \quad (9)$$

$$u = u_0 \cdot (273 + C)/(T_{абс} + C) \cdot (T_{абс}^{3/2}/273) \quad (10)$$

где $C = 124$, $u_0 = 17,5 \cdot 10^{-6} \text{ Па} \cdot \text{с}$ для воздуха.

- по значениям w_0 , $D_{вн}$, u определяем Re :

$$Re = (w_0 \cdot D_{вн}) / u \quad (11)$$

или для воздуха

$$Re = 67000 \cdot \frac{12}{w_0 \cdot D_{вн}} \quad (12)$$

- пользуясь графической зависимостью $a = w / w_0 = f(Re)$ на рисунке 9, находим среднюю скорость по сечению w , $D_{вн}$ вычисляют количество движущегося по трубе газа V :

$$V_{сек} = (\rho \cdot D_{вн}^2 / 4) \cdot w \quad (13)$$

- часовой расход

$$V = V_{сек} \cdot 3600 \quad (14)$$

- по значениям $V_{сек} \cdot \rho$ можно определить требуемое сечение эквивалентного отверстия $F_{э}'$:

$$F_{э}' = V_{сек} / (7,5 \cdot \rho^{1/2}) \quad (15)$$

которое сопоставляем с расчётным значением:

$$F_{э} = \rho \cdot D_{э}^2 / 4 \quad (16)$$

- данные измерений и результаты их обработки сводим в таблицу 4.

Таблица 4 – Данные измерений и обработки

№ п/п	t, °C	D _{вн} , м	D _э , м	Р _с , Н/м ²	Р _д , Н/м ²	Р, Н/м ²	F _э , м ²	w ₀ , м/с	v, м ² /с	Re	w, м/с	V, м ³ /ч	F _э , м ²

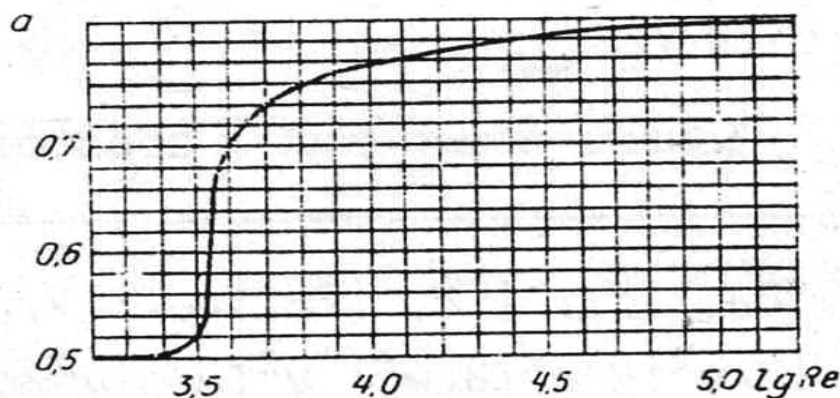


Рисунок 9 – Зависимость между режимом движения жидкости и скоростями в трубопроводах круглого сечения ($2300 < Re < 10^5$)

ВОПРОСЫ К ЗАЩИТЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

1. Объяснить принцип регулятора давления.
2. Дать классификацию регулятора давления.
3. Рассказать о характеристиках регуляторов давления.
4. Объяснить схемы опытов лабораторных работ.
5. Принципы действия жидкостных манометров.
6. Какая цель в применении наклонных трубок в жидкостных манометрах?
7. Дать сравнительный анализ измерений прямой и наклонной трубкой в жидкостных манометрах.
8. Что такое динамическое давление?
9. Связь между статическим, динамическим и полным давлениями потока газа.
10. Как измеряются статическое, динамическое и полное давления потока газа?
11. Единицы измерения давления. Показать количественную связь между ними.
12. Объяснить принцип определения расхода газа в трубопроводе с использованием данных измерения давлений.
13. В чём отличие осевой скорости газа от средней по сечению трубы?

1. Цель и содержание

Изучение конструкций устройств автоматики бытовых газовых приборов и принципов их действия: проточный водонагреватель (автоматика газовой горелки, автоматика безопасности), котел (регулятор температуры, автоматика безопасности), емкостной водонагреватель (регулятор уровня).

2. Теоретическое обоснование

Для работы бытовых газовых приборов используется несколько видов автоматики – включение-отключение основной горелки, защита при отключениях подачи газа, регулирование температуры, регулирование уровня. Работа этих устройств основана на использовании достаточно известных физических эффектов и соответствующих устройств – электромагнитный клапан, трубка Вентури, биметаллическая пластина, микропроцессорная техника.

3. Аппаратура и материалы

В лабораторной работе используются схемы элементов автоматики бытовых газовых приборов, элементы систем автоматики, описания используемых элементов и порядка их работы, физические образцы приборов автоматики.

4. Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы следует руководствоваться инструкцией по технике безопасности при выполнении лабораторных работ. Инструктаж по технике безопасности проводится на первом лабораторном занятии в начале семестра.

5. Методика и порядок выполнения работы

1. Изучить схемы автоматических устройств бытовых газовых приборов на основе предоставленного преподавателем дополнительного материала.

2. Изучить принцип действия и конструктивные особенности изучаемых элементов автоматики.

3. Изучить устройство приборов по представленным физическим моделям.

4. Описать изученные элементы автоматики, принцип их действия и особенности.

5. В отчете по лабораторной работе изобразить принципиальные схемы устройств автоматики и дать описание их работы и выводы.

6. Содержание отчета и его форма

Отчет по лабораторной работе должен содержать наименование лабораторной работы, цель работы, методику и порядок выполнения работы, схемы изученных устройств автоматики, описание принципов их действия, выводы.

7. Вопросы для защиты работы

1. Объяснить принцип действия устройств автоматики проточных водонагревателей.

2. Объяснить принцип действия устройств автоматики котла.

3. Объяснить принцип действия устройств автоматики емкостного водонагревателя.

4. Изложить физические эффекты, используемые в конструкциях элементов автоматики изученных бытовых газовых приборов.

5. В чем вы видите достоинства и недостатки рассмотренных автоматических устройств в условиях эксплуатации?

Текущий контроль обучающихся проводится преподавателями, ведущими лабораторные занятия по дисциплине, в следующих формах: в форме опроса и проверке отчетов по лабораторным работам.

Допуск к лабораторным работам происходит при наличии у студентов рукописного варианта отчета. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижения оценки являются: ошибки в расчетах и недостатки знаний по выполненной лабораторной работе.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях: ошибки в расчетах и несоответствие требованиям.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ Высшего профессионального образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ
УКАЗАНИЯ**

**к практическим занятиям
по дисциплине «Газоснабжение»
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
направленность (профиль) «Теплогазоснабжение и вентиляция»**

Содержание

Практическое занятие

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГАЗОВ.

Практическое занятие

УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ

Практическое занятие

СЖИЖЕННЫЕ ГАЗЫ.

Практическое занятие

ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ

Практическое занятие

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОПРОВОДАХ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Практическое занятие

ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОПРОВОДАХ СРЕДНЕГО и ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЙ

Практическое занятие

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРОВ ГАЗОПРОВОДОВ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЙ

Практическое занятие

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИАМЕТРОВ ГАЗОПРОВОДОВ СРЕДНЕГО И ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Практическое занятие

РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ

Практическое занятие

КЛАССИФИКАЦИЯ РЕГУЛЯТОРОВ ДАВЛЕНИЯ

Практическое занятие

ПОТРЕБЛЕНИЕ ГАЗА В НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ. БЫТОВОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ

Практическое занятие

ПОТРЕБЛЕНИЕ ГАЗА В НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ КОММУНАЛЬНО-БЫТОВОЕ
ПОТРЕБЛЕНИЕ

Практическое занятие

РАСЧЕТ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Практическое занятие

РАСЧЕТ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ СРЕДНЕГО И ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЙ

Практическое занятие

РАСЧЕТ ВНУТРИДОМОВОЙ СЕТИ

Практическое занятие

РАСЧЕТ ВНУТРИДОМОВОЙ СЕТИ. АБОНЕНТСКИЕ ОТВЕТВЛЕНИЯ

Практическое занятие

РАСЧЕТ ИНЖЕКЦИОННОЙ ГОРЕЛКИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ Список используемой
литературы

Практическое занятие

РАСЧЕТ ИНЖЕКЦИОННОЙ ГОРЕЛКИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ. ОГНЕВАЯ ЧАСТЬ

Целью изучения дисциплины «Газоснабжение» является формирование компетенций ПК-1, ПК-3, ПК-7 будущего бакалавра по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Задачами дисциплины являются получение знаний об основных методах проектирования, монтажа и эксплуатации систем газоснабжения.

В инженерной подготовке студентов дисциплина «Газоснабжение» имеет очень важное значение. Студенты приобретают необходимые навыки в решении инженерных задач.

Практическое занятие 1, 2

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГАЗОВ. УРАВНЕНИЕ СОСТОЯНИЯ

1.1 Теоретическая часть

Газ является одним из источников энергии, необходимых человеку в быту и на производстве. По сравнению с твердым и жидким топливом газ имеет ряд значительных преимуществ: полноту сгорания, высокий КПД газового оборудования, отсутствие дыма и копоти и т. д.

В качестве газового топлива в быту и промышленности для приготовления пищи, горячей воды, отопления помещения используют природные и искусственные газы.

Природные газы получают из газовых или нефтяных месторождений, для чего пробуривают скважины до газового пласта или скопления газа над слоем нефти. Газ под действием внутрипластового давления выходит из скважины на поверхность, и после обработки подается к потребителю.

Искусственные газы получают в процессе термической переработки твердого и жидкого топлива или как вторичный продукт некоторых производств. В основном для газоснабжения используют природные газы.

В населенных пунктах, удаленных от магистральных газопроводов, для газоснабжения используют сжиженные газы – смесь углеводородов, переходящих при относительно небольшом давлении или пониженной температуре в жидкое состояние, а при нормальных условиях – снова превращающихся в газ.

Свойства газа как топлива определяются свойствами горючих и негорючих газов, его составляющих, и примесей. Горючая часть газа состоит из углеводородов, водорода и оксида углерода. В негорючую часть входит углекислый газ и азот. К примесям относят сероводород, аммиак, водяные пары, смолы, пыль и т.д. Негорючие газы примеси являются балластом, ухудшающим теплофизические и эксплуатационные качества газа.

Газ наряду с полезными свойствами представляет определенную опасность как взрывоопасное вещество. Кроме того, в нем содержатся токсичные вещества.

Абсолютная плотность газа – масса газа в единице объема:

$$\rho = m / V, \text{ кг/м}^3, \quad (1.1)$$

где m – масса вещества, кг; V – объем данной массы вещества, м³.

Относительная плотность газа (по воздуху) – частное от деления плотности газа на плотность воздуха:

$$s = \rho / 1,293 = 0,773 \rho, \text{ кг/м}^3, \quad (1.2)$$

Если происходит одновременное изменение объема, давления и температуры определенного количества газа, то в этом случае действует уравнение состояния идеального газа:

$$PV = RT \quad (1.3)$$

где R – постоянная величина, называемая газовой постоянной.

Это уравнение Клапейрона, связывающее три основных параметра газа: абсолютное давление, удельный объем и абсолютную температуру.

Если количество газа равно μ кмоль, то приведенная выше формула переписывается и называется уравнением Клапейрона - Менделеева:

$$pV = MTR_{\mu}, \quad (1.4)$$

где M – число киломолей.

Для нормальных условий, когда температура газа равна 0°C , давление равно 760 мм рт. ст. и объем 1 кмоль газа составляет $22,4 \text{ м}^3$, газовая постоянная для 1 кмоль любого газа одинакова и носит название универсальной газовой постоянной:

$$R_{\mu} = pV/MT = 8314,3 \text{ Дж}/(\text{кмоль} \cdot ^{\circ}\text{K}). \quad (1.5)$$

1.2 Задачи

1. Определить абсолютную плотность азота при нормальных условиях.
2. Найти относительную плотность аммиака для стандартных условий.

1.3 Вопросы к практическому занятию

1. Что называется плотностью газа?
2. Охарактеризовать агрегатные состояния вещества.

Практическое занятие 3, 4

СЖИЖЕННЫЕ ГАЗЫ. ДИАГРАММА СОСТОЯНИЯ

2.1 Теоретическая часть

Основной особенностью и свойством сжиженных углеводородных газов с точки зрения транспортирования и использования в качестве топлива является способность сжижения при сравнительно небольшом повышении давления. Это приводит к тому, что при использовании сжиженных газов всегда имеют место фазовые превращения. Поэтому в отличие от систем, использующих сухой газ, элементы систем снабжения сжиженными газами необходимо рассчитывать, исходя из свойств паровой фазы с учетом особенностей фазовых превращений. Расчеты проводят по таблицам и диаграммам состояния углеводородов (рис. 13.1 – 13.3 [1]).

При отсутствии достаточного количества воздуха или плохом перемешивании его с газом горение протекает не полностью. В этих случаях реакции горения идут не до конца, горение становится неполным, и в продуктах его появляется окись углерода, а также не сгоревшие горючие составные части.

Таким образом, неполное сгорание топлива опасно и невыгодно: выделяется меньше тепла, чем при полном сгорании, так как появляются потери с окисью углерода и другими несгоревшими компонентами, которые могли бы сгореть, если бы воздуха было достаточно. Кроме того, продукты неполного сгорания весьма опасны из-за отравляющих свойств окиси углерода.

На превращение кипящей воды в пар той же температуры требуется затратить определенное количество тепла; так как это тепло расходуется без повышения температуры, то оно называется скрытой теплотой испарения. Для воды скрытая теплота испарения при нормальных условиях, отнесенная к 1 кг, называемая удельной скрытой теплотой испарения или парообразования, составляет $2264 \text{ Дж}/\text{кг}$.

Теплота сгорания топлива, определенная без учета скрытой теплоты парообразования водяных паров, называется низшей теплотой сгорания данного топлива.

Теплота сгорания, определенная с учетом выделившейся скрытой теплоты испарения водяных паров из продуктов горения, называется высшей теплотой сгорания топлива.

Зная высшую теплоту сгорания газа и количество образующихся при его сгорании водяных паров, можно низшую теплоту сгорания определить по формуле:

$$Q_{н}^p = Q_{в}^p - 600 \cdot a, \text{ кДж}/\text{м}^3, \quad (2.1)$$

где $Q_{н}^p$ и $Q_{в}^p$ – соответственно низшая и высшая рабочая теплота сгорания газа, кДж/м³; a – масса сконденсированной воды, образовавшейся при сгорании 1м³ газа, кг.

2.2 Задача

1. Определить низшую теплоту сгорания природного газа ставропольского месторождения.

2.3 Вопросы к практическому занятию

1. Что называется числом Воббе?
2. Дать определение теплоты сгорания газа.

Практическое занятие 5, 6 ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОПРОВОДАХ 3.1 Теоретическая часть

Движение газа по трубам происходит от участков с более высоким давлением к участкам с более низким давлением. На пути движения газ преодолевает сопротивления, которые состоят из линейных и местных сопротивлений.

Линейные сопротивления возникают в прямолинейных отрезках трубопроводов, местные – в местах изменения скорости и направления движения газа, а также разделение или слияние его потоков вследствие трения частиц газа о стенки труб. В результате потери энергии на преодоление линейных и местных сопротивлений давление в трубопроводах уменьшается.

При расчете газопровода возникает одна из двух задач: определить диаметр труб по заданному расходу газа аппаратами, номинальному давлению и максимальным потерям давления, не превышающим 10 % от номинального, или определить потери давления до самого неблагоприятно расположенного аппарата. Первая задача возникает при проектировании объекта, вторая – при поверочном расчете действующей системы в случае, если газовые аппараты работают с показателями, отличающимися от нормальных. Для решения обеих задач производят гидравлический расчет. Потери давления (H , Па) на преодоление сил трения в прямолинейных отрезках трубопровода определяют по формуле Дарси:

$$H = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho \omega^2}{2} \quad (3.1)$$

Потери давления на преодоление сил трения в местных сопротивлениях (H , Па) определяют по формуле Дарси – Вейсбаха:

$$H_m = \sum \xi \omega^2 \rho / 2 \quad (3.2)$$

где λ – коэффициент трения; l – длина трубопровода, м; d – диаметр трубопровода, м; ω – скорость движения газа, м/с; ρ – плотность газа или жидкости, кг/м³; $\sum \xi$ – сумма коэффициентов местных сопротивлений (КМС).

КМС определяют экспериментально или берут по справочным таблицам отдельно для каждого вида.

3.2 Задача

1. Определить линейные потери давления для стального газопровода протяженностью 150км.

3.2 Вопросы к практическому занятию

1. Охарактеризовать принцип определения потерь давления в газопроводах.
2. Дать понятие местных сопротивлений участков газопроводов.

При проектировании систем газоснабжения необходимо определить расчетный расход газа на участке сети, выбрать схему газоснабжения и выполнить гидравлический расчет (определить диаметр газопровода (d , мм).

Приняты следующие категории газопотребления в населенном пункте: бытовое, коммунально-бытовое, отопление и вентиляция, промышленное.

Определение диаметров газопроводов производится в гидравлическом расчете газовых сетей: по заданному расходу и удельным потерям давления на участках газовых сетей по номограммам для природного газа. Номограммы построены при абсолютной эквивалентной шероховатости $k_s = 0,1$ мм (рисунок 6.2 – 6.6 [1]).

Упрощенно определение диаметра участка газопровода газовой сети среднего давления показано на рисунке 4.1.

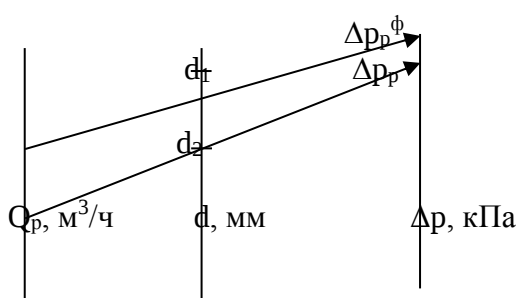


Рисунок 4.1. – Номограмма для расчёта сети среднего давления

Из рисунка видно, что диаметры газопроводов могут принимать промежуточные значения (d_1 и d_2). Из двух стандартных значений диаметров выбираем наибольшее значение и определяем действительное значение потерь давления (Δp , кПа).

При расчете распределительных городских сетей потери давления на местных сопротивлениях обычно учитывают как долю потерь на трение. СНиП 42–01–2002 «Газораспределительные системы» рекомендует принимать потери на местных сопротивлениях величиной, равной 5 – 10 % потерь на трение.

Если отдельные участки газопроводов имеют разные геодезические отметки, то в газопроводах низкого давления возникает дополнительное избыточное давление, величина которого пропорциональна разности плотностей воздуха и газа:

$$\Delta p = g (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{г}}) H, \text{ Па}, \quad (4.1)$$

где H – разность геометрических отметок начала и конца участка, считая по ходу газа.

Дополнительное избыточное давление учитывается при расчете городских и промышленных газопроводов низкого давления при резко выраженном переменном рельефе местности, а также при расчете внутридомовых и внутрицеховых газопроводов низкого давления.

4.2 Пример решения задачи

1. Определить эффективность работы газопровода диаметром 1220 мм с протяженностью 125 км при начальном давлении 56 кгс/см² и конечном давлении 38 кгс/см². Пропускная способность газопровода – 45 млн м³/сут.

Решение

По номограмме на рисунке 3.8 [1] определяем $P_k = 38$ кгс/см², $P_n = 56$ кгс/см², $l = 125$ км, $q = 45$ млн м³/сут, тогда $d_y = 1220$ мм, а эффективность работы газопровода $E = 92$ %.

4.3 Задача

1. Определить пропускную способность участка газопровода $d_y=1200$ мм протяженностью $l = 140$ км при начальном и конечном давлениях соответственно 56 кгс/см^2 и 38 кгс/см^2 и эффективности работы газопровода $E=0,9$.

4.4 Вопросы к практическому занятию

1. Дать определение массового расхода.
2. Уравнение сплошности потока газа.

Практическое занятие 9, 10 РЕГУЛЯТОРЫ ДАВЛЕНИЯ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ 5.1 Теоретическая часть

Регулятор давления (РД)– устройство для регулирования давления газа и поддержания его на заданном уровне независимо от расхода газа.

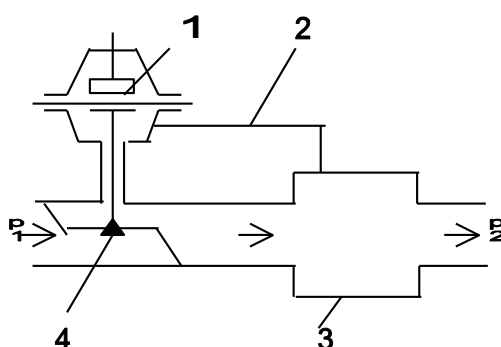


Рисунок 2 – Регулятор давления :

- 1 – мембранно-грузовой привод;
- 2 –импульсная трубка;
- 3 – объект регулирования;
- 4 –дроссельный орган.

Принцип действия основан на равновесии сил, действующих на мембрану (груз сверху и давление p_2 снизу), которое достигается при определенном положении дроссельного органа 4. В этом положении сила давления p_2 на мембрану снизу и другие силы, действующие в этом направлении, компенсируются силой тяжести груза, действующей на мембрану сверху. Условия такого равновесия имеют вид:

$$M_{np} = M_{ст} \quad (5.1)$$

$$\sum N_i = 0 \quad , \quad (5.2)$$

где M_{np} , $M_{ст}$ – соответственно расходы притока и стока, $\text{м}^3/\text{ч}$; N – сила, действующая на мембрану.

Меняя массу груза, мы можем регулировать давление газа p_2 . Регулятор, работающий по рассмотренному принципу (наличие груза), называется астатическим. Эти регуляторы после возмущения приводят регулируемое давление к заданному значению независимо от величины нагрузки и положения регулирующего органа. Таким образом, равновесие системы при астатическом регулировании может наступить только при заданном значении регулируемого параметра, причем регулирующий орган может занимать любое положение.

Если объект обладает свойством самовыравнивания, то процесс регулирования будет затухающим, а регулирование устойчивым.

Под самовыравниванием понимают такое свойство объекта, при котором после нарушения равновесия объект способен сам восстановить равновесие между притоком и стоком, но при другом значении регулируемого параметра.

Для стабилизации процесса в регулятор вводят стабилизирующие устройства, в частности, жесткую обратную связь. Такое регулирование называют статическим. Регуляторы этого типа характеризуются тем, что значение регулируемого давления при равновесии системы зависит не только от настройки регулятора, но и от нагрузки или от положения регулирующего органа. Каждому значению регулируемого параметра соответствует одно определенное положение регулирующего органа. Таким образом, статические регуляторы характеризуются неравномерностью, под которой понимают величину изменения регулируемого параметра, необходимую для перестановки регулирующего органа из одного крайнего положения в другое. Если груз у астатического РД заменить пружиной, то регулятор станет статическим, а пружина будет стабилизирующим устройством. Регуляторы давления РД бывают прямого и непрямого действия, а также промежуточного типа. У РД прямого действия регулирующий орган (клапан) перемещается усилием, возникающим в мембране без использования энергии извне. У РД непрямого действия усилие, возникающее в чувствительном элементе, приводит к действию управляющий элемент, который открывает доступ энергии от постороннего источника (сжатого воздуха, газа и т. д.) в сервомотор, а последний развивает усилие, необходимое для перемещения регулирующего органа. РД промежуточного типа имеют усилители, но для перестановки регулирующего органа используют энергию регулируемой среды.

Если давление газа регулируется после регулятора, то РД называется «после себя»; если регулируется давление до регулятора, то регулятор называется «до себя».

5.2 Вопросы к практическому занятию

1. Что называется коэффициентом сжимаемости газа?
2. Охарактеризовать коэффициент пропускной способности.
3. Объяснить принцип работы РД.

Практическое занятие 11, 12 ПОТРЕБЛЕНИЕ ГАЗА В НАСЕЛЕННОМ ПУНКТЕ 6.1 Теоретическая часть

Приняты следующие категории газопотребления в населенном пункте: бытовое, коммунально-бытовое, отопление и вентиляция, промышленное.

Для расчета бытового и коммунально-бытового потребления используются нормы согласно СНиП. СНиП нормирует нормы расхода тепла на определенный вид потребления и по отношению к конкретному показателю потребления. Например, вид потребления бытовое (квартиры) – показатель потребления количество тепла в МДж на 1 чел/год.

1. Рассмотрим методику расчета годового потребления для категории бытовое потребление:

$$Q_k = Y_k N (q_{k1} \cdot z_1 + q_{k2} \cdot z_2 + q_{k3} \cdot z_3), \text{ МДж}, \quad (6.1)$$

где Y_k – доля охвата населения газоснабжением; N – число населения, чел; q_k – норма расхода тепла на 1 чел/год в квартирах 1-го, 2-го и 3-го типов, МДж; z – доля людей, проживающих в квартирах 1-го, 2-го и 3-го типов.

Квартиры 1-го типа имеют центральное горячее водоснабжение; 2-го типа имеют газовые водонагреватели; 3-го типа не имеют горячего водоснабжения.

2. Коммунально-бытовое потребление – это потребление тепла прачечными, банями, пекарнями, больницами и т.д. Используются формулы, например, для прачечных:

$$Q_n = 100 (Z_n \cdot Y_n \cdot N) / 1000 \cdot q_n, \text{ МДж}, \quad (6.2)$$

где Z_n – доля людей, пользующихся прачечной, чел; Y_n – степень охвата прачечных газоснабжением; N – общее число населения чел; $100/1000$ – норма накопления белья (100 тонн белья на 1000 чел/год); q_n – расход теплоты в прачечных на стирку 1 т сухого белья.

3. Отопление и вентиляция зданий:

$$Q_{o.v} = [24(1+K)(t_{в.н.} - t_{ср.о.})/(t_{в.н.} - t_{р.о.}) + ZK_1K(t_{в.н.} - t_{ср.о.})/(t_{в.н.} - t_{р.в.})] qFn / \eta, \text{ МДж}, \quad (6.3)$$

где K – коэффициент расхода теплоты на отопление; K_1 – коэффициент расхода на вентиляцию; $t_{в.н.}$ – температура внутреннего воздуха; $t_{ср.о.}$ – средняя температура наружного воздуха за отопительный сезон; $t_{р.о.}$ – расчетная температура наружного воздуха для отопления; $t_{р.в.}$ – расчетная температура наружного воздуха для вентиляции; q – показатель максимального часового расхода теплоты на отопление жилых зданий, МДж/(час · м²); F – жилая площадь отапливаемых зданий, м²; η – КПД отопительной установки; n_0 – продолжительность отопительного периода, сут.

4. Расход тепла на горячее водоснабжение:

$$Q_{г.в.} = 24 q_{г.в.} N [n_0 + (350 - n_0)(60 - t_{х.л.}) / (60 - t_{х.з.}) \beta] / \eta_{г.в.}, \text{ МДж}, \quad (6.4)$$

где $q_{г.в.}$ – среднечасовой расход теплоты на горячее водоснабжение, МДж/(чел · час); N – число жителей, чел; n_0 – продолжительность отопительного периода, сут; $t_{х.л.}$, $t_{х.з.}$ – температура водопроводной воды в летний период и зимний период; $\eta_{г.в.}$ – КПД агрегата; β – коэффициент снижения расхода воды летом.

5. Промышленное потребление обычно задано проектом предприятия.

Транзитный газопровод представляет собой трубопровод, от которого отходит много абонентских ответвлений и по которому газ передается в последующие участки газовой сети.

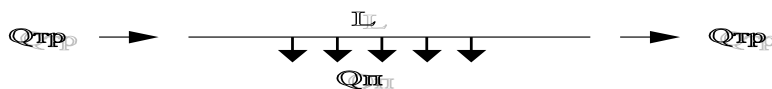


Рисунок 3. – Схема транзитного газопровода:

$Q_{тр}$ – транзитный расход газа, м³/ час;

Q_n – путевой расход газа, м³/ час;

L – длина транзитного газопровода, м.

При расчете газовых сетей используется удельный сетевой расход газа:

$$q = Q_n / L, \text{ м}^3 / \text{ час с пог. м}. \quad (6.5)$$

Для упрощения сети нужно заменить множество абонентских ответвлений сосредоточенными расходами в начале и конце участка, тогда по участку расчетный расход будет равен:

$$Q_p = Q_{м.р} + \alpha Q_n, \text{ м}^3 / \text{ час}, \quad (6.6)$$

где α – доля путевого расхода, которая сосредотачивается в конце участка.

6.2 Вопросы к практическому занятию

1. Дать определение неравномерности потребления.
2. Методика определения путевых и транзитных расходов.
3. Регулирование неравномерности потребления газа.

Практическое занятие 13, 14 РАСЧЕТ ГАЗОВЫХ СЕТЕЙ 7.1 Теоретическая часть

Гидравлическим расчетом газовых сетей низкого давления предусматривается определение диаметров газопроводов по отдельным участкам газовой сети.

7.1.1 Порядок расчета газовой сети низкого давления:

1. На генплан города наносят кольцевые и тупиковые газовые сети. При этом следует иметь в виду, что 1–2 этажные застройки (кварталы) закольцовываются поквартально, а при 3-х и более

этажных застройках допускается подводить газ не менее, чем с двух сторон квартала. Следовательно, при многоэтажной застройке в одно кольцо можно включить несколько кварталов.

2. Определяют удельный часовой расход газа для каждого типа застройки квартала:

$$V_{y\partial i} = V_{p\partial i} / F, \text{ м}^3 / (\text{ч} \cdot \text{га}), \quad (7.1)$$

где $V_{p\partial i}$ – часовой расход газа для данного типа застройки, $\text{м}^3 / \text{час}$; F – площадь застройки, га.

3. Вычисляют расходы газа по кольцам и тупиковые расходы:

$$V_{ki} = f_{ki} V_{y\partial i}, \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (7.2)$$

где f_{ki} – площадь кольца, га.

4. Вычисляют удельные расходы газа на единицу длины периметра кольца:

$$V_{y\partial li} = V_{ki} / P_i, \text{ м}^3 / \text{ч на пог. м}, \quad (7.3)$$

где P_i – длина периметра кольца, м.

5. Определяют путевые расходы газа по отдельным участкам:

$$V_{ni} = V_{y\partial li} \cdot l_i, \text{ м}^3 / \text{ч}, \quad (7.4)$$

где l_i – длина участка кольца, м.

6. Определяют узловые расходы газа:

$$V_{y\partial li} = 0,5 \sum V_{ni}, \text{ м}^3 / \text{ч}. \quad (7.5)$$

7. Намечают на схеме расчетные направления потоков газа.

8. Вычисляют расчетные расходы газа по отдельным участкам из условия равновесия узлов, то есть соблюдение равенства количества газа, подходящего к узлу и отходящего от него:

$$\sum V_{pi} - V_{y\partial li} = 0, \quad (7.6)$$

где V_{pi} , $V_{y\partial li}$ – расчетные и узловые расходы соответственно, $\text{м}^3 / \text{ч}$.

Если в уравнении равновесия узлов неизвестны несколько расходов, то расходами (за исключением одного) задаются, а один из них вычисляют.

9. Диаметры кольцевой сети низкого давления определяют по заданному перепаду давления газа и расчетным расходам. Для этого определяют средние удельные потери давления на участках:

$$\Delta P_i = \Delta P / (1,1 \sum l_i), \text{ мм вод. ст. на пог. м}, \quad (7.7)$$

где $\Delta P = 120 \text{ мм вод. ст.}$ – расчётный перепад давлений от узла газораспределительного пункта (ГРП) до точек схода.

Далее порядок расчёта следующий:

а) по средним удельным потерям давления и расчётным расходам газа, по номограмме (рисунок 6.4[1]) определяют диаметры трубопроводов и действительную потерю давления по принятому диаметру газопровода;

б) умножают действительные удельные потери давления на длину участков трубопровода и определяют линейные потери на соответствующих участках;

в) определяют общие потери давления на участках с учетом местных сопротивлений, которые составляют 10 % от линейных потерь;

г) суммируют общие потери давления по участкам кольца (по часовой стрелке – положительные, против – отрицательные). Невязка полуколец не должна превышать 5 %.

7.1.2 Расчет газовых сетей среднего давления

Порядок расчета:

а) для заданных условий проекта на генплане определяется конфигурация газовой сети среднего давления и длины всех участков;

б) по заданной и рассчитанной нагрузке определяются расчетные расходы участков сети;

в) на основании исходных данных определяются требуемое начальное и конечное давления на всех участках сети ;

г) определение диаметров участков производится с помощью номограмм следующим образом: для каждого участка определяется величина

$$a_{cp} = (P_n^2 - P_k^2) / (I, I \sum L), \text{ МПа}^2 / \text{м} \quad (7.8)$$

По a_{cp} и расходу газа определяем диаметры газопроводов для каждого участка сети по номограмме. При выборе конкретного диаметра газопровода из номограммы определяем действительное значение a_d и уточняем давления в узлах сети:

$$P_n = (P_k^2 + I, I \sum L a_d)^{0.5}, \text{ МПа} , \quad (7.9)$$

$$P_k = (P_n^2 - I, I \sum L a_d)^{0.5}, \text{ МПа} . \quad (7.10)$$

Полученные значения не должны отличаться от заданных более чем на 1 %.

7.2 Задача

1. Рассчитать заданную преподавателем сеть среднего давления или низкого давления.

7.2 Вопросы к практическому занятию

1. Что называется точкой схода?
2. Дать методику гидравлического расчета сети среднего и низкого давления. В чем ее отличие от расчета сети высокого давления?

Практическое занятие 15, 16 РАСЧЕТ ВНУТРИДОВОЙ СЕТИ 8.1 Теоретическая часть

Расчет внутридомового газопровода производят после выбора и размещения оборудования и составления схемы газопровода.

8.2 Пример решения задач

Расчет газопровода выполнен для двухсекционного пятиэтажного жилого дома, снабжаемого природным газом. В доме имеются 10 трехкомнатных и 10 четырехкомнатных квартир. Объем кухонь – по 15 м³, в кухнях установлены четырехконфорочные плиты с духовыми шкафами ПТ-4 и водонагреватели КГН-56.

Газопроводы жилого дома присоединяют к внутриквартирным газопроводам низкого давления. На каждом стояке 1-го этажа устанавливают отключающие краны. Краны также ставят перед каждым газовым прибором. Газопроводы прокладывают без уклона.

Расчет выполняем в такой последовательности.

1. Определяем расчетные расходы на всех участках.
2. Задаем диаметры участков по номограмме сети низкого давления.
3. Определяем сумму КМС для каждого участка.
4. По графикам [1] находим удельные потери давления на трение и эквивалентные длины участков.
5. Определяем расчетные длины участков и потери давления на них.
6. Рассчитываем дополнительное избыточное давление по формуле:

$$\Delta P = \pm g H (1,29 - \rho), \text{ Па}, \quad (8.1)$$

где H – разность геометрических отметок конца и начала участка, считая по ходу газа, м.

7. Определяем потери давления на участках с учетом дополнительного давления.

8. Определяем суммарные потери в газопроводах с учетом потерь в трубах и арматуре приборов.

Расчетные расходы определяются по методике, изложенной в [1], для внутридомового газопровода.

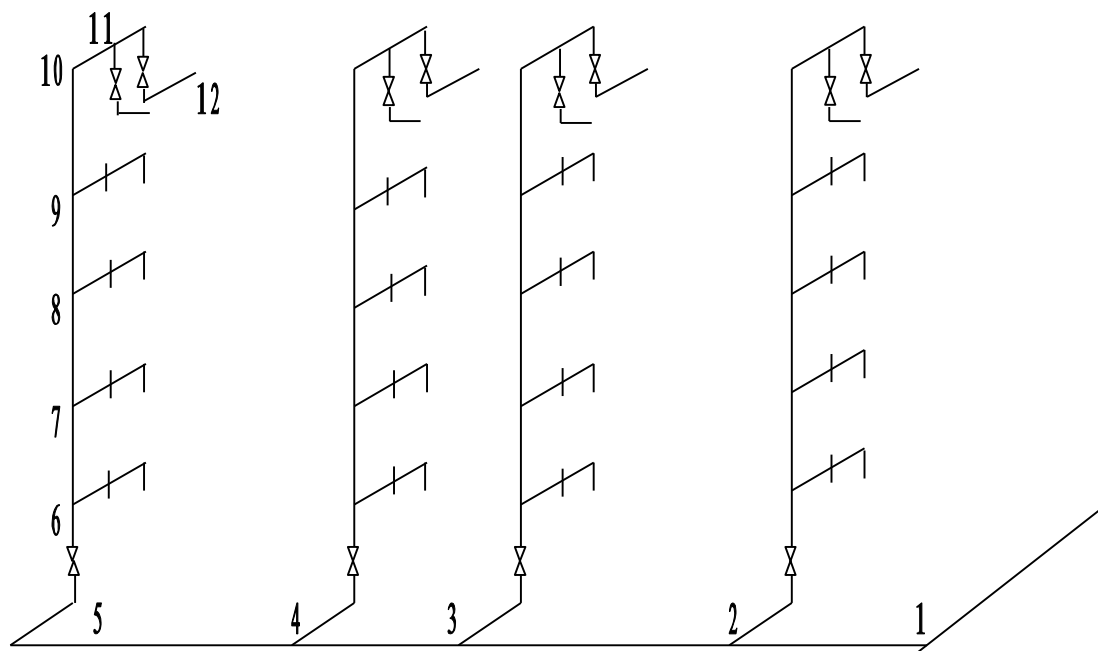


Рисунок 4 – Аксонометрическая схема газопровода

К участку 12–11–10–9 присоединена одна трехкомнатная квартира:

$$Q_p = 23,982 \cdot 0,084 = 2,02 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Участок 9–8. К нему присоединены двухкомнатные и трехкомнатные квартиры:

$$Q_p = 15,473 \cdot 0,084 \cdot 2 = 2,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Аналогично определяют расчетные расходы на остальных участках:

Участок 8–7.

$$Q_p = 12,483 \cdot 0,084 \cdot 3 = 3,15 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Участок 7–6.

$$Q_p = 11,729 \cdot 0,084 \cdot 4 = 2,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Участок 6–5–4.

$$Q_p = 10,644 \cdot 0,084 \cdot 5 = 2,6 \text{ м}^3/\text{ч}$$

К участку 4–3 присоединены стояки, проходящие через четырехкомнатные квартиры.

$$Q_p = 9,39 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Участок 3–2.

$$Q_p = 14,31 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Участок 2–1.

$$Q_p = 18,78 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Все дальнейшие расчеты рекомендуется свести в таблицу.

8.3 Задача

1. Выполнить гидравлический расчет внутридомового газопровода для трехсекционного четырехэтажного жилого дома. План дома принять произвольным.

8.4 Вопросы к практическому занятию

1. Методика определения расчетных расходов газа.
2. Определение диаметров внутридомового газопровода.

Практическое занятие 17, 18**РАСЧЕТ ИНЖЕКЦИОННОЙ ГОРЕЛКИ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ**

9.1 Теоретическая часть

Для расчета пламенных инжекционных горелок низкого давления необходимы следующие исходные данные: номинальная тепловая мощность горелки Q_n , Вт; плотность газа ρ , кг/м³; низшая теплота сгорания газа Q_n^c , МДж/м³; давление газа перед горелкой P_c , Па; коэффициент первичного воздуха α .

Основным расчетным параметром инжекционной горелки является диаметр сопла d_1 (мм), для определения которого предварительно находят номинальный расход газа горелкой по формуле:

$$B_n = 3600 Q_n / (Q_n^c \cdot 10^6), \text{ м}^3/\text{час} . \quad (9.1)$$

Второй расчетный параметр – диаметр горловины смесительной трубки:

$$d_3 = d_1 [(1 + U)(1 + U \rho_g / \rho)]^{0.5}, \text{ мм}, \quad (9.2)$$

где U – объемная кратность инжекции, м³/м³.

Формула для определения объемной кратности инжекции имеет вид:

$$U = \alpha V_0, \text{ м}^3/\text{м}^3, \quad (9.3)$$

где V_0 – теоретический расход воздуха, м³/м³.

Геометрические размеры конфузора принимаются в зависимости от диаметра горловины из условий, обеспечивающих хороший подсос воздуха при минимальном аэродинамическом сопротивлении:

$$d_2 = (1,5 - 2) d_3, \text{ мм} . \quad (9.4)$$

Геометрические размеры диффузора определяются из условий, обеспечивающих выравнивание концентрации газа и воздуха в его выходном сечении при малом аэродинамическом сопротивлении:

$$d_4 = (2 - 2,2) d_3, \text{ мм} . \quad (9.5)$$

Для обеспечения устойчивого горения, в частности, для предотвращения проскока пламени на горелку, предусматривают стабилизирующие устройства различной конструкции. В инжекционных горелках низкого давления эти устройства выполняют в виде теплоотводящих приливов в зоне горения, то есть у отверстий для выхода газозвушной смеси.

9.2 Пример решения задачи

1. Определить основные размеры инжекционной пламенной односопловой горелки низкого давления. Исходные данные: $Q_n = 19800$ Вт; $\rho = 0,74$ кг/м³; $Q_n^c = 35,6$ МДж / м³; $\alpha = 0,5$; давление газа $P_c = 1300$ Па; $V_0 = 9,25$ м³/м³; площадь поперечного сечения $F_{d1} = 12,5$ мм².

Номинальный расход газа горелкой

$$B_n = 3600 \cdot 19800 / (35,6 \cdot 10^6) = 2 \text{ м}^3 / \text{ч}$$

Для рассчитываемой горелки сопло принимаем с цилиндрической выходной частью и отношением $l_{d1}/d_1 = 0,8$.

Диаметр сопла будет равен:

$$d_1 = (4 F_{d1} / \pi)^{0,5} = (4 \cdot 12,5 / 3,14)^{0,5} = 4 \text{ мм}$$

Объемная кратность инжекции определяется по формуле:

$$U = 0,5 \cdot 9,25 = 4,625 \text{ м}^3/\text{м}^3$$

Диаметр горловины смесительной трубки определяют по формуле:

$$d_3 = 4 [(1 + 4,625)(1 + 4,625 \cdot 1,29 / 0,74)]^{0,5} = 27 \text{ мм}$$

9.3 Задача

1. Определить расчетную скорость, суммарную площадь отверстий для выхода газозвоздушной смеси и число отверстий для горелки, рассмотренной выше.

9.4 Вопросы к практическому занятию

1. Методика расчета инжекционной горелки низкого давления.

10 Список используемой литературы

10.1 Основная литература

1. Ионин, А. А. Газоснабжение / А.А. Ионин. – М. : Стройиздат, 2001.
2. Михеев, В. П. Сжигание природного газа / В. П. Михеев, Ю. П. Медников. – СПб. : Недра, 2002.
3. Чепель, В. М. Сжигание газа в топках котлов и печей и обслуживание газового хозяйства предприятий / В. М. Чепель, И. А. Шур. – СПб.: Недра, 2000.

10.2 Дополнительная литература

4. Юренко, В. В. Городское газовое хозяйство: справочное пособие / В. В. Юренко. – СПб. : Недра, 2001.
5. Стаскевич, Н. Л. Справочное руководство по газоснабжению / Н. Л. Стаскевич. – СПб. : Недра, 2003.
6. СНИП 42–01–2002 Газораспределительные системы // Консультант плюс.

Текущий контроль обучающихся проводится преподавателями, ведущими практические занятия по дисциплине, в следующих формах: в форме опроса и проверке отчетов по практическим работам.

Допуск к защите практических работ происходит при наличии у студентов рукописного варианта отчета. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Максимальное количество баллов студент получает, если оформление отчета соответствует установленным требованиям, а отчет полностью раскрывает суть работы. Основанием для снижения оценки являются: ошибки в расчетах и недостатки знаний по выполненной работе.

Отчет может быть отправлен на доработку в следующих случаях: ошибки в расчетах и несоответствие требованиям.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ Высшего профессионального образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ
УКАЗАНИЯ**

**по выполнению курсового проекта
по дисциплине «Газоснабжение»
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
направленность (профиль) «Теплогазоснабжение и вентиляция»**

Ставрополь 2024

Содержание

1. ВВЕДЕНИЕ
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КП
3. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕГО ОБЪЕМ
4. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ КП ПО РАЗДЕЛАМ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И ПОРЯДОК ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ
5. УКАЗАНИЯ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНИМАЕМЫХ СУЩЕСТВЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ
6. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КП
7. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НАД КП, ПРИМЕРНЫЙ КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ
8. ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТУДЕНТА ЗА ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ ПО КП
9. СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Целью изучения дисциплины «Газоснабжение» является формирование компетенций ПК-1, ПК-3, ПК-7 будущего бакалавра по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Задачами дисциплины являются получение знаний об основных методах проектирования, монтажа и эксплуатации систем газоснабжения.

В методических указаниях для студентов к КП по дисциплине «Газоснабжение» приведены содержание и последовательность выполнения расчетно-пояснительной записки и графической части КП.

Последовательно излагаются методики расчета бытового, коммунально-бытового, промышленного потребления газа, расход газа на отопление жилых зданий, гидравлический расчет сетей низкого и среднего давления, а также внутридомовой расчет газопровода.

Приводятся практические рекомендации по использованию при расчете методической, учебной и справочной литературы.

1. ВВЕДЕНИЕ

Студент перед началом выполнения КП по газоснабжению должен тщательно изучить исходные данные и план района города, подлежащего газоснабжению. Если имеются дополнительные инженерные коммуникации (водопровод, теплотрасса, электрокабель и т.д.), то необходимо глубину их заложения согласовать с руководителем КП.

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Целью КП является углубление и закрепление знаний, полученных при изучении теоретического курса «Газоснабжение», освоение методики проектирования, ознакомление со СНиПами и ГОСТами.

3. ФОРМУЛИРОВКА ЗАДАНИЯ И ЕГО ОБЪЕМ

Произвести расчет нагрузок на газоснабжение района города. Вариант и исходные данные выдаются руководителем КП.

3.1 На основании исходных данных произвести следующие виды расчетов:

- бытовое потребление газа;
- коммунально-бытовое потребление газа;
- промышленное потребление газа;
- расход газа на отопление жилых и общественных зданий;
- гидравлический расчет;
- расчет газовых сетей среднего давления;
- расчет газовых сетей низкого давления;
- расчет внутридомового газопровода;
- расчет газовых сетей среднего давления.

3.2 Объем КП:

Расчетно-графическая работа состоит из расчетно-пояснительной записки и 4 графической части.

3.2.1 Содержание расчетно-пояснительной записки:

- задание на проектирование;
- расчет нагрузок на бытовое потребление газа;
- расчет нагрузок на коммунально-бытовое потребление газа;
- расчет нагрузок промышленное потребление газа;
- расход газа на отопление жилых и общественных зданий;
- гидравлический расчет;
- расчет газовых сетей низкого давления;
- расчет внутридомового газопровода;
- расчет газовых сетей среднего давления.

Пояснительная записка выполняется рукописно или в печатном виде на листах формата А4.

Общий объем пояснительной записки 25-30 страниц.

В конце пояснительной записки приводится список используемой литературы.

3.2.2 Содержание графической части:

По результатам расчета на листе формата А24 выполняют графическую часть КП.

Примерная схема графической части:

План района города, сеть н.д.и с.д.	План жилого дома
Расчетная схема сети н.д. и сети с.д.	Аксонметрическая схема газопровода Штамп

4. ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ КП ПО РАЗДЕЛАМ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ И ПОРЯДОК ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ

4.1 УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

N - численность населения, чел.;

F - площадь застройки, га;

V₁, V₂ - годовой расход газа на соответствующие бытовые и коммунально-бытовые нужды, м³/год;

n₁, n₂ ... - доля населения, использующего данный тип коммунально-бытового потребления;

Q₁, Q₂ - нормы расхода тепла, МДж/год;

Q_n - низшая теплота сгорания природного газа, МДж/м³;

q - планируемое количество сухого белья на одного жителя, т/год;

m - число коек в больнице на 1000 жителей;

b - число посещений поликлиники одним жителем в год;

d - планируемые хлебобулочные и кондитерские изделия на одного жителя, кг/сут;

V_{рч} - расчетный часовой расход газа, м³/ч;

k_m - коэффициент часового максимума;

V_{от} - расход газа на отопление, м³/год;

W_ж, W_{об} - соответственно объем жилых и общественных зданий, м³/чел;

q_{ср} - средняя удельная тепловая характеристика зданий, МДж/м³чград;

t_в^{жс}, t_в^{об} - соответственно расчетная температура внутри жилого или общественного здания, град.;

t_{ро}, t_{срм} - средние расчетные и отопительные температуры за сезон, за месяц, град.;

E - продолжительность отопительного сезона, сут.;

η - к.п.д. отопительной установки;

A - месячный расход газа в процентах от годового;

n_м - число отопительных дней месяца;

V_м - расход газа в месяц, м³/мес.;

t_{но} - расчетная наружная температура для проектирования отопления, град.;

V_ч - часовой расход газа на отопление, м³/ч;

f_{кi} - общая площадь кварталов, входящих в кольцо, га;

P_i - периметр кольца, м;

l_i - длина участка газопровода, м;

V_{уд} - удельный часовой расход газа для кварталов данного типа застройки и отопления, м³/ч на га;

V_{рчi} - часовой расход газа для данного типа застройки и отопления, м³/ч;

V_{кi} - кольцевые расходы газа, м³/ч;

V_{пi} - путевые расходы газа участков сети, м³/ч;

max

K_{чг} - максимальный коэффициент неравномерности потребления газа за год, зависящий от характера использования газа в квартире (на приготовление пищи или приготовление пищи и горячей воды), населенности квартиры и общего числа квартир;

Q_{год.кв} - годовое потребление газа жильцами квартир, МДж/год;

N_i - число квартир типа;

$V_{\text{уз.л}}$ - узловой расход газа, м³/ч;

$V_{\text{р.л}}$ - расчетные расходы газа участков сети, м³/ч;

L (l) - длина газопровода, км (м);

D (d) - внутренний диаметр газопровода, м (см);

V - объем газа, м³/ч;

ρ - плотность газа, кг/м³;

W - средняя скорость движения газа, м/с;

g - ускорение свободного падения;

H - потеря давления, Па (кг/м²)

Re - число Рейнольдса;

r - радиус трубы, м;

h - средняя высота выступов шероховатости на внутренней поверхности стенок труб в радиальном направлении;

λ - коэффициент трения, безразмерная величина;

ν - кинематическая вязкость газа, м²/с;

μ - динамическая вязкость газа, кг с/м²;

$P_{\text{н}}$ - давление газа в начале газопровода, ата;

$P_{\text{к}}$ - давление газа в конце газопровода, ата;

$P_{\text{мин}}$ - минимальное давление газа перед горелкой, ата;

P_{max} - максимальное давление газа перед горелкой, ата;

$P_{\text{б}}$ - барометрическое давление, ата;

T - абсолютная температура, °K;

T_0 - абсолютная температура, - 273°K;

ε - безразмерный коэффициент, различный для каждого вида местного сопротивления;

a - плотность населения, чел./га;

$V_{\text{уд.л}}$ - удельный расход газа на единицу длины кольца м³/ч на пог.м;

ΔP - перепад давлений, мм.вод.ст.;

ζ - коэффициент местного сопротивления.

K - показатель адиабаты для исходного газа;

4.2 РАСЧЕТ НАГРУЗОК

При определении расхода газа районом города целесообразно всех потребителей газа разделить на следующие группы:

1. Бытовое потребление газа
2. Коммунально-бытовое потребление газа
3. Промышленное потребление газа
4. Расход газа на отопление жилых и общественных зданий.

Бытовое потребление газа зависит от численности населения, которое пользуется газом (процент охвата газоснабжением дается в задании) и норм [1] расходования газа на различные бытовые нужды (приготовление пищи и горячей воды).

Общая численность населения определяется по формуле:

$$N = F \cdot a \text{ чел.} \quad (1)$$

Плотность населения принимается по таблице 1.

Класс застройки	Число этажей	Плотность населения a чел/га
1	4-5 и более	450
2	3-4	350
3	2-3	250
4	2	200
5	1-2	100
6	Индивидуальная застройка	60-100...

Таблица 1 - Определение плотности населения

Площади (га) кварталов определяются по генплану с учетом масштаба. Результаты вычислений сводят в таблицу 2.

Таблица 2 – Площадь кварталов

№ квартала	Площадь, Га	Застройка	Плотность населения, чел/га	Численность населения, Чел

Сложив численность населения по кварталам, получаем общую численность населения района.

Расход газа на бытовые нужды (приготовление пищи и горячей воды в домашних условиях, где V_1 - годовой расход газа на бытовые нужды, Q_1 и Q_2 – нормы расхода тепла, Q_H – низшая теплота сгорания топлива, N – численность населения) определяется по следующей формуле:

$$V_1 = \frac{N \cdot (n_1 \cdot Q_1 + n_2 \cdot Q_2 + n_3 \cdot Q_3)}{Q_H}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2)$$

Нормы расхода тепла (мДж/год) на различные нужды принимаются по таблице СНиП, [1] или по табл.5.1 [4].

Коммунально-бытовое потребление газа зависит от количества и мощности (пропускной способности) предприятий и норм расходования ими газа. Нормы расхода тепла принимаются, как указано выше, формулы приводятся ниже.

$$1. \text{ Бани: } V_2 = N \cdot n_4 \cdot 52 \cdot Q_3 / Q_H, \text{ м}^3/\text{год} \quad (3)$$

$$2. \text{ Прачечные: } V_3 = N \cdot n_5 \cdot q \cdot Q_4 / Q_H, \text{ м}^3/\text{год} \quad (4)$$

$$3. \text{ Больницы: } V_4 = N / 1000 \cdot m \cdot Q_5 / Q_H, \text{ м}^3/\text{год} \quad (5)$$

$$4. \text{ Поликлиники: } V_5 = N \cdot b \cdot Q_6 / Q_H, \text{ м}^3/\text{год} \quad (6)$$

$$5. \text{ Столовые и рестораны: } V_6 = N \cdot n_6 \cdot 365 \cdot Q_7 / Q_H, \text{ м}^3/\text{год} \quad (7)$$

$$6. \text{ Хлебопекарни: } V_7 = N \cdot 365 / 1000 \cdot m \cdot Q_8 / Q_H, \text{ м}^3/\text{год} \quad (8)$$

Общий годовой расход газа на бытовые и коммунально-бытовые нужды по городу составит:

$$\sum V_{KB} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7, \text{ м}^3/\text{год}. \quad (9)$$

Расчетный часовой расход газа (при 0°C и давлении 760 мм рт.ст.) определяется по следующей формуле:

$$V_{рч} = \sum V_{KB} \cdot k_m, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (10)$$

Таблица 3 – Определение часового максимума k_m

Число жителей снабжаемых газом тыс. чел.	Коэффициент часового Максимума
1	1/1800
2	1/2000
3	1/2050
4	1/2100
10	1/2200
20	1/2300
30	1/2400
40	1/2500
50	1/2600
100	1/2800
300	1/3000
500	1/3300
750	1/3500
1000 и более	1/3700

Промышленное потребление газа многогранно и в каждом конкретном случае определяется в зависимости от мощности промышленных предприятий и их технологического процесса. Промышленное потребление газа разбивается на две категории. К первой категории относятся промышленные предприятия. Ко второй категории относятся мелкие городские промышленные объекты (мастерские, банно-прачечные комбинаты и т.д.).

В первой категории потребление газа принимается в соответствии с заданием и относится к нагрузке сети среднего давления.

Во второй категории расчет потребления газа связан со значительными трудностями из-за большого разнообразия мелких городских предприятий, а так же непостоянства их технологий. Поэтому при составлении баланса обычно принимается 10%. Поэтому расход газа с учетом этого:

$$V'_{pq} = 1,1 \cdot V_{pq} \quad , \text{ м}^3/\text{ч} \quad (11)$$

Расход газа на отопление жилых, общественных зданий зависит от объема отапливаемых зданий, их тепловой характеристики и величины средней за сезон наружной расчетной отопительной температуры. Годовой расход газа на отопление определяется по следующей формуле:

$$V_{om} = \frac{N \cdot [W_{ж} \cdot q_{cp} \cdot (t_b^* - t_{po}) \cdot W_{об} \cdot q_{cp} \cdot (t_b^{об} - t_{po})] \cdot E \cdot 24}{Q_n \cdot \eta}, \quad \text{ м}^3/\text{год} \quad (12)$$

Характерной особенностью использования газа на отопление является сезонность его потребления. (газ используется только в течение отопительного сезона).

Поскольку в отопительный сезон по месяцам бывает разная наружная температура, поэтому определяют процент потребления газа по отдельным месяцам в зависимости от величины среднемесячной расчетной отопительной температуры наружного воздуха и числа отопительных дней в месяце.

$$A = \frac{(t_b^{ж} - t_{срм}) \cdot n_M \cdot 100}{\sum [(t_b^{ж} - t_{срм}) \cdot n_M]}, \quad \% \quad (13)$$

В качестве примера приведена таблица 3, в которой дана средняя за месяц расчетная отопительная температура при отопительном сезоне, равном 186 суткам. В общем случае используются данные СНиП II-A.6-62 «Строительная климатология и геофизика».

Таблица 3 – Средняя температура за месяц

Месяц и число отопительных дней	Январь 31	Февраль 28	Март 31	Апрель 15	Октябрь 20	Ноябрь 30	Декабрь 31
Средняя за месяц расчетная отопительная температура	- 7,1	- 8	- 4,1	0	+3,4	- 0,6	- 6,5

Используя эти данные, определяют процент расхода газа за месяц от годового значения $A, \%$ и расход за месяц

$$V_M = A \cdot V_{0T}, \text{ м}^3/\text{год} \quad (14)$$

Часовой расход газа на отопление определяют для самого холодного месяца по следующей формуле:

$$V_{ч} = \frac{V_M \cdot (t_b^{ж} - t_{HO})}{n_M \cdot 24 \cdot (t_b^{ж} - t_{po})}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (15)$$

4.3 Гидравлический расчет

Гидравлическим расчетом газовых сетей предусматривается определение диаметров газопроводов по отдельным участкам распределительной газовой сети.

Расчет газовых сетей низкого давления регламентирует рабочее давление и перепад давлений в распределительных газовых сетях.

Для бытовых и коммунально-бытовых потребителей газа исходные данные принимаем по СНиП /1/. При номинальном давлении газа перед бытовыми газовыми приборами 200мм. вод. ст. (2 кПа), суммарный перепад давления газа от газорегуляторного пункта до наиболее удаленного прибора 180 мм. вод. ст. (1,8 кПа). В том числе на уличную сеть 120 мм. вод. ст. (1,2 кПа).

Для промышленных предприятий, а также районных отопительных котельных принимается подвод газовых сетей среднего давления. На промышленных предприятиях устанавливают обособленные газорегуляторные пункты, а в отопительных котельных - газорегуляторные установки. Расчет сетей среднего давления приводится в отдельном разделе.

4.3.1 Порядок расчета газовых сетей низкого давления

1. На генплане города наносят кольцевые газовые сети. При этом следует иметь ввиду, что 1-2 этажные застройки (кварталы) закольцовываются поквартально, а при 3 и более этажной застройке допускается подводить газ не менее чем с двух сторон квартала. Следовательно, при многоэтажной застройке в одно кольцо можно включить несколько кварталов. На рис. 1 представлен пример кольцевой сети, составленной по этим условиям.

2. Определяют удельный часовой расход газа для каждого типа застройки кварталов:

$$V_{pqi} = \frac{F}{V_{yoi}}, \text{ м}^3/\text{ч на га} \quad (16)$$

F

В тех случаях, когда в городе или в другом населенном пункте имеются районы с различной плотностью населения, удельные расходы газа для этих районов должны вычисляться раздельно.

$$V_{pqi} = V_{pqi1-2} + V_{pqi4-5}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (17)$$

Следует обратить внимание на состав расчетной часовой нагрузки для разных типов застройки и газопотребителей.

При централизованном отоплении от газовых котельных расчетный часовой расход газа на отопление таких кварталов входит только в нагрузку газовых сетей среднего давления и в расчете газовых сетей низкого давления не используется. В данном случае это относится к 4-5 этажной застройке.

При отоплении индивидуальными газовыми установками часовой расход газа для таких кварталов объединяет в себе расчетный расход газа на бытовые, коммунально-бытовые нужды и мелкие предприятия и часовой расход газа на отопление. В данном случае это относится к 1-2 этажной застройке.

$$V_{pqi1-2} = V_{pqi1-2} + V_{qi1-2}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (18)$$

$$V_{qi} = V_{qi1-2} + V_{qi4-5}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (19)$$

Распределение расхода газа на отопление можно сделать пропорционально численности населения этих районов.

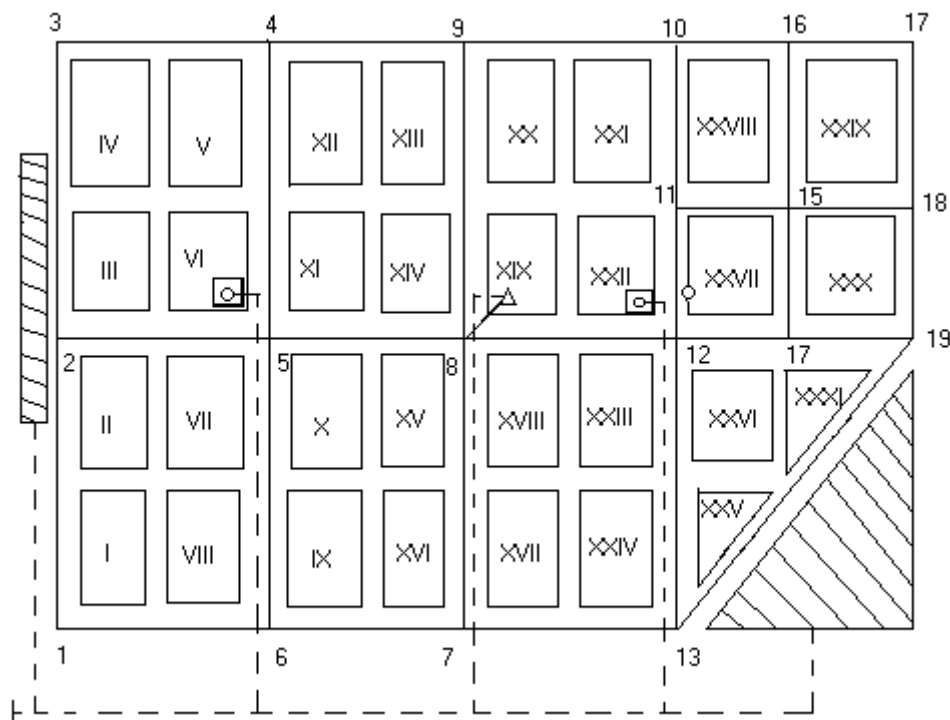
Рисунок 1-Пример выполнения кольцевания газовых сетей по кварталам

Пояснение к рисунку 1:

I, II, III, VI и т.д. - кварталы жилых застроек

1, 2, 3, 4 и т.д.- узлы кольцевой газовой сети низкого давления;

□ - отопительные котельные;



- газорегуляторные пункты;

▨ - зоны промышленных предприятий;

— - газораспределительные сети низкого давления;

— — — - газораспределительные сети среднего давления;

4. Вычисляют расходы газа по кольцам:

$$V_{ki} = f_{ki} \cdot V_{yoi}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (20)$$

Результаты вычислений расходов газа сводят в таблицу 5.

Таблица 5 – Расход газа

Кольцо	1-2-5-6	2-3-4-5	и т.д.
Расход газа м ³ /ч			

Определяют погрешность вычислений:

$$\delta = \frac{\sum V_{pci} - \sum V_{ki}}{\sum V_{pci}} \cdot 100\% \leq 1\% \quad (21)$$

5. Вычисляют удельные расходы газов на единицу длины периметров колец:

$$V_{yoli} = \frac{V_{ki}}{P_i}, \text{ м}^3/\text{ч на пог.м.} \quad (22)$$

Результаты вычислений сводят в таблицу 6.

Таблица 6 – Расход газа по кольцам

Кольцо	1-2-5-6	2-3-4-5	и т.д.
Расход газа м ³ /ч на пог. М			

6. Определяют путевые расходы газа по отдельным участкам:

$$V_{ai} = l_i \cdot V_{yoli}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (23)$$

Результаты вычислений сводят в таблицу 7.

Таблица 7 – Путевой расход газа

$$V_{p1-2} = 0,5 \cdot V_{n1-2} \quad (28)$$

тогда

$$V_{p1-6} = V_{y3n1} - 0,5V_{n1-2} \quad (29)$$

Узел 3.

$$V_{p3-4} + V_{p2-3} - V_{y3n3} = 0 \quad (30)$$

В приведенном уравнении расчетный расход на участке 2 - 3 принят за половину путевого расхода на этом же участке.

Тогда

$$V_{p3-4} = V_{y3n3} - 0,5V_{n2-3} \quad (31)$$

Узел №2.

$$V_{p2-5} - V_{p1-2} - V_{p2-3} - V_{y3n2} = 0 \quad (32)$$

$$V_{p2-5} = V_{p1-2} + V_{p2-3} + V_{y3n2} \quad (33)$$

Далее составляют уравнения равновесия остальных узлов аналогично для приведенных узлов 1, 3 и 2.

В рассмотренном примере проверочным расчетом является уравнение «равновесия узла 8», в котором невязка не должна превышать 2%.

Узел №8.

$$V_{pч}^{ГПП} - V_{p8-9} - V_{p2-5} - V_{p8-11} - V_{p8-7} - V_{y3n8} = 0 \quad (34)$$

Невязка:

$$\delta = \frac{(V_{p8-9} + V_{p8-6} + V_{p8-11} + V_{p8-7} + V_{y3n8}) - V_{pч}}{V_{pч}} \cdot 100\% \quad (35)$$

Результаты вычислений сводят в таблицу 9.

Таблица 9 – Расход газа по участкам

Участок	1-2	2-3	и т.д.
Расчетный Расход газа, м ³ /ч			

10. Диаметры кольцевой сети низкого давления определяются следующим образом:

Питание осуществляется в узле 8. Расчетный перепад давлений от узла 8 до узлов 1, 3 и 17 составляет 120 мм. вод. ст. (1,2 мПа).

По заданному перепаду давления газа и расчетным расходам газа определяют диаметры газопроводов по отдельным участкам кольцевой газовой сети. Для этого определяют средние удельные потери давления на участках.

Например: участки 8 - 5 - 2 - 1.

$$\Delta P' = \frac{\Delta P}{1,1 \cdot (l_{8-5} + l_{5-2} + l_{2-1})}, \text{ мм вод. ст. на пог.м.} \quad (36)$$

Участки 3 - 7 - 13 - 19 - 18 - 17:

$$\Delta P'' = \frac{\Delta P}{1,1 \cdot (l_{8-7} + l_{7-13} + l_{13-19} + l_{19-18} + l_{18-17})}, \text{ мм вод. ст. на пог.м.} \quad (37)$$

Участки 3 - 12 - 14 - 19:

$$\Delta P''' = \frac{\Delta P - \Delta P'' \cdot (l_{19-18} + l_{18-17})}{1,1 \cdot (l_{8-12} + l_{12-14} + l_{14-19})}, \text{ мм вод. ст. на пог.м.} \quad (38)$$

Расчет продолжают в такой последовательности по определению средних удельных потерь давления на участках.

Результаты вычислений сводят в таблицу 10.

Таблица 10 - Средняя удельная потеря давления на участках

№ участка	1-2	2-3	И т.д.
Средняя удельная потеря давления мм.вод.ст на пог.м.			

Далее порядок расчета следующий:

а) Гидравлический расчет газовой сети низкого давления ведется в табличной форме (таблица 11).

В таблице 11 заполняют графы 1, 2, 3, 4 и 5

б) По средним удельным потерям давления (расчетным) и расчетным расходам газа, по номограмме рис. 6.4. [3] определяют диаметры трубопроводов и действительную удельную потерю давления по принятому диаметру газопровода. Полученные данные вносят в таблицу 11, соответственно в графы 6 и 7

в) Умножают действительные удельные потери давления на длину участков трубопровода и определяют линейные потери на соответствующих участках. Полученные данные вносят в таблицу 11, графу 8

г) Определяют общие потери давления на участках с учетом местных сопротивлений, которые составляют 10% от линейных потерь. Результаты вычислений вносят в таблицу 11, графу 9

д) Суммируют общие потери давления по участкам кольца (по часовой стрелке - положительные, против часовой стрелки - отрицательные). Невязка полуколец не должна превышать 5%.

Приведенный пример смотри в таблице 11

е) Если невязка превышает 5%, то необходимо диаметр трубопровода на одном из участков изменить и, соответственно, изменится действительная удельная потери давления, что в конечном итоге приведет к изменению общей потере давления. Кроме того, может получиться, что общие потери давления будут превышать исходное давление. В этом случае необходимо также произвести изменение диаметра газопровода на одном из участков. Исправленные диаметры газопровода по участкам заносятся в соответствующие графы 10, 11, 12 и 13. Невязки, выраженные в кПа и % заносятся в графы 14 и 15.

Кроме приведенного метода гидравлической увязки сети можно использовать и другие, например метод последовательных приближений В.Г. Лобачева или метод поправочных расходов М.М. Андрияшева [3, 4]. Соответствующий пример расчета приведен там же [3, 4]. Можно также воспользоваться соответствующими компьютерными программами.

4.5. Расчет внутридомового газопровода

Расчет внутридомового газопровода производится после выбора и расстановки газового оборудования и составления схемы газопроводов. Расчетный перепад давлений внутридомовой сети увязывают с перепадом давления в распределительной газовой сети [1].

Порядок расчета внутридомового газопровода:

1. Определяют расчетные расходы газа для всех участков внутридомовой газовой сети:

$$V_p = \sum_{i=1}^n K_{\zeta}^{\max} \cdot \frac{Q_{\text{зод.кв}}}{Q_H}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (39)$$

2. Принимают диаметры на участках внутридомового газопровода.

3. Определяют сумму коэффициентов местных сопротивлений. Для каждого участка значения коэффициентов ζ принимаются по таблице 6.1.[3]

4. По графикам рис. 6.4 и 6.6 [3] находят удельные потери на трение и эквивалентные длины для $\zeta = 1$.

5. Определяют расчетные длины участков и потери давления на них.

$$V_p = \sum_{i=1}^n K_{\zeta}^{\max} \cdot \frac{Q_{\text{зод.кв}}}{Q_H}, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (39)$$

6. Рассчитывают расчетные длины участков и избыточные дополнительные давления.

7. Определяют потери давления на участках с учетом избыточного дополнительного давления.

8. Определяют суммарные потери в газопроводе с учетом потерь в трубах и арматуре приборов (до газовых горелок). Примерные значения потерь давления в трубах и арматуре газовых приборов составляют: в плитах 40 - 60 Па, в водонагревателях 80 - 100 Па.

9. Полученные суммарные потери сравнивают с расчетным перепадом давления и, если есть необходимость, производят перерасчет.

Пример расчета внутридомового газопровода приведен в [3].

4.6 Расчет газовых сетей среднего давления

Порядок расчета:

- а) Для заданных условий проекта на генплане определяется конфигурация газовой сети среднего давления и длины всех участков;
- б) По заданной и рассчитанной в предыдущих разделах нагрузке, а именно, расчетным расходам газа на промышленное предприятие, отопительную котельную, газораспределительный пункт определяются расчетные расходы участков сети;
- в) На основании исходных данных определяется требуемое начальное и конечное давление на всех участках сети;
- г) Определение диаметров участков производится с помощью номограмм (3, 4) следующим образом:

Для каждого из участков определяется среднее значение отношений:

$$a_{cp} = \frac{P_H^2 - P_K^2}{1,1 \cdot \sum L} \quad (40)$$

где 1,1 - коэффициент, учитывающий местные сопротивления.

По a_{cp} и расходу газа определяем диаметры газопроводов для каждого участка сети по номограмме потерь давления «Ионин А.А.» /3/.

При выборе конкретного диаметра трубопровода из номограммы определяем действительное значение a_d .

- д) Из соотношения для a_{cp} по выбранным значениям a_d уточняем давления в узлах сети

$$P'_H = \sqrt{P_K^2 + 1,1 \cdot \sum L \cdot a_d} \quad (41)$$

или

$$P'_K = \sqrt{P_H^2 - 1,1 \cdot \sum L \cdot a_d} \quad (42)$$

Полученные значения не должны отличаться от заданных более чем на 1%

- е) Если невязка превышает 1%, то необходимо изменить диаметр и произвести перерасчет на одном или нескольких участках

- ж) Длины участков сети, заданные давления в узлах, расчетные расходы участков, a_{cp} , a_d , уточненные значения давлений в узлах сводятся в таблицу.

Таблица 11- уточненные значения давлений

Участок	P_H	P_K	a_{cp}	d	a_d	P'_H	P'_K
---------	-------	-------	----------	-----	-------	--------	--------

5.УКАЗАНИЯ НА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИНИМАЕМЫХ СУЩЕСТВЕННЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ

В КП следует обосновать количество ГРП, принятых к установке, с точки зрения капитальных затрат на их сооружение и надежности системы газоснабжения. Количество ГРП увязывается с конфигурацией и диаметрами сетей, которая определяет массу металла труб для прокладки газовых сетей.

6.ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КП

В ходе выполнения КП необходимо выполнять следующие условия:

- задание оформляется в виде отдельного листа с подписью студента и преподавателя, выдавшего задание, с указанием шифра задания;
- расчеты сопровождать кратким пояснительным текстом, в котором указывать, какая величина определялась и по какой формуле, какие величины подставляются в формулы и откуда они взяты;

- расчетно-графическая работа оформлять на машинописных листах формата А-4;

7.РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НАД КП, ПРИМЕРНЫЙ КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ЕГО ВЫПОЛНЕНИЯ

Для написания КП необходимо познакомиться и подобрать специальную научную литературу по выбранной теме. Подбор литературы производится студентом самостоятельно по заданному темой направлению. При этом следует пользоваться предметным алфавитным каталогом в читальном зале библиотеки университета и других библиотеках.

Отбирать следует литературу, которая освещает как общетеоретическую сторону проблемы, так и действующую практику. При этом студент может составить список, включая в него литературу, изданную, за последние пять лет, отечественные стандарты и инструктивный материал.

Особое внимание следует обратить на научные публикации в специальных журналах за последние два года. Перечень всех статей за год содержится в последнем номере журналов.

Сначала следует изучить основную литературу (учебники, пособия) а затем перейти к работам исследовательского характера. Особенно следует обратить внимание на дискуссионные статьи в журналах и позиции тех или иных авторов, продумать их аргументацию, что позволит сделать правильное сопоставление различных точек зрения и сформировать свое отношение к ним.

Примерный календарный план выполнения КП:

- расчет нагрузок 3 недели;
- гидравлический расчет 5 недель;
- расчет внутридомового газопровода 4 недели;
- расчет сети среднего давления 3 недели;
- защита КП 2 недели.

8.ПОРЯДОК ЗАЩИТЫ И ОТВЕТСТВЕННОСТЬ СТУДЕНТА ЗА ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАНИЯ ПО КП

Выполненный проект проверяется руководителем, который дает допуск к защите или возвращает ее на доработку. При подготовке к защите КП студент обязан повторить теоретический материал дисциплины и подготовить доклад по материалу проекта. В докладе следует изложить сущность работы, методы решения задач, наиболее важные результаты и выводы по проекту. После доклада студенту могут быть заданы вопросы, как по содержанию проекта, так и по курсу в целом.

Оценка уровня выполнения КП, а также степени усвоения теоретического материала производится преподавателем-руководителем КП. Оценка за расчетно-графическая работа выставляется дифференцированно. Основными факторами, влияющими на оценку проекта, являются:

- самостоятельность выполнения проекта;
- использование в ней результатов своих исследований;
- уровень теоретической подготовки студента;
- грамотность и практическая ценность принятых решений;
- качество оформления всех материалов КП;
- подготовленность доклада и правильность ответов на вопросы при защите КП.

9.СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ионин, А. А. Газоснабжение : учебник / А. А. Ионин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1286-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168375>.
2. Колибаба, О. Б. Основы проектирования и эксплуатации систем газораспределения и газопотребления : учебное пособие для вузов / О. Б. Колибаба, В. Ф. Никишов, М. Ю. Ометова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2023. — 204 с. — ISBN 978-5-8114-9381-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/193401>

3. Шибeko, А. С. Газоснабжение : учебное пособие / А. С. Шибeko. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 520 с. — ISBN 978-5-8114-3662-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/125714>
4. Колпакова, Н. В. Проектирование городских систем газоснабжения : учебно-методическое пособие / Н. В. Колпакова. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2017. — 68 с. — ISBN 978-5-7996-2190-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106767.html>
5. Гидравлический расчет внутридомового газопровода : методические указания к выполнению курсовой работы и выпускной квалификационной работы по дисциплине «Газоснабжение» для студентов бакалавриата всех форм обучения по направлению подготовки 08.03.01 Строительство / составители В. А. Жила [и др.]. — Москва : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. — 40 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/62616.html>
6. Газоснабжение района города : учебное пособие / Н. А. Новопашина, Д. Н. Ватузов, Е. Б. Филатова [и др.]. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 126 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/90469.html>

10. Оценочные средства для курсовой работы (проекта)

Примерная тематика курсовых проектов

Направление деятельности	Примерная тематика
проектная	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 1000 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 130 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 190 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 210 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 240 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 270 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 300 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 330 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 360 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 390 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 420 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 450 м3/час

	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 480 м3/час
	Газоснабжение района города с нагрузкой промышленного предприятия 510 м3/час

Структура работы

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Раздел 1. Газоснабжение района города

Результаты обучения	Формулировка задания	Контролируемые компетенции, индикатор(ы)
Знать	Способы расчета газораспределительных систем	ПК-1 ИД-3
Уметь	Рассчитывать тупиковые и кольцевые газопроводы	ПК-1 ИД-3
Владеть	Методикой расчета газораспределительных систем	ПК-1 ИД-3

Графический материал:

- генплан района;
- расчетная схема газоснабжения;
- план жилого дома;
- аксонометрическая схема внутридомового газопровода.

Объем графической части 1,0 лист формата А1.

Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если сформированные систематические знания, целостное умение, успешное и систематическое применение навыков.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если сформированные, но не содержащие отдельные пробелы знания основного материала

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если общие, но не структурированные знания, в целом успешное, но не систематическое умение, не систематическое применение навыков

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если фрагментарные знания, частично освоенное умение, фрагментарное применения навыков

Описание шкалы оценивания

Максимальная сумма баллов по **курсовой работе (проекту)** устанавливается в **100** баллов и переводится в оценку по 5-балльной системе в соответствии со шкалой:

Шкала соответствия рейтингового балла 5-балльной системе

Рейтинговый балл	Оценка по 5-балльной системе
88 – 100	Отлично
72 – 87	Хорошо
53 – 71	Удовлетворительно
< 53	Неудовлетворительно

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Для выполнения **курсовой работы** по дисциплине необходимо выполнить расчеты и графическую часть в соответствии полученным вариантом задания

При проверке задания, оцениваются: соответствие работы варианту задания, требованиям СНиП, и правилам безопасности в газовом хозяйстве, методической и нормативно-технической литературы

При защите работы оцениваются: знания СНиП, правил безопасности в газовом хозяйстве, методической и нормативно-технической литературы. Правильность выполненных расчетов.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия осуществляется в соответствии Положением о выполнении и защите курсовых работ (проектов) в СКФУ.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить следующие компетенции: ПК-9.

Для выполнения курсового проекта по дисциплине необходимо 27 часов. В процессе выполнения расчетов необходима следующая литература:

1. СНиП 2.04.08.-87 Газоснабжение, 2002.
2. Киселев А.А. Газоснабжение, ч.2., М.: Стройиздат, 1999.
3. Ионин А.А. Газоснабжение, М.: Стройиздат, 2001.
4. СП 62.13330.2011 Свод правил – газораспределительные системы. Актуализированная версия СНиП 42-01-2002.
5. СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция, кондиционирование.
6. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине Газоснабжение.

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и правильность выполнения расчетов;
- точность расчетов;
- правильность оформления расчетно-пояснительной записки
- правильность выполнения схем и чертежей;

При защите работы оцениваются:

- самостоятельность выполнения проекта;
- использование в ней результатов своих исследований;
- уровень теоретической подготовки студента;
- грамотность и практическая ценность принятых решений;
- качество оформления всех материалов курсовой работы;
- подготовленность доклада и правильность ответов на вопросы при защите курсового проекта.

.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГАОУ Высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по организации и проведению самостоятельной
работы
по дисциплине «Газоснабжение»

по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»
направленность (профиль) «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Ставрополь, 2024

Содержание

Введение

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса
2. Цели и основные задачи самостоятельной работы
3. Виды самостоятельной работы
4. Организация самостоятельной работы
5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы
6. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы
7. Критерии оценки самостоятельной работы

Введение

Целью изучения дисциплины «Газоснабжение» является формирование компетенций ПК-1, ПК-3, ПК-7 будущего бакалавра по направлению подготовки 08.03.01 Строительство

Задачами дисциплины являются получение знаний об основных методах проектирования, монтажа и эксплуатации систем газоснабжения.

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности профессионала, способного к саморазвитию, самообразованию и инновационной деятельности.

Успешное усвоение дисциплин по различным образовательным программам предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной не только аудиторной, но и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Самостоятельная работа – это процесс активного, целенаправленного приобретения обучающимися новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Объем самостоятельной работы (в часах) определен учебным планом.

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов (далее – СРС) являются обязательной частью учебно-методических комплексов учебных дисциплин, реализуемых на кафедре теплогазоснабжения и экспертизы недвижимости по направлению подготовки 08.03.01 Строительство, направленность (профиль) Теплогазоснабжение и вентиляция.

Методические указания по организации самостоятельной работы для студентов, наряду с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ, практических занятий и работе с лекционным материалом; по формам текущего, промежуточного и итогового контроля; по выполнению, расчетно-графических работ, составляют единый комплекс методического обеспечения УМК каждой учебной дисциплины.

Цель методических указаний СРС – определить роль и место самостоятельной работы студентов в учебном процессе; конкретизировать ее уровни, формы и виды; обобщить методы и приемы выполнения определенных типов учебных заданий; объяснить критерии оценивания.

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

Самостоятельная работа обучающихся является важным видом учебной и научной деятельности. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи высшего образования – «подготовка квалифицированного работника 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 этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы обучающихся над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие

навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста обучающихся, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие обучающихся в практических занятиях, лабораторных работах, выполнение контрольных и расчетно-графических работ. При этом самостоятельная работа обучающихся играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем «Консультант-плюс», «Гарант», глобальной сети «Интернет»;

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

- подготовку докладов и рефератов, написание выпускных квалификационных работ;

- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

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

2. Цели и основные задачи самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРМ должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой бакалавра. При организации СРМ важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для деятельности.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;

- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;

- развитие познавательных способностей, активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;

- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;

- развитие исследовательских умений.

Основными задачами СРМ являются:

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

- углубление и расширение теоретических знаний;

- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную 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 семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании КП, для эффективной подготовки к промежуточной аттестации - экзамену.

3. Виды самостоятельной работы

Самостоятельная работа включает:

- самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы;
- подготовка к лекциям;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- выполнение курсового проекта;
- подготовка к текущей и промежуточной аттестации;

Для выполнения самостоятельной работы студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, с графиком консультаций преподавателей кафедры, с перечнем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

4. Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента – способ активного, целенаправленного приобретения новых знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей.

Организационные мероприятия, обеспечивающие развитие навыков самостоятельной работы студентов, воспитание их творческой активности и инициативы, а также, в целом, обеспечивающие нормальное функционирование самостоятельной работы студентов, должны основываться на следующих предпосылках:

- самостоятельная работа должна быть конкретной по своей предметной направленности;
- самостоятельная работа должна сопровождаться эффективным, непрерывным контролем и оценкой ее результатов.

Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки 08.03.01 Строительство (уровень бакалавриата), основной образовательной программой, учебным планом, рабочими программами дисциплин.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуются как единство двух форм:

- самоконтроль и самооценка;
- внешний контроль и оценка со стороны преподавателей, государственных экзаменационных комиссий и др.

5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы магистрантов направлена на решение следующих задач:

а) закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала; применение полученных знаний в традиционных педагогических ситуациях и при решении задач высокого уровня неопределенности;

б) совершенствование умений и навыков по изучаемой дисциплине; формирование межпредметных, общеучебных, исследовательских умений;

в) активизация учебной и научно-исследовательской деятельности обучающихся, ее максимальная индивидуализация с учетом индивидуальных особенностей и академической успеваемости студентов;

г) формирование готовности студентов к самообразованию в течение всей жизни.

Видами занятий для самостоятельной работы могут быть:

Для овладения знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, конспектов лекций);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста;
- конспектирование текста; выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами;
- учебно-исследовательская работа, использование аудио и видеозаписей, компьютерной техники, интернета и др.

Для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций, повторная работа над материалом;
- составление плана и тезисов ответа;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- ответы на контрольные вопросы;
- аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, контент-анализ);
- составление библиографии.

Для формирования умений:

- выполнение курсового проекта;
- проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности.

Для формирования компетенций:

- принятие решений по конкретной ситуации;
- грамотная формулировка задания для исполнения;
- организация контроля по сферам деятельности.

6. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы

Система вузовского обучения подразумевает значительную самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности.

6.1 Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы

Работа с литературой является основным методом самостоятельного овладения знаниями. Это сложный процесс, требующий выработки определенных навыков, поэтому студенту нужно обязательно научиться работать с книгой.

Осмысление литературы требует системного подхода к освоению материала. В работе с литературой системный подход предусматривает не только тщательное (иногда многократное) чтение текста и изучение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента, поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать теоретическими категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода работа с литературой обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение контрольной работы и т.д.).

Выбор литературы для изучения делается обычно по предварительному списку литературы, который выдал преподаватель, либо путем самостоятельного отбора материалов. После этого непосредственно начинается изучение материала, изложенного в книге.

Наиболее надежный способ собрать нужный материал – составить план или конспект. *Конспект, план-конспект* – это последовательная фиксация отобранной и обдуманной в процессе чтения информации.

Цель – зафиксировать, переработать тот или иной научный текст. Они позволяют восстановить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

План – это «скелет» текста, он компактно отражает последовательность изложения материала. План как форма записи обычно более подробно передает содержание частей текста,

чем оглавление книги или подзаголовки статей. Самые важные места в книге отмечайте, используя для этого легко стирающийся карандаш или вкладные листки. Запись любых планов следует делать так, чтобы ее легко можно было охватить одним взглядом.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

6.2 Подготовка к лекциям и работа с конспектом лекций

При подготовке к лекции студенты должны предварительно ознакомиться с учебным материалом по данной теме и при конспектировании лекции акцентировать внимание на новых теоретических положениях, правовых и иных данных, не нашедших отражения в учебной литературе.

Лекция имеет цель – систематизация основы научных знаний по дисциплине, сконцентрировать внимание обучающихся на наиболее актуальных проблемах.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Дает рекомендации на практические занятия и указания на самостоятельную работу.

Предварительное не углубленное знакомство с материалом очередной лекции дает многое. Студенты получают общее представление о ее содержании и структуре, о главных и второстепенных вопросах, о терминах и определениях. Все это облегчает работу на лекции и делает ее целеустремленной.

Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта.

Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим обучающимся.

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.

Самостоятельную работу следует начинать с доработки конспекта, желательно в тот же день, пока время не стерло содержание лекции из памяти. С целью доработки необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить опiski, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения, возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополнения и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

6.3 Подготовка к практическим занятиям

Целью практических занятий является получение базовых навыков по применению теоретических знаний. Это необходимо при решении всевозможных задач на различных этапах практической деятельности.

Задачи подготовки и проведения практических занятий:

- закрепление и углубление знаний;

- создание практических навыков и умений в практической деятельности и повседневной жизни для: поиска, первичного анализа и использования информации;
- анализа конкретных ситуаций и условий их реализации;
- изложения и аргументации собственных суждений по практической ситуации;
- развитие стремления и способности к самостоятельному исследованию изучаемых реальностей, их критической оценки.

Подготовка к практическим занятиям включает: изучение нормативных актов, учебной литературы, лекционного материала; подготовка рефератов.

Практические занятия по дисциплине проводятся в форме различных дискуссий (семинарских занятий) и (или) анализа конкретных ситуаций (выполнение практических заданий).

6.4 Подготовка к лабораторным работам

Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки магистрантов. Они направлены на формирование учебных и профессиональных практических умений.

На лабораторных занятиях задания выполняются по материалам согласно плану.

До начала лабораторных занятий обучающиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности.

Перед выполнением лабораторной работы обучающийся должен изучить теоретический материал по теме лабораторной работы по основной и дополнительной литературе, ознакомиться с ресурсами информационно - телекоммуникационной сети «Интернет». При этом обучающийся должен учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо ознакомиться с методическими указаниями; с порядком ее выполнения; освоить основные понятия; изучить алгоритмы; методы и технологии, необходимые для реализации этих алгоритмов; ответить на контрольные вопросы.

После выполнения работы производится обработка полученных результатов, составляется и защищается отчет. Без защиты отчета студент, как правило, не допускается к очередной работе.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания КП (проекта). Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют написать первую (теоретическую) главу.

Выполнение КП (проекта) предполагает проведение определенного исследования. На основе разработанного плана обучающийся осуществляет сбор фактического материала, необходимых цифровых данных. Затем полученные результаты подвергаются анализу, статистической, математической обработке и представляются в виде текстового описания, таблиц, графиков, диаграмм. Программа исследования и анализ полученных результатов составляют содержание второй (аналитической) главы.

В третьей (рекомендательной) части должны быть отражены мероприятия, рекомендации по рассматриваемым проблемам.

Рабочий вариант текста КП (проекта) предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности

доработки текста, его оформление. После доработки КП (проект) сдается на кафедру для ее оценивания руководителем.

Защита КП (проекта) обучающихся проходит в сроки, установленные графиком учебного процесса.

При подготовке к защите КП (проекта) обучающийся должен знать основные положения работы, выявленные проблемы и мероприятия по их устранению, перспективы развития рассматриваемой экономической ситуации.

Защита КП (проекта) проводится на кафедре при наличии у обучающегося КП (проекта). Оценка - дифференцирована. Преподаватель оценивает защиту КП (проекта) и заполняет графу "оценка" в ведомости и в зачетной книжке.

Не допускаются к защите варианты КП, найденные в Интернет, сканированные варианты учебников и учебных пособий, а также копии ранее написанных работ.

6.8 Выполнение курсового проекта

Расчетно-графическая работа является важным элементом учебного процесса, предусмотрена учебным планом.

Цель курсового проекта – систематизация и закрепление теоретических знаний, и развитие практических навыков по решению задач в области теплогазоснабжения и вентиляции, выработка навыков анализа данных и формулирования выводов по полученным результатам.

Задачами курсового проекта являются:

- развитие навыков самостоятельной работы в области решения практических задач;
- подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для решения практической задачи, развитие навыков самостоятельной работы с учебной и методической литературой;
- проведение расчетов показателей по исходным данным и анализ полученных значений;
- формулирование выводов по полученным результатам.

Выполнение курсового проекта проводится студентом по конкретному варианту задания, который необходимо уточнить у преподавателя.

Содержанием курсового проекта является краткое изложение теоретического материала к каждой задаче, решение задачи по индивидуальному варианту, включающее в себя расчет основных показателей, анализ полученных результатов, формулирование выводов.

Расчетно-графическая работа должна содержать:

1. Титульный лист.
2. Условие задачи.
3. Теоретическая часть по каждой задаче (1-3 страницы).
4. Практическая часть и выводы по каждой задаче.
5. Библиографический список (не менее 5 источников).

Условие задачи оформляется по центру заголовком «Задача №».

Текст условия задачи должен совпадать с текстом в методических указаниях, включая таблицы, при их наличии.

Далее излагается теоретический материал, лежащий в основе решения задачи, включающий в себя основные определения, формулы расчетов показателей и др.

В практической части излагается подробное решение задачи. При необходимости результаты оформляются в виде сводной таблицы.

К каждой задаче необходимо сформулировать выводы, проанализировав полученные результаты.

Расчетно-графическая работа должна выполняться в соответствии с установленным графиком. В процессе выполнения курсового проекта допускаются консультации у преподавателя на практических занятиях.

Выполнение основных этапов контролируется преподавателем и учитывается при проведении текущего контроля по дисциплине и при оценке курсового проекта.

6.11 Подготовка к текущей и промежуточной аттестации

Система контроля включает в себя текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль должен быть непрерывным. Формы текущего контроля устанавливаются по усмотрению преподавателя. Промежуточный контроль – это итог работы студента за семестр с учетом всех видов учебной работы.

Текущий контроль. Текущий контроль успеваемости обучающихся – это систематическая проверка учебных достижений обучающихся, проводимая в целях оценивания хода освоения дисциплин в соответствии с рабочей программой.

Текущий контроль успеваемости студентов очной формы обучения проводится по всем дисциплинам учебного плана в течение семестра:

- на лабораторных, семинарских, практических занятиях, по которым рабочими программами дисциплин предусмотрены отчетности;

- по всем формам самостоятельной работы студентов в заранее установленное время.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется преподавателями кафедр, за которыми закреплены дисциплины учебного плана, и может проводиться в следующих формах:

- собеседование,
- контрольная работа,
- защита лабораторной работы,
- реферата,
- расчетно-графическая работа, и др.

Виды и сроки проведения текущего контроля успеваемости студентов устанавливаются рабочей программой дисциплины.

Текущий контроль успеваемости является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки обучающихся и способствует активизации познавательной деятельности студентов в ходе аудиторных занятий, при выполнении программ самостоятельной и индивидуальной работы.

Текущий контроль успеваемости должен учитывать выполнение обучающимися всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, самостоятельную, исследовательскую работу и посещаемость учебных занятий.

Анализ результатов текущего контроля студентов, обучающихся на основе рейтинговой оценки знаний, проводится 2 раза в семестр:

- в первом полугодии - на 1 ноября, на 10 декабря;
- во втором полугодии - на 1 апреля, на 20 мая.

Анализ результатов текущего контроля студентов, не участвующих в рейтинговой системе оценки знаний, проводится в институтах: к указанным выше датам итоги текущего контроля и количество пропущенных занятий (в часах) преподаватели, ведущие занятия, проставляют в листы текущего контроля успеваемости, которые анализируются и хранятся в институтах.

Промежуточная аттестация. Промежуточная аттестация призвана оценить уровень сформированности компетенций, полученных студентами в процессе изучения дисциплины, выполнение КП и обеспечить контроль качества освоения образовательных программ.

Промежуточная аттестация проводится по завершении изучения какой - либо дисциплины.

Формами промежуточной аттестации являются зачет и экзамен.

При явке на промежуточную аттестацию обучающийся обязан предъявить зачетную книжку. Фамилия обучающегося должна значиться в зачетно-экзаменационной ведомости.

Зачеты студентам по изучаемым дисциплинам выставляются преподавателем, проводившим практические, семинарские или лабораторные занятия группы (подгруппы), на последнем занятии по результатам работы в семестре. Для студентов, обучающихся на основе рейтинговой системы оценки знаний, зачет выставляется автоматически при условии сдачи всех контрольных мероприятий, предусмотренных текущим контролем успеваемости.

7. Критерии оценки самостоятельной работы

Компетенции (знания, умения и навыки) студентов оцениваются оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «зачтено»;
- «не зачтено».

Зачеты оцениваются отметкой: «зачтено», «не зачтено».

Зачеты с оценкой оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Экзамены оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Основные критерии оценивания компетенций:

Отметка «зачтено» ставится студентам, успешно обучающимся по данной дисциплине в семестре и не имеющим задолженностей по результатам текущего контроля успеваемости.

Отметка «не зачтено» ставится студенту, имеющему задолженности по результатам текущего контроля успеваемости по данной дисциплине.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Отметка «неудовлетворительно» выставляется также, если обучающийся после начала экзамена отказался его сдавать.

Оценка «неудовлетворительно» проставляется только в экзаменационную ведомость, в зачетную книжку студента проставлять отметку «неудовлетворительно» не разрешается.

Критерии оценки уровня обученности и уровня сформированности компетенций по дисциплине устанавливает кафедра и отражает их в рабочей программе и фондах оценочных средств дисциплины.

Ответственность за единообразие требований, предъявляемых на экзаменах, несет заведующий кафедрой. По дисциплинам, изучаемым в течение двух и более семестров, итоговой оценкой является оценка, полученная на последнем экзамене.

Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится в виде экзамена в 5 семестре.

Промежуточная аттестация в форме **экзамена** предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от **20** до **40** ($20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$), оценка **меньше 20** баллов считается неудовлетворительной.

Вопросы к экзамену 5 семестр

1. Классификация и общие характеристики газообразного топлива
2. Природные газы и их добыча. Искусственные газы
3. Подготовка газов к использованию. Схема компрессионного разделения компонентов газовой смеси
4. Подготовка газов к использованию. Схема адсорбционного разделения компонентов газовой смеси
5. Подготовка газов к использованию. Схема абсорбционного разделения компонентов газовой смеси
6. Подготовка газов к использованию. Осушка газов. Очистка от сероводорода, одоризация газа.
7. Транспорт газа. Схема магистрального газопровода.
8. Схема компрессорной станции
9. Схема газораспределительной станции
10. Классификация газовых сетей и основные требования к системам газоснабжения
11. Краткий анализ систем газоснабжения
12. Трубы, арматура и сетевые устройства газопроводов
13. Прокладка газопроводов. Схемы переходов через препятствия
14. Химическая, электрохимическая и электрическая коррозия газопроводов. Коррозионная активность грунтов
15. Защита газопроводов от коррозии. Пассивные и активные методы защиты от коррозии
16. Регуляторы давления и их классификация
17. Дроссельные органы регуляторов давления
18. Мембранные приводы регуляторов давления
19. Газорегуляторные пункты и установки
20. Характеристика основных конструктивных элементов ГРП и принцип действия
21. Компонировка оборудования ГРП и строительная часть
22. Газопотребление в населенном пункте
23. Режим потребления газа. Графики.
24. Регулирование неравномерности потребления газа
25. Определение расчетных расходов газа
26. Определение потерь давления в газопроводах
27. Расчетная схема отдачи газа из сети. Транзитные и путевые расходы. Расчетный расход газа. Связь между ними
28. Расчет тупиковых газопроводов
29. Расчет кольцевых газопроводов
30. Аварийные гидравлические режимы газовых сетей низкого давления
31. Особенности расчета газовых сетей высокого (среднего) давления
32. Реакция горения газа. Кинетика реакций горения. Энергия активации
33. Теория цепной реакции на примере горения водорода
34. Воспламенение газа. Температура воспламенения и самовоспламенения
35. Вынужденное зажигание газозооушной смеси
36. Нормальное распространение пламени. Скорость нормального распространения пламени
37. Распространение пламени в ламинарном потоке. Схема пламени на горелке Бунзена
38. Распространение пламени в турбулентном потоке. Скорость распространения турбулентного пламени
39. Диффузионное пламя. Зависимость размеров факела от режима движения потока
40. Стабилизация пламени. Эпюра скоростей. Условия проскока и отрыва пламени
41. Образование токсичных веществ при сжигании газа
42. Основные элементы и классификация газовых горелок
43. Горелки полного предварительного смешения газа с воздухом
44. Горелки предварительного смешения с частью необходимого воздуха

45. Горелки незавершенного предварительного смешения газа с воздухом
46. Горелки без предварительного смешения газа с воздухом
47. Расчет газовых горелок на примере эжекционной горелки низкого давления
48. Устройство дворовых (внутриквартальных) и внутренних газопроводов
49. Газовые приборы. Условия для исключения недожога газа в конфорочных горелках. Требования к водонагревателям. Размещение газовых приборов
50. Отвод продуктов сгорания
51. Устройство газопроводов промышленных предприятий
52. Схема газоснабжения предприятия с центральным ГРП высокого и среднего конечных давлений
53. Схема внутрицехового газопровода с узлом замера расхода газа
54. Требования к производственным помещениям, имеющим газоиспользующие установки
55. Газооборудование промышленных предприятий. Схема установки форкамерной горелки среднего давления при переоборудовании чугунных секционных котлов
56. Обвязочные газопроводы. Схема газопроводов агрегата с эжекционными горелками среднего давления и отключающими устройствами - задвижками
57. Автоматизация газоиспользующих установок
58. Особенности газоснабжения сельских потребителей
59. Использование газа в быту, для обогрева теплиц, для обогрева ферм и сушки сельхозпродукции. Низшая и высшая теплота сгорания газовой смеси
60. Диаграмма состояния сжиженных газов
61. Расчет пропускной способности регуляторов давления
62. Абсолютная и относительная плотность газовой смеси

Описание шкалы оценивания

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. В случае если рейтинговый балл студента по дисциплине по итогам семестра равен 60, то программой автоматически добавляется 32 премиальных балла и выставляется оценка «отлично». Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от 20 до 40 ($20 \leq S_{\text{экз}} \leq 40$), оценка **меньше 20** баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35 – 40	Отлично
28 – 34	Хорошо
20 – 27	Удовлетворительно

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата в СКФУ

В экзаменационный билет включаются: два теоретических вопроса

Для подготовки по билету отводится: 30 минут

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования: бумага и ручка.

При проверке практического задания, оцениваются: соответствие выполненных расчетов требованиям СНиП и правилам безопасности в газовом хозяйстве.

Заключение

Самостоятельная работа всегда завершается какими-либо результатами. Таким образом, широкое использование методов самостоятельной работы, побуждающих к мыслительной и практической деятельности, развивает столь важные интеллектуальные качества человека, обеспечивающие в дальнейшем его стремление к постоянному овладению знаниями и применению их на практике.