

# Основные сведения о теплоснабжении, вентиляции и газоснабжении

1. Цель, задачи, структура и логика изучения дисциплины
2. Общие сведения о теплоснабжении, вентиляции и газоснабжении
3. Горючие газы. Добыча и транспортировка, основные физико-химические свойства
4. Назначение и классификация систем газоснабжения населенных пунктов

# 1. Цель, задачи, структура и логика изучения дисциплины

Дисциплина “Теплогазоснабжение и вентиляция” дает знания, которые потребуются в дальнейшей службе при выполнении строительных работ.

В результате изучения дисциплины выпускник должен иметь представления о работе теплогазоснабжения и вентиляции города и промышленного объекта. Знать принципиальное устройство теплогазоснабжения и вентиляцию. Иметь навыки в организации работ по эксплуатации теплогазоснабжения и вентиляции.

Дисциплина “Теплогазоснабжение и вентиляция” изучается в течение 4 семестра.

Структурно дисциплина состоит из пяти разделов:

1 раздел - Основы технической термодинамики и теплопередачи;

2 раздел - Газоснабжение зданий;

3 раздел - Отопление зданий;

4 раздел - Центральное теплоснабжение зданий;

5 раздел - Вентиляция и кондиционирование воздуха;

## 2. Общие сведения о теплоснабжении, вентиляции и газоснабжении

2. Газоснабжением называется комплекс инженерных сооружений и устройств, предназначенных для снабжения потребителей газообразным топливом под необходимым давлением.

Рациональное использование газообразного топлива с наибольшей реализацией его технологических достоинств позволяют получить значительный экономический эффект, который связан с повышением КПД агрегатов и сокращением расхода топлива, более легким регулированием температурных полей и состава газовой среды в рабочем пространстве печей и установок, в результате чего удастся значительно повысить интенсивность производства и качество получаемой продукции. Применение газа для промышленных установок улучшает условия труда и способствует росту его производительности. Исследования показали, что использование природного газа в промышленности позволяет осуществить принципиально новые, прогрессивные и экономически эффективные технологические процессы.

Для газификации квартир, коммунальных и промышленных предприятий построены десятки тысяч километров подземных газопроводов, на которых оборудовано большое количество установок по регулированию давления газа и для защиты от коррозии.

Газовое хозяйство городов и других населенных мест стало объемным и сложным. Основой его являются газовые сети с установками для регулирования давления и для использования газа. Даже в небольших населенных пунктах протяженность подземных газопроводов составляет десятки километров, а число газопотребляющих установок исчисляется многими тысячами.

3. Основными среди теплозатрат на коммунально-бытовые нужды в зданиях являются затраты на отопление. Это объясняется условиями эксплуатации зданий в холодное время года на большей части территории страны, когда теплотери через ограждающие конструкции зданий значительно превышают внутренние тепловыделения. Следовательно, отоплением называется искусственное обогревание помещений здания с возмещением теплотерь для поддержания в них температур на заданном уровне, определяемом условиями теплового комфорта для находящихся там людей и требованиями протекающего технологического процесса. Для этого предусматривают отопительную установку.

Известно три вида отопления: водяное, паровое и воздушное.

Водяное отопление выполнялось на базе отопительных котельных, а затем с развитием теплофикации - при теплоснабжении от ТЭЦ.

Паровое отопление используется только в производственных зданиях при наличии пара, предназначенного для технологических нужд.

4. Теплоснабжение представляет собой комплекс инженерных сооружений, предназначенных для снабжения теплом жилых, общественных и промышленных зданий и сооружений с целью обеспечения коммунально-бытовых потребностей (отопление, вентиляция, горячее водоснабжение) и технологических нужд потребителей.

Различают местное (МТ) и централизованное теплоснабжение (ЦТ). Система МТ (печное, центральное) обслуживает часть здания, полностью все здание или несколько зданий, система ЦТ - жилой или промышленный район. Система ЦТ включает источник тепла, тепловую сеть, тепловые пункты и теплопотребляющие здания, сооружения и промышленные установки.

5. Вентиляцией называется совокупность мероприятий и устройств, направленных на организацию такой воздушной среды в помещениях, которая обеспечивала бы нормальное пребывание в них людей и положительно влияла на технологический процесс производства.

Гигиенические задачи вентиляции сводятся к поддержанию в помещениях таких параметров воздушной среды, которые исключают скопление в воздухе помещения излишков вредных выделений (повышенной температуры, избытков тепла, влаги, газов, пыли и пр.) и создают нормальные условия для пребывания в них и работы людей.

Технологические задачи вентиляции обширны, разнообразны и в основном должны быть направлены на организацию воздушной среды, способствующей повышению производительности труда рабочих и увеличению выпуска продукции. Примером одной из технологических задач вентиляции можно назвать искусственное увлажнение воздуха в прядильно-ткацком производстве. Создание необходимой степени влажности воздуха в значительной степени сокращает обрывы нитей основ пряжи и тем самым способствует повышению производительности труда.

### 3. Горючие газы. Добыча и транспортировка, основные физико-химические свойства

Различные виды газового топлива представляют собой механические смеси газов, как горючих, так и не горючих.

Горючая часть представляет собой следующие газы:

Водород  $H_2$  - газ без цвета, вкуса и запаха, самый легкий из всех составляющих газового топлива. Содержится только в искусственных газах.

Метан  $CH_4$  - газ без цвета, вкуса и запаха. Является основной горючей частью в искусственных газах.

Оксид углерода (угарный газ),  $CO$  - газ без цвета, вкуса и запаха. Получается при неполном сгорании углерода топлива. Очень ядовитый. Содержится только в искусственных газах.

Тяжелые углеводороды - ряд горючих газов (этан, пропан, бутан и др. тяжелые углеводороды характеризуются большой теплотой сгорания, некоторые из них при сравнительно низком давлении переходят в жидкое состояние и доставляются потребителям в баллонах и цистернах.

В негорючую часть газового топлива входят следующие газы:

Двуокись углерода ( углекислый газ).

$\text{CO}_2$  - газ без цвета, вкуса и запаха со слабым кисловатым вкусом.

Азот  $\text{N}_2$  - газ без цвета, вкуса, запаха.

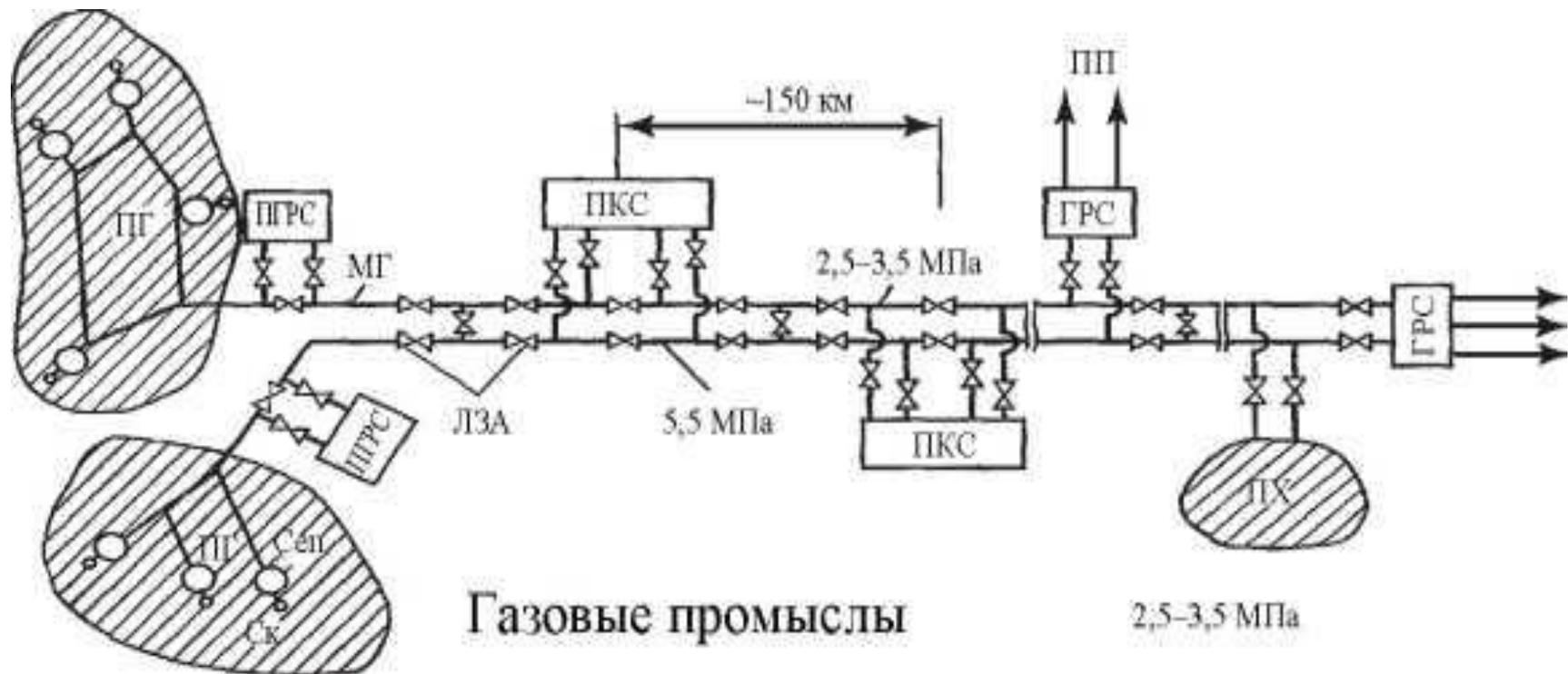
Кислород  $\text{O}_2$  - газ без цвета, вкуса, запаха. Сам не горит но поддерживает горение. Содержится в небольшом количестве в некоторых искусственных газах. Некоторую часть газового топлива называют балластом. Чем больше в горючих газах балласта, тем хуже их качество. К примесям относятся: пары воды, сероводород, нафталин, смолы.

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

В недрах газ находится в микроскопических пустотах (порах). поры соединены между собой микроскопическими каналами — трещинами, по этим каналам газ поступает из пор с высоким давлением в поры с более низким давлением до тех пор, пока не окажется в скважине. Движение газа в пласте подчиняется определенным законам. газ выходит из недр вследствие того, что в пласте находится под давлением, многократно превышающем атмосферное. Таким образом, движущей силой является разность давлений в пласте и системе сбора.

Скопление газа в недрах земли называют залежью. Если добыча газа экономически целесообразна залежь называется промышленной. Промышленная залежь, которая занимает большую территорию называется месторождением.

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



### Принципиальная схема газотранспортной системы

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

Природный газ не имеет запаха. До подачи в сеть его предварительно одоризируют, т.е. придают ему стойкий, неприятный запах, который ощущается при концентрации в воздухе 1%.

В качестве одоранта применяют этилмеркаптан который содержит до 50% серы. Он идентичен сероводороду и имеет резкий неприятный запах. Средняя норма расхода этилмеркаптана - 16г на 1000 м<sup>3</sup> газа при 0°С и давлении 101,3 кПа. Содержание одоранта должно быть таким, чтобы запах его ощущался при наличии в воздухе 1% природного газа (1/5 нижнего предела воспламенения и 0,5 % сжиженного газа).

Очистка от сероводорода.

Содержание сероводорода не должно превышать 2г на 100м<sup>3</sup> газа. Существуют сухие и мокрые методы очистки. При сухом методе используют твердые поглотители, при мокром - жидкие.

## Осушка газа.

Содержание влаги в газе при его транспортировании вызывает затруднения. Влага может конденсироваться, вызывать ледяные пробки и кристаллогидраты ведущие к коррозии трубопроводов. Для осушки газа применяют абсорбционные методы - поглощение водяных паров жидкостями, адсорбционные методы - поглощение твердыми сорбентами и физические методы - охлаждение.

К основным характеристикам газообразного топлива относят: теплоту сгорания, плотность, число Воббе.

Теплотой сгорания топлива называется количество теплоты, которое выделяется при полном сгорании единицы топлива при постоянном давлении (Для газообразного топлива за единицу измерения принят 1 м<sup>3</sup>).

Различают низшую теплоту сгорания,  $Q_H$ , и высшую -  $Q_B$ .

Высшая теплота сгорания газового топлива соответствует условию, при котором водяные пары продуктов сгорания доводятся до жидкого состояния. В реальных условиях сжигания газа водяные пары не конденсируются, а находятся в парообразном состоянии. Понятие высшей теплоты сгорания относится только к тем газам, которые при сгорании выделяют водяные пары. Разница между  $Q_H$  и  $Q_B$  составляет 2514 кДж на каждый кг водяных паров. Относительная плотность газа по воздуху определяется по формуле

$$s = \rho_u / 1,293$$

Число Воббе, представляет собой отношение теплоты сгорания к корню квадратному из относительной плотности газа по воздуху.

#### 4. Назначение и классификация систем газоснабжения населенных пунктов

Многоступенчатая распределительная система газоснабжения крупных городов, поселков, областей представляет собой сложный комплекс сооружений, который включает в себя следующие основные элементы: газовые сети низкого, среднего и высокого давления, газораспределительные станции, газорегуляторные пункты и установки. В указанных пунктах и установках давление газа снижают до необходимой величины и автоматически поддерживают постоянным. Они оборудованы автоматическими предохранительными устройствами, которые исключают возможность повышения давления газа в сетях сверх нормы.

Система газоснабжения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям, быть безопасной в эксплуатации, простой и удобной в обслуживании, должна предусматривать возможность отключения отдельных ее элементов или участков газопроводов для выполнения аварийно-восстановительных и ремонтных работ.

Основным элементом городских систем газоснабжения являются газопроводы, которые классифицируют по давлению газа и назначению. В зависимости от максимального давления газа городские газопроводы разделяют на следующие группы:

- 1) газопроводы низкого давления с давлением газа до 0,005 МПа (500 мм вод. ст.);
- 2) газопроводы среднего давления с давлением от 0,005 до 0,3 МПа (до 3 кгс/см<sup>2</sup>);
- 3) газопроводы высокого давления II категории с давлением от 0,3 до 0,6 МПа (от 3 до 6 кгс/см<sup>2</sup>);
- 4) газопроводы высокого давления I категории для природного газа и газо-воздушных смесей от 0,6 до 1,2 МПа (от 6 до 12 кгс/см<sup>2</sup>), для сжиженных углеводородных газов до 1,6 МПа (до 16 кгс/см<sup>2</sup>).

Газопроводы низкого давления служат для транспортирования газа в жилые, общественные здания и предприятия бытового обслуживания. В газопроводах жилых зданий разрешается давление до 3 кПа; в газопроводах предприятий бытового обслуживания непромышленного характера и общественных зданий — до 5 кПа.

Газопроводы среднего и высокого давления (II категории) служат для питания городских распределительных сетей низкого и среднего давления через газорегуляторные пункты (ГРП). Они также подают газ через ГРП и местные газорегуляторные установки (ГРУ) в газопроводы промышленных и коммунальных предприятий. По действующим нормам максимальное давление для промышленных предприятий, а также расположенных в отдельно стоящих зданиях отопительных и производственных котельных, коммунальных и сельскохозяйственных предприятий допускается до 0,6 МПа.

Городские газопроводы высокого (I категории) давления являются основными артериями, питающими крупный город, их выполняют в виде кольца, полукольца или в виде лучей. По ним газ подают через ГРП в сети среднего и высокого давления, а также промышленным предприятиям, технологические процессы которых нуждаются в газе давлением свыше 0,6 МПа.

При проектировании газоснабжения городов и других населённых пунктов принимают следующие системы распределения газа:

- одноступенчатые с подачей газа потребителям только одного давления
- двухступенчатые - с подачей газа потребителям по газопроводам других давлений - среднего и низкого, высокого (II категория) и низкого, высокого (II категория) и средне-го;
- трехступенчатые с подачей потребителям по газопроводам газа трёх давлений - низкого среднего и высокого (до 0,6 МПа);
- многоступенчатые с подачей потребителям по газопроводам газа низкого, среднего и высокого (до 0,6 и до 1,2 МПа) давлений

- Одноступенчатые системы применяются при газоснабжении небольших населённых пунктов и сёл, многоступенчатые системы применяются для газоснабжения крупных. Наибольшее распространение получили двух- и трехступенчатые системы.

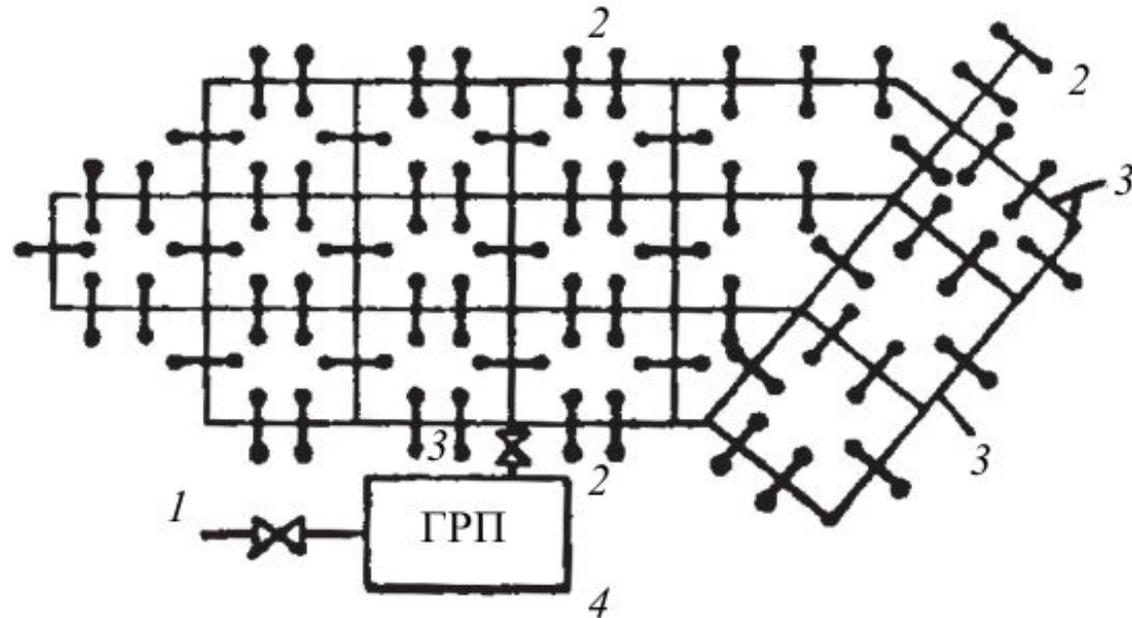


Рис. 2.1. Схема одноступенчатой системы снабжения газом [2, с. 90]:  
1 — газопровод среднего (высокого давления); 2 — ответвления и вводы к потребителям; 3 — кольцевые газопроводы низкого давления;  
4 — газорегуляторный пункт конечного низкого давления

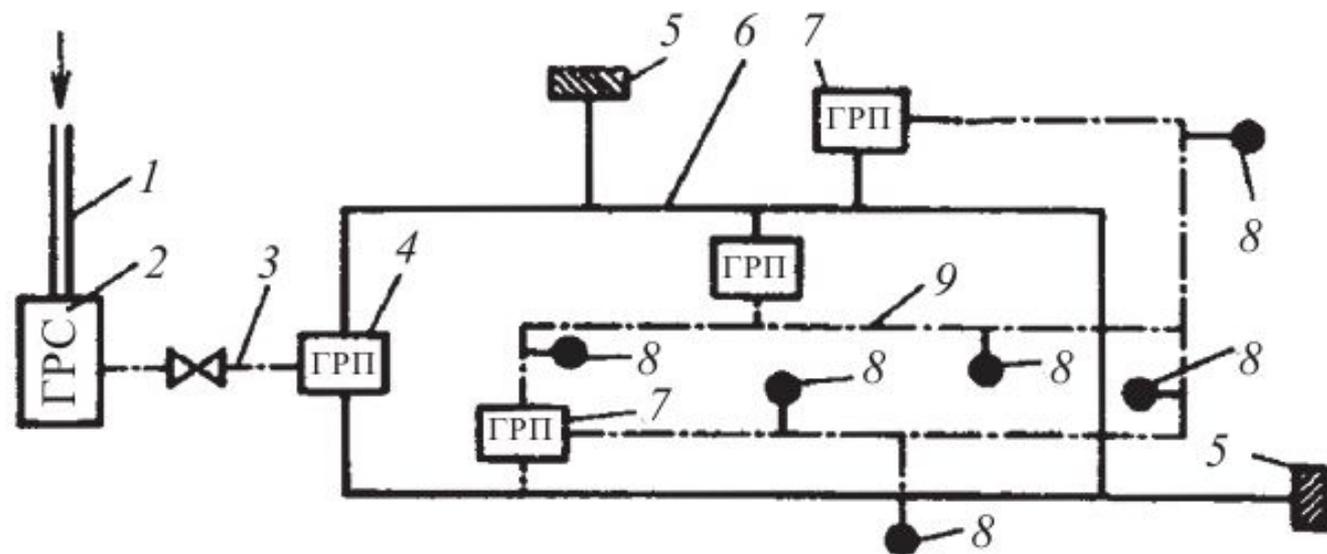


Рис. 2.2. Схема двухступенчатой системы снабжения газом [2, с. 90]:

- 1 — магистральный газопровод; 2 — газораспределительная станция;  
 3 — газопровод высокого давления; 4 — газорегуляторный пункт  
 с высокого на среднее давление; 5 — потребители среднего давления;  
 6 — газопроводы среднего давления; 7 — газорегуляторные пункты со  
 среднего на низкое давление; 8 — потребители газа низкого давления;  
 9 — газопроводы низкого давления

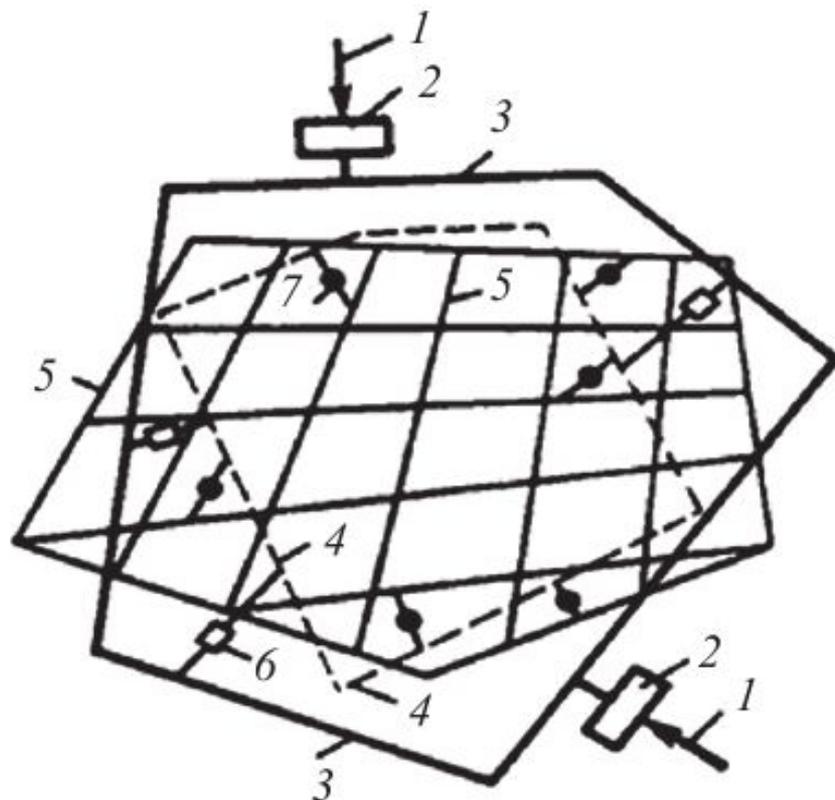


Рис. 2.3. Схема трехступенчатой системы газоснабжения [2, с. 92]:  
 1 — магистральный газопровод; 2 — газораспределительные станции;  
 3 — газопровод высокого давления (1,2 МПа); 4 — газопроводы среднего  
 давления (0,3 МПа); 5 — газопроводы высокого давления (0,6 МПа);  
 6 — ГРП с высокого на среднее давление; 7 — ГРП со среднего на низкое  
 давление

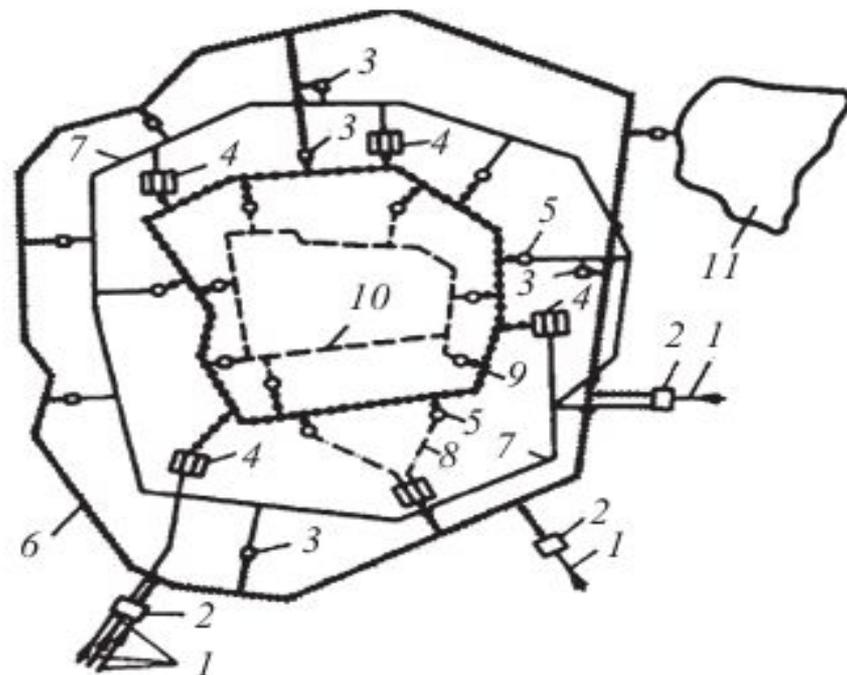


Рис. 2.4. Принципиальная схема газоснабжения крупного города [2, с. 92]:

1 — магистральные газопроводы; 2 — газораспределительные станции; 3 — контрольно-регуляторные пункты; 4 — газгольдерные станции; 5 — газорегуляторные пункты; 6 — кольцевой газопровод высокого давления (1,2 МПа); 7 — кольцевой газопровод высокого давления (0,6 МПа); 8 — соединительные трубопроводы; 9 — кольцевой газопровод среднего давления (0,3 МПа); 10 — кольцевой газопровод среднего давления (0,1 МПа); 11 — подземные хранилища газа

Системы газоснабжения городов и населённых пунктов могут быть тупиковыми, кольцевыми и смешанными.

Тупиковые газопроводы разветвляются по различным направлениям к потребителям га-за. Недостаток этой схемы - различная величина давления газа у отдельных потребителей. Питание газом этих сетей происходит только в одном направлении, поэтому возникают затруднения при ремонтных работах.

Кольцевые сети представляют собой систему замкнутых газопроводов, благодаря чему достигается более равномерный режим давления газа у всех потребителей и облегчается проведение различных ремонтных и эксплуатационных работ.

Смешанная система газоснабжения состоит из кольцевых газопроводов и присоединяемых к ним тупиковых газопроводов.

В настоящее время города и населённые пункты газифицируют по кольцевой и смешанной системам.

# Лекция 2

1 Основные элементы системы газоснабжения населенных пунктов

2 Система газоснабжения здания. Газовые приборы