

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 24.08.2023 12:24:45  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064653781953be770df2774d16f7c0ce576805c6

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

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

Кафедра теплогазоводоснабжения

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
О.Г. Локтионова  
2021 г.

## ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Методические указания по выполнению практических работ  
для студентов направлений 080301, 080401 и 130301, 130401

Курск 2021

УДК 696/2(075/8)

Составитель Г.Г.Щедрина

Рецензент

Доктор технических наук, профессор *Ежов В.С.*

**Газоснабжение:** Методические указания по выполнению практических работ / Юго-Зап. гос. ун-т, сост.: Г.Г.Щедрина. – Курск, 2021. – 39 с.: –Библиогр.: с. 39.

Содержат сведения по вопросам газоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий. Указываются подходы к решению различных задач систем газораспределения и газопотребления.

Методические указания соответствуют требованиям программы, утвержденной учебно-методическим объединением по направлениям подготовки Строительство и Теплоэнергетика и теплотехника.

Предназначены для студентов направлений 080301, 080401 и 130301, 130401 дневной и заочной форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. [кол-во стр. : 16 х 0,93] . Уч.-изд. л. [кол-во стр. : 19].

Тираж 100 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

# 1 Городские системы газоснабжения

Современные городские распределительные системы представляют собой сложный комплекс сооружений, состоящий из следующих основных компонентов: газовых сетей низкого, среднего и высокого давления, газораспределительных станций, газораспределительных пунктов и установок. В ГРС и ГРП давление газа снижают до необходимой величины и автоматически поддерживают постоянным. ГРС и ГРП имеют автоматические предохранительные устройства, исключающие возможность повышения давления газа в сетях сверх нормы. Для управления и эксплуатации этой системы имеется специальная служба с соответствующими средствами, обеспечивающими возможность бесперебойного газоснабжения.

Система газоснабжения должна обеспечивать бесперебойную подачу газа потребителям. Быть безопасной в эксплуатации. Простой и удобной в обслуживании, должна предусматривать возможность отключения отдельных её элементов или участков газопроводов для производства ремонтных и аварийных работ.

Сооружения, оборудование и узлы в системе газоснабжения следует применять однотипные.

Принятый вариант системы должен иметь максимальную экономическую эффективность и предусматривать строительство и ввод в эксплуатацию системы газоснабжения по частям.

В зависимости от числа ступеней перепада давления газа в газопроводах системы газоснабжения городов и населённых пунктов делятся на одно-, двух-, трёх- и многоступенчатые:

1. **одноступенчатая** – система газоснабжения, при которой распределение и подача газа потребителям осуществляется по газопроводам только одного давления, как правило, низкого.

Она может быть рекомендована для населённых пунктов и небольших городов, присоединяемых к магистральным газопроводам; а также для посёлков при автономном газоснабжении, когда в качестве источника газа выступают

местный газовый, коксогазовый или нефтеперерабатывающий заводы, станции смешения паров СУГ с воздухом, биогазовые или газогенераторные установки.

2. **двухступенчатая** – обеспечивает распределение и подачу газа потребителям по газопроводам двух категорий: среднего и низкого или высокого и низкого давлений. Эта система рекомендуется для городов с большим числом потребителей, размещённых на значительной территории, и получающих газ от магистральных газопроводов.

3. **трёхступенчатая** – система газоснабжения, где распределения и подача газа потребителям осуществляется по газопроводам трёх категорий давления: низкого, среднего и высокого. Эта система может быть рекомендована для больших городов.

4. **многоступенчатая** – система обеспечивает распределение газа по газопроводам четырёх категорий давлений. Эта система может быть рекомендована для крупных городов с большим количеством промышленных потребителей, в которых по характеру застройки и режиму потребления газа целесообразно применять не одну из указанных систем, а одновременно несколько.

Связь между газопроводами различного давления, входящими в систему газоснабжения, предусматривается только через ГРП или ГРУ.

Газопроводы систем газоснабжения в зависимости от давления классифицируются следующим образом:

газопроводы высокого давления I категории (0,6 до 1,2 МПа) включительно для природного газа и газозвоздушных смесей и до 1,6 МПа для СУГ);

1. газопроводы высокого давления II категории (при рабочем давлении свыше 0,3 до 0,6 МПа);

2. газопроводы среднего давления (при рабочем давлении газа свыше 5 кПа до 0,5 МПа);

3. газопроводы низкого давления (до 5 кПа).

Давление газа перед бытовыми газовыми приборами следует принимать в соответствии с паспортными данными приборов, но не более 3 кПа.

Кроме того, газопроводы классифицируются по следующим признакам:

1. *по назначению:*

- распределительные;
- газопроводы-вводы, продувочные;
- сбросные;
- импульсные;
- межпоселковые.

2. *по виду транспортируемого газа:*

- природного газа;
- попутного газа;
- СУГ.

3. *по местоположению относительно планировки населённых пунктов:*

- наружные (уличные, внутриквартальные, дворовые, межцеховые);
- внутренние (внутри зданий и помещений).

4. *по местоположению относительно поверхности земли:*

- подземные (подводные);
- надземные (подземные);
- наземные.

5. *по материалу труб:*

- металлические (стальные, медные, алюминиевые, из алюминиевых сплавов и др.);
- неметаллические (полиэтиленовые, винилпластовые, асбоцементные).

**Распределительные газопроводы** – обеспечивают подачу газа от источников газоснабжения до газопроводов-вводов, а также газопроводы высокого и среднего давления, предназначенные для подачи газа к одному объекту (ГРП, промышленное предприятие, котельная и т.д.).

**Газопроводом-вводом** называется газопровод от места присоединения к распределительному газопроводу до отключающего устройства на вводе.

**Вводным газопроводом** считают участок от отключающего устройства на вводе в здание (при установке отключающего устройства снаружи здания) до внутреннего газопровода, включая проложенный в футляре через здания.

**Межпоселковыми** называются распределительные газопроводы, прокладываемые вне территории населённых пунктов.

**Внутренним** называется участок газопровода от газопровода-ввода (при установке отключающего устройства внутри здания) или от вводного газопровода до места подключения прибора или газоиспользующего агрегата.

### **1.1 Условия присоединения потребителей к газовым сетям.**

Промышленные предприятия получают газ от городских распределительных сетей среднего или высокого давлений.

Коммунальные предприятия с малыми расходами газа могут присоединяться непосредственно к газопроводам низкого давления.

Газ от распределительных сетей подаётся на территорию предприятия через ответвление и ввод. На вводе устанавливают главное отключающее устройство, расположенное вне территории предприятия в доступном и удобном для обслуживания месте, максимально близко к распределительному газопроводу.

Транспортировка газа от ввода к цехам осуществляется по межцеховым газопроводам, которые могут быть подземными и надземными:

Надземная прокладка имеет ряд преимуществ:

- исключается подземная коррозия трубопроводов;
- менее опасны утечки газа, т.к. вытекающий из газопровода газ рассеивается в атмосфере;
- проще осуществлять наблюдения за состоянием газопроводов;
- использование в качестве опор для газопроводов существующих колонн, эстакад, стен зданий делает прокладку более экономичной (надземная прокладка в 2,5-3 раза дешевле подземной).

Выбор принципиальной схемы зависит:

- давление газа в городских распределительных сетях в месте присоединения предприятия;
- необходимого давления газа перед газовыми горелками;
- территориального расположения цехов;
- расхода газа;
- режима потребления;
- удобства обслуживания и экономической эффективности.

К газовым сетям низкого давления подключаются жилые и общественные здания.

Многоступенчатые системы газоснабжения являются более экономичными, т.к. основные потоки газа транспортируются под большим давлением, что позволяет сократить металлозатраты. Для повышения надёжности газовые сети необходимо кольцевать. В первую очередь кольцуют сети среднего и высокого давления. В сетях низкого давления кольцуют только основные газопроводы, а второстепенные делают тупиковыми.

Городские газопроводы делят на группы:

1. Распределительные сети для питания промышленных, коммунально-бытовых и жилых зданий и потребителей.
2. Абонентские ответвления от распределительных сетей к потребителям.
3. Внутридомовые газопроводы для транспортировки газа к бытовым газовым приборам.

На выбор систем газоснабжения влияют следующие факторы:

1. Характер источника газа, его свойства, степень очистки, наличие влаги.
2. Размер города, характер застройки, плотность населения, особенности планировки зданий.
3. Наличие предприятий различных категорий, степень охвата их газификации.
4. Число и характер крупных промышленных предприятий и электростанций.
5. Наличие больших искусственных и естественных препятствий. При выборе проектного решения необходимо провести сравнение нескольких вариантов и выбрать наиболее экономически целесообразность.

## **1.2 Многоступенчатые системы**

Многоступенчатые системы применяются в крупных городах или областных системах газоснабжения. Диаметр 400-500мм газопроводов. Снижение давления происходит в газораспределительных пунктах. Располагают ГРП в отдельно стоящих зданиях. Необходимое количество ГРП определяется технико-экономическим расчётом.

Располагаются ГРП в центре зоны, которая питается газом. Зоны действия соседних ГРП не должны накладываться друг на друга. Пропускная способность одноступенчатого ГРП 100-3000 м<sup>3</sup>/ч. Диаметр сетей высокого и среднего давления 100÷150мм. Плотность газопроводов устанавливается такой, чтобы длина ввода в промышленные и гражданские здания были в пределах 50÷100м.

Отключающие устройства устанавливаются таким образом, чтобы была возможность отключения отдельных районов или микрорайонов города, отдельных участков среднего и высокого давления, ГРП, ГРСМ, ответвлений от газопроводов или их участков. Число устанавливаемой запорной арматуры должно быть обосновано при разработке генеральной схемы газоснабжения города. Размещение запорной арматуры на городских газопроводах должно обеспечивать свободный доступ к ней эксплуатационного персонала в любое время суток.

В качестве компенсаторов применяются линзовые (с числом линз не менее двух), а также П-образные, выполненные из бесшовных труб.

На газопроводах с давлением газа более 0,6 МПа устанавливают стальные задвижки или краны. Предпочтение отдаётся арматуре, присоединяемой к газопроводам при помощи сварки. Вся арматура должна иметь паспорт завода-изготовителя с указанием: характеристики арматуры; условного давления и данных об испытаниях.

Трасса газопровода – линия, определяющая направление в каждой его точке. Эта линия, нанесённая на план улицы или местности называется планом трассы. Проекция трассы на параллельную ей плоскость называется профилем трассы газопровода. Выбор трассы газопровода называется трассировкой.

Трассы газопроводов намечаются с учётом транспортирования газа потребителям кратчайшим путём, т.е. с учётом минимальной протяжённости сети. Точки встречи потоков газа выбирают на границах зон соединения ГРП, причём таким образом, чтобы исключить возможность возвратного движения газа в ГРП.

Для обеспечения надёжности газовые сети необходимо кольцевать. В первую очередь кольцуют сети среднего и высокого давления. Для низкого давления газопроводы одного кольца должны иметь один диаметр.

### 1.3 Трубы, арматура и оборудование газопроводов

При строительстве газопроводов применяют, как правило, стальные трубы. Но в последнее время для подземной прокладки стали использовать полиэтиленовые, винилпластовые и асбоцементные трубы, особенно для транспортирования попутных газов с содержанием сероводорода более 3%, при высокой коррозионной активности грунтов и при наличии блуждающих токов.

*Полиэтиленовые трубы* обычно применяют для межпоселковых сетей с давлением до 0,6 МПа и внутрипоселковых давлением до 0,3 МПа. На территории промышленных предприятий неметаллические трубопроводы не применяют.

В качестве материала для распределительных трубопроводов используют сталь или полиэтилен.

При строительстве любых надземных газопроводов применяют только стальные трубы, а для подземных — допускается применение как стали, так и полиэтилена. Безусловно, в последние годы предпочтительным считается применение полиэтиленовых газопроводов.

Исключение составляют определенные регламентированные условия прокладки, давление и вид транспортируемого газа, при которых применение полиэтиленовых труб запрещено. Сюда же можно отнести внутридомовые системы газоснабжения, для которых строго регламентировано использование для всех внутренних газопроводов стальных или медных труб.

В качестве материала для изготовления газопроводов используют полиэтилен видов ПЭ80 и ПЭ100.

Применяются диаметры от 16 до 630 мм, с размерным соотношением (SDR) 9; 11; 13,6; 17; 17,6; 21; 26.

В зависимости от эксплуатационных режимов газопровода (давление, требуемый запас прочности) подбирают соответствующий материал.

При этом особое внимание уделяется прочностным характеристикам полиэтиленовых труб, которые приводятся в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Расчетное значение коэффициента запаса прочности для максимального рабочего давления

Максимальное рабочее давление, МОР, МПа	Расчетное значение коэффициента запаса прочности С для максимального рабочего давления МОР													
	Трубы из ПЭ 80 с SDR						Трубы из ПЭ 100 с SDR							
	17,6	17	13,6	11	9	17,6	17	17,6	17	13,6	11	9	17,6	17
0,3	3,2	3,3	4,2	5,3	6,7	4,0	4,2	5,3	6,7	8,3	0,3	3,2	3,3	4,2
0,4	2,4	2,5	3,2	4,0	5,0	3,0	3,1	4,0	5,0	6,2	0,4	2,4	2,5	3,2
0,6	-	-	2,1	2,7	3,3	2,0	2,1	2,6	3,3	4,2	0,6	-	-	2,1
0,8	-	-	-	2,0	2,5	-	-	-	2,5	3,1	0,8	-	-	-
1,0	-	-	-	-	2,0	-	-	-	2,0	2,5	1,0	-	-	-
1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,1	1,2	-	-	-

Для строительства газораспределительных сетей высокого давления I и II категории чаще всего используют трубы из полиэтилена марок ПЭ80 и ПЭ100 с размерным соотношением SDR11.

Для газораспределительных сетей среднего и низкого давления, которыми чаще всего являются внутрипоселковые газопроводы преимущественно применяются трубы с более высоким значением SDR, таким, как 13,6; 17,6 и др.

Таким образом, в настоящее время при строительстве распределительных газовых сетей используют только полиэтиленовые трубы, за некоторыми исключениями. К таким исключениям относятся наземная и надземная прокладка газопроводов, внутридомовая разводка, а также особые условия, о которых упоминалось ранее.

Наиболее часто используются при строительстве распределительных межпоселковых и внутрипоселковых газовых три наиболее применяемых диаметра — 110 мм, 160 мм и 225 мм, суммарная доля которых составляет около 80% от общей протяженности построенных сетей за последние 2 года (табл. 1.2).

В таблице представлены не только трубы, применяемые непосредственно для линейной части газопровода, но и те, которые используют в качестве футляров при пересечении различных препятствий, например автодорог, водоемов, оврагов и т.д.

Таблица 1.2 – Распределение полиэтиленовых газопроводов по диаметрам для газораспределительных сетей населенных пунктов (межпоселковые газопроводы)

Диаметр, мм	Доля, от общей протяженности, %
63	7,3
90	0,4
110	33,8
160	20,7
225	25,3
250	+0,0
315	8,0
400	4,0
500	0,2
560	0,1
630	0,1
800	0,1

Для аналогичной шкалы диаметров газопроводов, составленной для внутрипоселковых газопроводов, результат будет совершенно другим, что отражается в таблице 1.3.

Самая большая доля от протяженности линейной части внутрипоселковых газовых распределительных сетей приходится на трубы диаметром 63 мм (45%), далее по возрастанию сортамента следуют трубы диаметром 110 мм, доля которых составляет 26% и 160 мм с долей в 11%. Минимальный диаметр труб 32 мм имеет существенную долю в общей протяженности 14 %.

Следует отметить, что для внутрипоселковых сетей практически не используются трубопроводы диаметром более 160 мм.

Таблица 1.3 - Распределение полиэтиленовых газопроводов по диаметрам для газораспределительных сетей населенных пунктов (внутрипоселковые газопроводы)

Диаметр, мм	Доля, от общей протяженности, %
32	14,0
63	45,0
90	2,5
110	26,3
160	11,2
225	1,0
250	0,1
315	0,0
400	0,0
500	0,0
560	0,0
630	0,0
800	0,0

Наиболее применимыми и чаще всего используемыми являются трубы с типовым размерным отношением (SDR 11). В то же время около 6% от общей протяженности распределительных сетей приходится на более тонкостенные трубопроводы с SDR 13,6 и 17,6, в частности, это относится к внутрипоселковым газораспределительным сетям [53].

Полиэтиленовые трубы применяют для газоснабжения посёлков и сельских населённых пунктов газами не содержащими ароматических и хлорированных углеродов. Такие трубы изготавливают из полиэтилена низкого давления с маркировкой «ГАЗ». Тип трубы в зависимости от давления выбирается следующим образом:

- тип С (средний) – для газопроводов низкого и среднего давления;
- тип Т (тяжёлый) – для газопроводов высокого давления II категории.

Соединение полиэтиленовых труб осуществляется сваркой, а соединение со стальными – на втулках под фланец.

Глубина заложения полиэтиленовых труб не менее 1м до верха трубы.

Не допускается прокладывать полиэтиленовые газопроводы:

- при температуре ниже – 400°С;
- в сильнопучинистых и просадочных грунтах;
- надземным и наземным способами;
- в коллекторах, каналах;
- внутри зданий.

*Стальные газопроводы* в соответствии с требованиями нормативных документов изготавливают из углеродистой стали. Состав сталей: углерода не более 0,25%, серы – не более 0,056%, фосфора – не более 0,046%.

По способу изготовления применяют трубы:

- сварные (прямо- и спиралешовные);
- бесшовные (тепло-, горяче-, холоднодеформированные).

Трубы изготавливают из спокойной малоуглеродистой стали марок Ст2, Ст3, Ст4, при содержании углерода не более 0,25%; Ст08, Ст10, Ст15, Ст20; из низколегированной стали марок 09Г2С, 17ГС, 17С1С.

В некоторых случаях допускается применение труб из полуспокойной и кипящей стали. Не рекомендуется изготавливать трубы из полуспокойной и кипящей сталей для изготовления отводов, соединительных частей и компенсирующих устройств методом холодного гнутья для газопроводов высокого и среднего давления.

Для газопроводов низкого давления и их гнутых отводов допускается применение труб групп А-В из спокойной, полуспокойной и кипящей сталей марок: Ст1, Ст2, Ст3, Ст4 и Ст08, Ст10, Ст15, Ст20 (Ст08 – при технико-экономическом обосновании; Ст4 – при содержании углерода не более 0,25%).

Для участков газопроводов всех давлений, испытывающих вибрацию, применяют стальные трубы групп В и Г из спокойной стали, содержание углерода не более 0,24% (Ст2, Ст3, Ст08, Ст10, Ст15).

Соединение стальных труб осуществляется на сварке. Сварное соединение должно быть равнопрочно основному металлу труб.

Для подключения импульсных газопроводов используют трубы из цветных металлов:

- медные, круглые, тянутые, холоднокатаные, диаметр 3-30мм, толщина стенки 0.5-5,0мм;
- латунные тянутые, холоднокатаные, диаметр 3-60мм, толщина стенки 0,5-5.0мм;
- катаные и тянутые трубы из алюминия;
- трубы из алюминиевых сплавов диаметром 6-120мм, толщиной стенки 0,5-5,0мм.

При эксплуатации установок, использующих газовое топливо, широко применяют **гибкие газопроводы**. Например, на ГНС при сливе газа из ж/д и а/в цистерн, при заполнении резервуаров, заполнении баллонов. У резиноканевых труб ограниченный срок использования, т.к. резина со временем теряет эластичность и выходит из строя.

Рукава всех классов должны иметь на обоих концах специальные приспособления для присоединения штуцеров и газоиспользующих аппаратов. В процессе эксплуатации возможна усадка рукава на 3-4%.

*Арматурой* называют различные приспособления и устройства, монтируемые на газопроводах, резервуарах, аппаратах и устройствах. При помощи арматуры включают, отключают подачу, изменяют давление или направление газового потока, указывают и регулируют уровни жидкостей, осуществляют автоматическое удаление газов и жидкостей.

Арматура состоит из запорного или дроссельного устройства и привода.

Устройство называется **запорным**, если оно предназначено для герметичного разобщения одной части трубопровода или аппарата с другой.

Устройство называется **дроссельным**, если его основное назначение заключается в точном регулировании площади прохода – гидравлического сопротивления.

В запорных устройствах поверхности затвора и сёдла, соприкасающиеся во время отключения частей трубопровода, называются уплотнительными, а в дроссельных – поверхности затвора и сёдла, образующий регулирующий орган для среды называются дроссельными.

Арматура и соединительные части трубопроводов характеризуются условным, пробным и рабочим давлением. В зависимости от условного давления арматуру можно разделить на три основные группы:

- низкого давления до 1,0 МПа;
- среднего давления 1,0-6,4 МПа;
- высокого давления 6,4-40,0 МПа.

Условное давление является единственным параметром, гарантирующим прочность арматуры и учитывающим рабочее давление и рабочую температуру. Условное давление соответствует допустимому для данного изделия рабочему давлению при данной температуре.

Основной размерный ряд арматуры – диаметр условного прохода. Диаметр условного прохода – это номинальный внутренний диаметр трубопровода, на котором устанавливают данную арматуру. Условный проход арматуры не совпадает с фактическим проходным диаметром трубопровода.

В зависимости от назначения трубопроводная арматура подразделяется на следующие классы:

I – запорная, предназначенная для полного перекрытия потока среды;

II – регулирующая, управляющая давлением или расходом среды путём изменения проходного сечения;

III – предохранительная – обеспечивающая частичный выпуск среды или полное прекращение её подачи для предотвращения повышения давления, угрожающего прочности системы, а также обратный поток среды;

IV – резервуарная, контрольная и арматура различного назначения.

Наиболее часто применяемыми типами арматуры являются задвижки, краны, вентили и затворы поворотные.

*Задвижки* – широко применяемое запорное устройство, в котором перекрытие прохода осуществляется поступательным перемещением затвора в направлении, перпендикулярном к движению потока среды.

По конструкции затвора задвижки бывают клиновые и параллельные, В клиновых задвижках затвор имеет вид плоского клина. В параллельных – уплотнительные поверхности параллельны друг другу и расположены перпендикулярно к направлению потока рабочей среды. Большинство задвижек можно устанавливать на горизонтальных и вертикальных газопроводах в любом положении, кроме положения шпинделем вниз.

*Краны* – это запорные устройства, в которых подвижная деталь затвора имеет форму тела вращения с отверстием для пропуска потока и при перекрытии потока вращается вокруг своей оси. Любой кран имеет две основные детали: неподвижную – корпус и вращающуюся – пробку.

В зависимости от формы уплотнительных поверхностей бывают: конические, цилиндрические и шаровые.

*Вентили* – запорная трубопроводная арматура с поступательным перемещением затвора в направлении, совпадающем с направлением потока транспортируемой среды. Перемещение затвора осуществляется за счёт ввинчивания шпинделя в ходовую гайку.

*Достоинства вентиляей:* возможность работы при высоких перепадах давлений и при больших рабочих давлениях; простота конструкции; меньший ход золотника по сравнению с задвижками; относительно небольшие габаритные размеры и масса; герметичность перекрытия прохода; возможность использования в качестве регулирующего органа; возможность установки в любом положении; безопасность относительно возникновения гидравлического удара.

*Недостатки вентиляей:* высокое гидравлическое сопротивление; невозможность применения в потоках сильнозагрязнённых сред; большая строительная длина; подача среды только в одном направлении; большие масса, размеры и стоимость.

*Гидрозатворы* применяют на подземных газопроводах низкого давления. Соединяют с газопроводом сваркой. Высота запирающего столба воды в

гидрозатворе должна превышать максимальное рабочее давление газопроводе не менее чем на 200мм. Если гидрозатвор установлен в нижней точке газопровода, он может быть использован одновременно и как конденсатосборник.

*Конденсатосборники.* Опыт эксплуатации подземных газопроводов показывает, что в них часто обнаруживается вода и конденсат. В составе конденсата преобладает вода, которая выделяется из влажных газов при понижении их температуры. Помимо воды из газа конденсируются тяжёлые углеводороды. Иногда в газопроводах обнаруживается вода, оставшаяся в них при производстве строительных работ. Для сбора и удаления конденсата и воды в низких точках газопроводов сооружаются конденсатосборники.

В зависимости от влажности транспортируемого газа они могут быть большей ёмкости – для влажного газа и меньшей – для сухого газа. В зависимости от величины давления газа они разделяются на конденсатосборники низкого, среднего и высокого давления. Конденсатосборник низкого давления представляет собой ёмкость, снабжённую дюймовой трубкой. Как и у гидрозатвора, эта трубка выведена под ковер и заканчивается муфтой и пробкой. Через трубку удаляют конденсат, продувают газопровод и замеряют давление газа.

Отключающие устройства устанавливают:

- на распределительных газопроводах низкого давления для отключения отдельных микрорайонов, кварталов; на сетях среднего давления для отключения отдельных участков;
- на вводе в жилые, общественные и промышленные здания;
- перед наружными газопотребляющими установками;
- при переходе через различные преграды.

Разрешается не ставить отключающие устройства:

- на выводе из ГРП при системах газоснабжения с одним ГРП;
- перед ГРП предприятия, если ближайшее отключающее устройство находится на расстоянии от ГРП не больше 100м;
- при пересечении ж/д и авто/д, если ближайшее отключающее устройство находится на расстоянии не больше 1000м.

*Устройства для предохранения отдельных частей газопроводов и арматуры от повреждений.*

К устройствам, предохраняющим отдельные части газопроводов и арматуры от повреждений относятся коверы, люки, муфты, компенсаторы и футляры.

*Коверы* служат для защиты от механических повреждений устройств газопроводов, выходящих на поверхность земли: кранов, пробок и трубок сборников конденсата, гидрозатворов, контрольных проводников и трубок. Коверы и люки изготавливают с чугунными литыми корпусами и откидными крышками. С целью предотвращения просадки коверов и люков и повреждения ими защищаемых устройств коверы и люки устанавливают на специальные бетонные подушки с лёгкой армировкой.

*Предохранительные муфты* из двух свариваемых полумуфт устанавливают с целью повышения эксплуатационной надёжности газопроводов при неуверенности в сварных швах или их небезупречности.

*Компенсаторы* применяют с целью снижения напряжений, вызываемых колебаниями температуры грунта на фланцы чугунной арматуры, а также для возможности демонтажа, смены прокладок и последующей их установки.

Наиболее широко применяют линзовые компенсаторы, которые устанавливают на подземных газопроводах в колодцах совместно с арматурой. Наиболее широко распространены двухлинзовые компенсаторы, состоящие из 4-х полулинз. Устанавливают компенсаторы в несколько сжатом состоянии с учётом максимальной компенсирующей способности и осевых условий. Максимальная компенсирующая способность – двустороннее изменение его длины. Для многолинзового компенсатора она равна сумме компенсирующих способностей отдельных линз. Применять сальниковые компенсаторы для подземных газопроводов запрещается.

*Футляры* на газопроводах применяют при пересечении железных и автомобильных дорог, коллекторов, колодцев различного назначения. Кроме того, футляры используются при прокладке труб методом прокола или продавливания под проездами без остановки движения и без проведения земляных работ.

Назначение футляров – защита газопроводов от механических повреждений, находящихся над и под ними сооружений и предотвращение от попадания в них газа при разрыве или не плотности газопроводов. На конце футляров устанавливают контрольные трубки, выводимые под ковёр, которые позволяют контролировать наличие или отсутствие газа и плотность газопроводов. В футлярах, используемых для газопроводов среднего и высокого давления, необходимо выполнять сальниковое уплотнение и трубопровод, отводящий газ в атмосферу при разрыве стыков.

## 2 Надёжность распределительных систем газоснабжения

Надёжность любой технической системы – это способность выполнять заданные функции на требуемом качественном уровне и в заданный промежуток времени.

Надёжность системы газоснабжения характеризует вероятность подачи газа потребителю бесперебойно в течение заданного времени в требуемом количестве с соблюдением заданных параметров при нормальных условиях эксплуатации. Характеризуется следующими показателями:

- *вероятность безотказной работы* в заданный промежуток времени  $P(t)$ .

Эта вероятность называется функцией надёжности.

- *параметр потока отказов*  $\omega$  [1/год; 1/час] характеризует количество отказов для данной элем. системы за определённый промежуток времени. Социальное значение отказов системы газоснабжения должно учитываться в первую очередь. При авариях имеет место не только экономический, но и моральный ущерб.

- величина, обратная параметру потока отказов  $\frac{1}{\omega} = T$  (год; час) называется *наработкой на отказ или средним временем работы элемента сети между отказами*.

Показатели  $\omega$  и  $T$  нормируются, т.е. заранее оговаривается «сколько раз система может выйти из строя (не чаще 1 раза в 10 лет).

Параметры потока отказов на 1км длины газопровода будет определяться

$$\omega = \omega_g l \text{ (1/год)} \quad (2.1)$$

где  $\omega_g$  – параметр потока отказов на 1 км длины газопровода (справочная отраслевая величина для данной местности);

$l$  – длина г/пр в км.

$W=1$  раз более чем в 10 лет.

- *качество функционирования* системы показывает степень удовлетворения какого-либо потребителя в требуемом расходе газа при определённом давлении в данный момент времени. Качество функционирования системы есть отношение количества газа, которое потребитель использует в данный момент времени, к тому количеству, которое он должен потреблять в соответствии с режимом работы для данного времени.

$$q = \frac{Q_z}{Q_{\text{необх.}}} \quad (2.2)$$

Может быть больше, меньше, или равно единице.

- *долговечность* – период времени, в течение которого система работает надёжно до предельного состояния. Для городской сети – 25 лет.

- *ремонтпригодность* характеризует возможность технического обслуживания и ремонта системы газоснабжения без прекращения подачи газа потребителю. Основным показателем этого является время восстановления отказавшего элемента системы  $\tau_p$  (час).

Система газоснабжения характеризуется периодом приработки, периодом нормальной работы и периодом старения. Для любого заданного момента времени вероятность получения газа любым потребителем определяется большим числом факторов, основные из которых заключены в 4 группы.

1. **Системные.** В России создана и функционирует единая система газоснабжения страны, состоящая из магистральных газопроводов большого диаметра по кольцевой схеме с ответвлениями и внутренними перемычками, соединяющая между собой месторождения газа. Для повышения надёжности системы газоснабжения страны внутри единой системы газоснабжения осуществляется кольцевание сетей путём перемычек, а также прокладка

магистральных ответвлений к наиболее крупным потребителям. Проводится оптимизация по порядку освоения месторождений и выбор трассы магистральных газопроводов, оптимальное планирование системы газоснабжения на отдалённую перспективу. Идёт увеличение мощности магистральных газопроводов.

2. **Социально-политические.** Не зависят от системного и технического решения, зато оказывают существенное влияние на торговые связи с другими странами.

3. **Экологические.** Среди органических топлив газовое топливо является самым благородным видом топлива. В стране на газовое топливо переводится наибольшая часть потребителей. Требования экологии накладывают свой отпечаток на надёжность системы газоснабжения, т.к. идёт работа по охране окружающей среды. Экологические факторы оказывают влияние на работу ТЭЦ, Котельных, промышленных энергетических установок.

4. **Технические.** Техническая надёжность отдельных элементов газоснабжения потребителей зависит от вероятности отказа одного из элементов системы газоснабжения на пути движения газа от месторождения до потребителя, а именно:

- газовых промыслов, их сетей, станций, заводов подготовки газа к транспорту;
- магистральных газопроводов ГРС и газопроводов-отводов высокого давления к ней;
- газовых сетей высокого и среднего давления до ГРП потребителей;
- распределительных сетей низкого (среднего) давления;
- газооборудования потребителей.

Самая высокая надёжность у ГРС, которая достигается следующими способами:

- байпас устанавливается за пределами ГРС и постоянно поддерживается в рабочем состоянии;

- кроме основной рабочей линии имеется резервная линия, производится дублирование основного оборудования;
- основное оборудование должно быть очень надёжным (предварительно испытывается и принимается по повышенным требованиям);
- осуществляют нагрев газа или дросселирующих устройств во избежание выпадения кристаллогидрата в редуцирующих устройствах;
- осуществляют дополнительную осушку газа.

Надёжность сетей среднего и высокого давления зависит от следующих факторов:

- кольцевание сетей и устройство внутри них перемычек;
- в кольцах необходимо выбирать диаметры участков, наиболее близкие друг к другу;
- прокладка параллельных дублирующих или резервных ниток газопровода, а также дублирование газового оборудования у ГРП;
- секционирование газопроводов на укрупнённые участки;
- использование качественных материалов для труб, оборудования ГРП, сетевых устройств и т.д.;
- контроль сварных швов;
- на основной газопроводной сети любого давления после каждого ответвления устанавливают отключающие устройства, чтобы в случае сварки отключать только часть;
- подключение кольцевых сетей к 2-м и более ГРС, ГРП;
- осуществление качественной защиты газопроводов от любого вида коррозии.

### **3 Проектирование и расчет распределительных систем газоснабжения**

#### **3.1 Определение расчетных расходов газа**

Расчет годового расхода газа на бытовые, коммунальные и общественные нужды представляет собой сложную задачу, так как количество газа, расходуемого

этими потребителями, зависит от большого числа факторов: газового оборудования, благоустройства и населенности квартир, оборудования городских учреждений и предприятий, степени обслуживания этими учреждениями и предприятиями, охвата потребителей централизованным горячим водоснабжением, климатических условий.

Большинство приведенных факторов не поддается точному учету, поэтому годовое потребление газа рассчитывается по средним нормам, разработанным в результате многолетнего опыта. Особенно трудно определить годовой расход газа квартирами, так как он зависит от наличия предприятий общественного питания, бань, прачечных и других учреждений, обслуживающих население. В годовых нормах расхода газа в квартирах учтено, что население частично питается в буфетах, столовых и ресторанах, а также пользуется услугами коммунальных предприятий.

**Годовое потребление газа** городом, районом города или поселком ложится в основу проекта газоснабжения.

Все виды городского потребления газа можно сгруппировать следующим образом:

- 1) бытовое потребление газа (потребление газа в квартирах);
- 2) в коммунальных и общественных предприятиях;
- 3) на отопление и вентиляцию жилых и общественных зданий;
- 4) промышленное.

Годовое потребление газа различными категориями потребителей рассчитывается по методике, изложенной в [2,3,4].

Аккумулирующая способность (емкость) газовых сетей составляет всего 3-4% максимальной пропускной способности. Т.е. для того, чтобы система нормально функционировала, часовая подача газа в систему должна соответствовать потреблению.

Т.е. система газоснабжения города (поселка) должна рассчитываться на максимальный часовой расход газа, определяемый по суточному графику газопотребления.

Максимальная часовая расчетная нагрузка – это нагрузка, по которой определяется диаметр газопровода, арматуры, сетевые устройства и оборудование ГРП.

Расчетно-часовые максимальные расходы газа для различных категорий потребителей определяются по методике, изложенной в [2,3,4].

### **3.2 Гидравлический расчет газовых сетей**

При проектировании трубопроводов для транспортирования газа выбор типоразмеров труб осуществляется на основании их гидравлического расчета, цель которого - определение внутренних диаметров газопроводов для пропуска необходимого количества газа при допустимых для конкретных условий потерях давления или, наоборот, потери давления при транспорте необходимого количества газа по газопроводу заданного диаметра.

Гидравлический расчет сети низкого давления начинается с нумерации узловых точек, точек встречи и концов тупиковых участков.

Для участков, общих для нескольких направлений движения газа, следует принимать максимальные значения гидравлического уклона.

По номограмме потерь давления в сетях низкого давления [3,4] выбирают диаметр и удельные потери давления на участке. Для последующего участка питающего контура начальное давление принимается равным конечному давлению на предыдущем участке.

Дальнейший расчет выполняется по методике, изложенной в [3,4].

Зная давление в точке врезки в существующий газопровод высокого (среднего) давления и значение давления у потребителя, можно найти значения средней квадратичной разности абсолютных давлений для всех направлений движения газа от точки врезки до конечных точек сети.

Для участков, общих для нескольких направлений, следует принимать минимальное значение средней квадратичной разности давлений.

Дальнейший расчет выполняется по методике, изложенной в [3,4].

#### 4 Задания для промежуточного и итогового контроля знаний

1. Определите часовой расход природного газа (в  $\text{м}^3/\text{ч}$ ) на кирпичном заводе, если его годовое потребление составляет  $250000 \text{ м}^3$ .

- а) 42,4;
- б) 43;
- в) 42,44;
- г) 45,3;
- д) 42.

2. Определите расчетный часовой расход газа ( $\text{м}^3$ ) в квартале, если население квартала 21775 чел., а годовое потребление газа  $1852000 \text{ м}^3$ .

- а) 514,4;
- б) 514;
- в) 515;
- г) 516;
- д) 520.

3. Определите годовое потребление (в  $\text{м}^3$ ) природного газа в жилом квартале с 5-ти этажной застройкой. Население квартала—25000 человек. Теплота сгорания газа— $35000 \text{ кДж}/\text{м}^3$ .

- а) 5714286;
- б) 5715286;
- в) 5714266;
- г) 5716284;
- д) 5714290.

4. Определите годовой расход газа ( $\text{нм}^3$ ) на децентрализованное отопление жилого квартала в г. Курске с числом жителей 15000 чел. Удельный объем застройки  $25 \text{ м}^3/\text{чел}$ , отопительная характеристика  $2,5 \text{ кДж}/(\text{м}^3 \cdot \text{ч} \cdot \text{гр.})$ , теплота сгорания газа  $35000 \text{ кДж}/\text{нм}^3$ .

- а) 3462,17;
- б) 3462,27;
- в) 3462,1;
- г) 3462,77;
- д) 3462.

5. Определите максимальный расчетный расход газа во внутридомовой сети (в  $\text{м}^3/\text{ч}$ ) при нормативной тепловой нагрузке газовых плит  $43576 \text{ кДж}/\text{ч}$  и низшей теплоте сгорания природного газа  $37625 \text{ кДж}/\text{м}^3$ . Число квартир — 3.

- а) 3,47;
- б) 3,44;
- в) 1,16;
- г) 3,57;
- д) 1,5.

6. Определите расчетный часовой расход газа ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) на швейной фабрике, если его годовое потребление составляет  $500000 \text{ м}^3$ .

- а) 102;
- б) 120;
- в) 201;
- г) 112;
- д) 103.

6. Определите годовое потребление природного газа ( $\text{м}^3$ ) жилого квартала (9-ти этажная застройка). Число жителей 25000 человек, теплота сгорания природного газа  $35000 \text{ кДж/м}^3$ .

- а) 2000;
- б) 200;
- в) 2020;
- г) 3000;
- д) 2300.

7. Определите годовое потребление газа (в  $\text{м}^3$ ) на хлебозаводе, если выпуск продукции за год составляет 36000 т. Теплота сгорания природного газа  $37000 \text{ кДж/м}^3$ .

- а) 13210,1;
- б) 13500;
- в) 15210,1;
- г) 13610,6;
- д) 13360,2.

8. Определите расчетный часовой расход природного газа в бане ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) если годовое потребление составляет  $278500 \text{ м}^3$ .

- а) 103,15;
- б) 103;
- в) 130,15;
- г) 301,5;
- д) 131,15.

9. Определить годовой расход газа в жилом квартале с 9-этажной застройкой и численностью населения – 11016 чел. Бытовые газовые приборы: 4-х конфорочные газовые плиты. Низшая теплота сгорания топлива –  $38897 \text{ кДж/нм}^3$ .

- А)  $792987 \text{ нм}^3/\text{год}$
- Б)  $7904,57 \text{ нм}^3/\text{год}$
- В)  $790,457 \text{ нм}^3/\text{год}$
- Г)  $7904570 \text{ нм}^3/\text{год}$
- Д)  $79045700 \text{ нм}^3/\text{год}$

10. Определить количество жителей в районе с централизованным горячим водоснабжением и отоплением, если годовое потребление природного газа составляет  $792987 \text{ нм}^3/\text{год}$ . Низшая теплота сгорания –  $38897 \text{ кДж/нм}^3$ .

- А) 11016 чел.
- Б) 12016 чел.

- В) 12100 чел.
- Г) 16600 чел.
- Д) 16904 чел.

11. Определить низшую теплоту сгорания топлива, применяемого для бытового газоснабжения, если количество жителей в жилом микрорайоне (9-ти этажная застройка) составляет 11016 чел., годовая потребность в природном газе – 792987 нм<sup>3</sup>/год.

- А) 38897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Б) 38997 кДж/нм<sup>3</sup>
- В) 39897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Г) 35897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Д) 8000 кДж/нм<sup>3</sup>

12. Определить годовой расход газа в жилом квартале с 5-этажной застройкой и численностью населения – 10021 чел. Бытовые газовые приборы: 4-х конфорочные газовые плиты, проточные газовые водонагреватели ВПГ-18. Низшая теплота сгорания топлива – 38897 кДж/нм<sup>3</sup>.

- А) 2061033 нм<sup>3</sup>/год
- Б) 1061033 нм<sup>3</sup>/год
- В) 2061133 нм<sup>3</sup>/год
- Г) 2062033 нм<sup>3</sup>/год
- Д) 3061039 нм<sup>3</sup>/год.

13. Определить количество жителей в районе с центральным отоплением и горячим водоснабжением от проточных газовых водонагревателей. Годовое потребление газа составляет 2061033 нм<sup>3</sup>/год. Низшая теплота сгорания – 38897 кДж/нм<sup>3</sup>.

- А) 10021 чел.
- Б) 11021 чел.
- В) 12021 чел.
- Г) 20021 чел.
- Д) 21021 чел.

14. Определить низшую теплоту сгорания топлива, применяемого для бытового газоснабжения, если количество жителей в жилом микрорайоне (ПГ-4 и ВПГ-18) составляет 10021 чел., годовая потребность в природном газе – 2061033 нм<sup>3</sup>/год.

- А) 38897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Б) 38997 кДж/нм<sup>3</sup>
- В) 39897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Г) 35897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Д) 8000 кДж/нм<sup>3</sup>.

15. Определить необходимое количество газа для приготовления пищи и горячей воды в жилом районе с индивидуальной жилой застройкой. Бытовые приборы – газовые плиты. Количество жителей – 6684 чел. Низшая теплота сгорания топлива – 38897 кДж/нм<sup>3</sup>.

- А) 790457  $\text{нм}^3/\text{год}$
- Б) 780457  $\text{нм}^3/\text{год}$
- В) 790657  $\text{нм}^3/\text{год}$
- Г) 730457  $\text{нм}^3/\text{год}$
- Д) 890457  $\text{нм}^3/\text{год}$

16. Определить количество жителей в районе индивидуальной жилой застройки, если годовое потребление газа на приготовление пищи и горячей воды составляет 790457  $\text{нм}^3/\text{год}$ . Низшая теплота сгорания природного газа - 38897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$ .

- А) 6684 чел.
- Б) 6784 чел.
- В) 7084 чел.
- Г) 6694 чел.
- Д) 6686 чел.

17. Определить годовое потребление газа в механизированной прачечной, если ее услугами пользуется 10891 чел., а низшая теплота сгорания топлива составляет 38897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$ .

- А) 325243  $\text{нм}^3/\text{год}$
- Б) 325240  $\text{нм}^3/\text{год}$
- В) 326243  $\text{нм}^3/\text{год}$
- Г) 335243  $\text{нм}^3/\text{год}$
- Д) 325250  $\text{нм}^3/\text{год}$

18. Определить количество жителей, пользующихся услугами механизированной прачечной, работающей на природном газе с теплотой сгорания 38897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$ , если годовая потребность в топливе составляет 325243  $\text{нм}^3/\text{год}$ .

- А) 10891 чел.
- Б) 12891 чел.
- В) 11891 чел.
- Г) 0898 чел.
- Д) 11895 чел.

19. Определить низшую теплоту сгорания природного газа, поступающего на потребление в механизированную прачечную, количество клиентов которой составляет 10891 чел. Годовая потребность в газообразном топливе - 325243  $\text{нм}^3/\text{год}$ .

- А) 38897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- Б) 38997  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- В) 39897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- Г) 35897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- Д) 8000  $\text{ккал}/\text{нм}^3$ .

20. Определить годовое потребление газа в механизированной прачечной, если ее услугами пользуется 10891 чел., а низшая теплота сгорания топлива составляет 38897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$ .

- А) 582391  $\text{нм}^3/\text{год}$ .
- Б) 325240  $\text{нм}^3/\text{год}$

- В) 526243 нм<sup>3</sup>/год
- Г) 535243 нм<sup>3</sup>/год
- Д) 525250 нм<sup>3</sup>/год

21. Определить количество жителей, пользующихся услугами бани, работающем на природном газе с теплотой сгорания 38897 кДж/нм<sup>3</sup>, если годовая потребность в топливе составляет - 582391 нм<sup>3</sup>/год.

- А) 10891 чел
- Б) 10991 чел
- В) 11891 чел
- Г) 18891 чел
- Д) 21891 чел.

22. Определить низшую теплоту сгорания природного газа, поступающего на потребление в механизированную прачечную, количество клиентов которой составляет 10891 чел. Годовая потребность в газообразном топливе - 582391 нм<sup>3</sup>/год.

- А) 38897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Б) 38997 кДж/нм<sup>3</sup>
- В) 39597 кДж/нм<sup>3</sup>
- Г) 35897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Д) 8000 ккал/нм<sup>3</sup>.

23. Определить годовое потребление газа предприятиями общественного питания. Количество посетителей составляет 27721 чел. Низшая теплота сгорания природного газа 38897 кДж/нм<sup>3</sup>.

- А) 614 550 нм<sup>3</sup>/год
- Б) 514 550 нм<sup>3</sup>/год
- В) 614 560 нм<sup>3</sup>/год
- Г) 618 550 нм<sup>3</sup>/год
- Д) 614 552 нм<sup>3</sup>/год

24. Определить количество посетителей кафе и ресторанов жилого микрорайона, если годовая потребность в природном газе составляет 614 550 нм<sup>3</sup>/год. Теплотворная способность топлива - 38897 кДж/нм<sup>3</sup>.

- А) 27721 чел.
- Б) 37721 чел.
- В) 28721 чел.
- Г) 27751 чел.
- Д) 29727 чел.

25. Определить теплотворную способность газообразного топлива, используемого на нужды ресторанов общественного питания, если годовое потребление газа кафе и ресторанами составляет 614 550 нм<sup>3</sup>/год, количество посетителей достигает 27721 чел.

- А) 38897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Б) 38997 кДж/нм<sup>3</sup>
- В) 39897 кДж/нм<sup>3</sup>

Г) 35897 кДж/нм<sup>3</sup>

Д) 8000 ккал/нм<sup>3</sup>

26. Определить годовое потребление природного газа котельной на горячее водоснабжение района с численностью населения 11016 человек. Теплотворная способность газообразного топлива - 38897 кДж/нм<sup>3</sup>.

А) 8321137 нм<sup>3</sup>/год

Б) 8331137 нм<sup>3</sup>/год

В) 8321173 нм<sup>3</sup>/год.

Г) 8322137 нм<sup>3</sup>/год.

Д) 8721137 нм<sup>3</sup>/год.

27. Районная газовая котельная обеспечивает централизованное горячее водоснабжение жилого района, потребляя 8321137 нм<sup>3</sup>/год природного газа. Определить население жилого района если низшая теплота сгорания природного газа 38897 кДж/нм<sup>3</sup>.

А) 11016 чел.

Б) 12016 чел.

В) 21016 чел.

Г) 11010 чел.

Д) 11216 чел.

28. Определить теплотворную способность природного газа в котельную для централизованного горячего водоснабжения микрорайона с численностью населения 11016 чел. Годовая потребность в газе котельной на нужды ГВС - 8321137 нм<sup>3</sup>/год.

А) 38897 кДж/нм<sup>3</sup>

Б) 38997 кДж/нм<sup>3</sup>

В) 39897 кДж/нм<sup>3</sup>

Г) 35897 кДж/нм<sup>3</sup>

Д) 8000 ккал/нм<sup>3</sup>.

29. Сталеплавильный цех работает в три смены (мартеновские печи), производительность 954 млн. т/год. Удельный расход условного топлива на единицу продукции 0,2т/т. Определите необходимое годовое потребление природного газа, если его низшая теплота сгорания 38897 кДж/нм<sup>3</sup>.

А) 143871353 нм<sup>3</sup>/год

Б) 143871323 нм<sup>3</sup>/год

В) 143871653 нм<sup>3</sup>/год

Г) 143971353 нм<sup>3</sup>/год

Д) 143873353 нм<sup>3</sup>/год

30. Сталеплавильный цех (мартеновские печи) работает в три смены, потребляя 143871353 нм<sup>3</sup>/год природного газа с теплотворной способностью 38897 кДж/нм<sup>3</sup>. Определите производительность цеха (т. стали), если удельный расход условного топлива на единицу продукции 0,2т/т.

А) 954000000 т/год

Б) 954000500 т/год

- В) 954027000 т/год
- Г) 954320000 т/год
- Д) 954566000 т/год

31. Сталеплавильный цех (мартеновские печи) работает в три смены, потребляя 143871353  $\text{нм}^3/\text{год}$  природного газа. Определите низшую теплоту сгорания природного газа, если производительность цеха 954000000 т/год, а удельный расход условного топлива на единицу продукции 0,2т/т.

- А) 38897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- Б) 38997  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- В) 39897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- Г) 35897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- Д) 8000  $\text{ккал}/\text{нм}^3$

32. Цех кирпичного завода по обжигу кирпича работает в две смены с производительностью 767 млн. шт./ год. Удельный расход условного топлива на единицу продукции 0,14т/1000 шт. Низшая теплота сгорания природного газа 38897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$ . Определить годовое потребление газообразного топлива.

- А) 809691108  $\text{нм}^3/\text{год}$
- Б) 899691108  $\text{нм}^3/\text{год}$
- В) 809691000  $\text{нм}^3/\text{год}$
- Г) 809691208  $\text{нм}^3/\text{год}$
- Д) 809891108  $\text{нм}^3/\text{год}$

33. Цех кирпичного завода по обжигу кирпича работает в две смены с производительностью, потребляя 809691108  $\text{нм}^3/\text{год}$  природного газа. Удельный расход условного топлива на единицу продукции 0,14т/1000 шт. Низшая теплота сгорания природного газа 38897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$ . Определить производительность цеха (шт./год).

- А) 767000000 шт./ год
- Б) 867000000 шт./ год
- В) 777000000 шт./ год
- Г) 769000000 шт./ год
- Д) 765100000 шт./ год

34. Цех кирпичного завода по обжигу кирпича работает в две смены с производительностью 767 млн. шт./ год. Удельный расход условного топлива на единицу продукции 0,14т/1000 шт. Годовое потребление газообразного топлива 809691108  $\text{нм}^3/\text{год}$ . Определить теплотворную способность природного газа.

- А) 38897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- Б) 38997  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- В) 39897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- Г) 35897  $\text{кДж}/\text{нм}^3$
- Д) 8000  $\text{ккал}/\text{нм}^3$

35. Цех цементного завода по обжигу цемента работает в одну смену с производительностью 528 млн. т/год. Удельный расход условного топлива на единицу

продукции 0,14т/1000 шт. Низшая теплота сгорания природного газа 38897 кДж/нм<sup>3</sup>.  
Определить годовое потребление газообразного топлива.

- А) 55738838 нм<sup>3</sup>/год
- Б) 55734938 нм<sup>3</sup>/год
- В) 55738800 нм<sup>3</sup>/год
- Г) 55538838 нм<sup>3</sup>/год
- Д) 55749838 нм<sup>3</sup>/год

36. Цех цементного завода по обжигу цемента работает в одну смену с производительностью 528 млн. т/год, потребляя 55738838 нм<sup>3</sup>/год природного газа . Удельный расход условного топлива на единицу продукции 0,14т/1000 шт. Низшая теплота сгорания природного газа 38897 кДж/нм<sup>3</sup>. Определить производительность цеха (т/год).

- А) 528000000 т/год.
- Б) 538000000 т/год
- В) 520000000 т/год
- Г) 567000000 т/год
- Д) 598000000 т/год

37. Цех цементного завода по обжигу цемента работает в две смены с производительностью 528 млн. т/год. Удельный расход условного топлива на единицу продукции 0,14т/т. Годовое потребление газообразного топлива 55738838 нм<sup>3</sup>/год. Определить теплотворную способность природного газа.

- А) 38897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Б) 38997 кДж/нм<sup>3</sup>
- В) 39897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Г) 35897 кДж/нм<sup>3</sup>
- Д) 8000 ккал/нм<sup>3</sup>

38. Определить потребляемый расход газа газовой плитой, если нормативная тепловая нагрузка газовой плиты 43576 кДж/ч, низшая теплота сгорания газа 37625 кДж/нм<sup>3</sup>.

- А) 1,2 м<sup>3</sup>/ч
- Б) 1,3 м<sup>3</sup>/ч
- В) 2,2 м<sup>3</sup>/ч
- Г) 2,1 м<sup>3</sup>/ч
- Д) 2,5 м<sup>3</sup>/ч

39. Определить расчетный расход газа на участке внутридомового газопровода, если потребляемый расход газа плитой - 1,2 м<sup>3</sup>/ч, количество квартир на участке – 5.

- А) 1.74 м<sup>3</sup>/ч
- Б) 1.84 м<sup>3</sup>/ч
- В) 2.14 м<sup>3</sup>/ч
- Г) 1.36 м<sup>3</sup>/ч
- Д) 1.44 м<sup>3</sup>/ч

40. Определить потери давления на геодезическую разность высот на участке внутридомового газопровода, если высота этажа 2,8 м, плотность газа – 0,73 кг/м<sup>3</sup>.

- А) 15,37 Па
- Б) 15,73 Па
- В) 15,27 Па
- Г) 17,37 Па
- Д) 12,37 Па

41. Определить расчетный расход газа на участке сети низкого давления, путевой расход -55,8 м<sup>3</sup>/ч, а транзитный расход – 245 м<sup>3</sup>/ч.

- А) 272,9 м<sup>3</sup>/ч
- Б) 328,7 м<sup>3</sup>/ч
- В) 483,5 м<sup>3</sup>/ч
- Г) 645,8 м<sup>3</sup>/ч
- Д) 590 м<sup>3</sup>/ч

42. Определить путевой расход газа на участке сети низкого давления, если расчетный расход -272,9 м<sup>3</sup>/ч, а транзитный расход – 245 м<sup>3</sup>/ч.

- А) 55,8 м<sup>3</sup>/ч
- Б) 111,6 м<sup>3</sup>/ч
- В) 328,7 м<sup>3</sup>/ч
- Г) 483,5 м<sup>3</sup>/ч
- Д) 17,6 м<sup>3</sup>/ч

43. Определить транзитный расход газа на участке сети низкого давления, если расчетный расход -272,9 м<sup>3</sup>/ч, а путевой расход – 55,8 м<sup>3</sup>/ч.

- А) 245 м<sup>3</sup>/ч
- Б) 590 м<sup>3</sup>/ч
- В) 328,7 м<sup>3</sup>/ч
- Г) 122,5 м<sup>3</sup>/ч
- Д) 367,5 м<sup>3</sup>/ч

44. Определить средний гидравлический уклон сети низкого давления длиной 680 м.

- А) 1,59 Па/м
- Б) 2,59 Па/м
- В) 2,39 Па/м
- Г) 3,09 Па/м
- Д) 0,95 Па/м

45. Определите длину сети низкого давления, если средний гидравлический уклон сети 2,29 Па/м.

- А) 470 м
- Б) 870 м
- В) 445 м
- Г) 4700 м
- Д) 1470 м.

46. На первом участке низкого давления после ГРП потери давления составляют 82,5 Па. Определите давление в конце этого участка.

- А) 2917,5 Па
- Б) 2918,5 Па
- В) 1917,5 Па
- Г) 2417,5 Па
- Д) 2918,0 Па

47. На участке сети низкого давления длиной 180 м удельные потери составили 1,6 Па/м. определите полные потери давления на этом участке.

- А) 282 Па
- Б) 382 Па
- В) 262 Па
- Г) 252 Па
- Д) 212 Па

48. Определите давление в конце участка низкого давления длиной 180м, если давление в начале участка 2629 Па, удельные потери на участке – 1,6 Па/м.

- А) 2347 Па
- Б) 2547 Па
- В) 2307 Па
- Г) 2257 Па
- Д) 2677 Па

49. Определите среднюю квадратичную разность давлений на участке сети среднего давления дли 1350 м, если давление на выходе из ГРС 600 кПа, а на входе в ГРП предприятия 400 кПа.

- А) 80.8 кПа<sup>2</sup>/м
- Б) 180.8 кПа<sup>2</sup>/м
- В) 89.8 кПа<sup>2</sup>/м
- Г) 280.8 кПа<sup>2</sup>/м
- Д) 180 кПа<sup>2</sup>/м

50. Определите давление на входе в ГРП предприятия, если газ среднего давления выходит из ГРС с давлением 600 кПа. длина сети 1650 м, средняя квадратичная разность давлений 66,1 кПа<sup>2</sup>/м.

- А) 400 кПа
- Б) 300 кПа
- В) 350 кПа
- Г) 450 кПа
- Д) 470 кПа

51. Определите давление в конце участка сети среднего давления, если давление в начале участка – 600 кПа, средняя квадратичная разность давлений – 135 кПа<sup>2</sup>/м, длина участка 1350 м.

- А) 421,6 кПа
- Б) 453,6 кПа
- В) 427,3 кПа
- Г) 429,5 кПа
- Д) 497,8 кПа

52. Определите длину участка среднего давления если давление в начале и конце участка соответственно – 600 кПа и 421,6 кПа, средняя квадратичная разность давлений –  $135 \text{ кПа}^2/\text{м}$ .

- А) 1350 м
- Б) 1250 м
- В) 1530 м
- Г) 1520 м
- Д) 1370 м

53. Определите давление в начале участка сети среднего давления, если

- А) 492,8 кПа
- Б) 600 кПа
- В) 495,8 кПа
- Г) 497,7 кПа
- Д) 502,2 кПа

54. Средний гидравлический уклон – это -....

- а) удельные потери давления для газопроводов низкого давления;
- б) удельные потери давления для газопроводов среднего давления;
- в) удельные потери на трение для газопроводов низкого давления;
- г) удельные потери на местные сопротивления для газопроводов низкого давления;
- д) располагаемы перепад давления в сети для газопроводов среднего давления.

55. Средняя квадратичная разность давлений – это - ...

- а) удельные квадратичные потери давления для газопроводов среднего и высокого давления;
- б) удельные квадратичные потери давления для газопроводов низкого и среднего давления;
- в) удельные квадратичные потери на трение для газопроводов среднего и высокого давления;
- г) удельные квадратичные потери на трение для газопроводов низкого и среднего давления;
- д) удельные квадратичные потери на местные сопротивления для газопроводов высокого давления.

56. Определите погрешность расчета (невязку, %) потокораспределения в кольце газопровода среднего давления, если квадратичные потери давления в кольце газопровода  $\Sigma (P_H^2 - P_K^2) = 612 \text{ кПа}^2$ , а абсолютные квадратичные потери давления  $|\Sigma (P_H^2 - P_K^2)| = 63414 \text{ кПа}^2$ .

- а) 1,9;

- б) 1,927;
- в) 2,01;
- г) 1,8;
- д) 2,15.

57. Подберите предварительный диаметр (условный проход в мм) кольца газопровода сети высокого давления, если коэффициент обеспеченности потребителей 0,75, расчетный расход газа потребителями  $Q_{28532} \text{ м}^3/\text{ч}$ . Давление газа в начале сети 600 кПа, в конце – 300 кПа, протяженность кольца 7405 м.

- а) 820x8 (720x8);
- б) 720x8 (630x7);
- в) 720x8 (630x8);
- г) 820x8 (920x8);
- д) 820x8 (920x9).

58. Определите давление (Па) в конце участка питающего контура (для сети низкого давления), если давление на выходе из ГРП 3000 Па, потери давления по направлению от ГРП до начала расчетного участка 120 Па.

- а) 2880 Па;
- б) 1880 Па;
- в) 2800 Па;
- г) 1800 Па;
- д) 1980 Па.

59. Пользуясь номограммой для сети среднего давления, определите условный проход (мм) участка газопровода, если расчетный расход газа  $18100 \text{ м}^3/\text{час}$ , длина участка 150 м, средняя квадратичная разность давлений  $5775 \text{ кПа}^2$ .

- а) 325x8 (273x7);
- б) 325x8 (373x7);
- в) 325x7 (373x7);
- г) 325x8 (219x6);
- д) 325x8 (219x7).

60. Определите среднеквадратичную удельную разность давлений (в  $\text{кПа}^2/\text{м}$ ) на участке тупиковой сети среднего давления при условии, что на выходе из ГРС  $P_n = 600 \text{ кПа}$ , в конце участка  $P_k = 400 \text{ кПа}$ , а его длина 1200 м.

- а) 151,5;
- б) 151,6;
- в) 141,4;
- г) 161,5;
- д) 161,6.

70. Подберите условный проход (в мм) участка газопровода сети низкого давления при расчетном расходе газа  $670 \text{ м}^3/\text{ч}$  и среднем гидравлическом уклоне  $0,58 \text{ Па}/\text{м}$ .

- а) 273x7 (219x6);
- б) 273x8 (273x7);
- в) 219x7 (219x6);

- г) 273x7 (325x8);
- д) 273x8 (325x8).

71. Определите газодинамическую невязку (%) в кольце сети низкого давления, если: сумма абсолютных значений потерь давления на участках 2194 Па, а сумма потерь 66 Па.

- а) 6;
- б) 7;
- в) 16;
- г) 0,6;
- д) 1,6.

72. Определите потери давления (Па) на участке газопровода диаметром 325×8 мм и длиной 740 м. Расход газа на участке 670 м<sup>3</sup>/ч.

- а) 296;
- б) 206;
- в) 266;
- г) 26;
- д) 290.

73. Определите давление газа (кПа) в начале участка сети высокого давления, если давление газа в конце 470 кПа, квадратичные потери давления на участке 73933 кПа<sup>2</sup>.

- а) 543;
- б) 643;
- в) 534;
- г) 643;
- д) 354.

74. Определите расчетный расход газа для участка сети низкого давления, если длина участка 180 м, удельный путевой расход газа на участке 0,207 м<sup>3</sup>/ч·м, транзитный расход газа – 10786 м<sup>3</sup>/ч.

- а) 10823,3;
- б) 10823,8;
- в) 10824;
- г) 10800;
- д) 10383,3.

75. Цель гидравлического расчета газопроводов:

- А) определение диаметров трубопроводов
- Б) определение длин трубопроводов
- В) определение расчетных расходов газа
- Г) определение давления у газового прибора
- Д) определение утечек газа

76. Допустимый расчетный перепад давления от ГРП до наиболее удаленного газового прибора:

- А) 1,78 кПа
- Б) 1,98 кПа
- В) 2,20 кПа
- Г) 1,88 кПа
- Д) 2,28 кПа

77. В каком соотношении находится допустимый расчетный перепад давления от ГРП до наиболее удаленного газового прибора для уличной и дворовой и внутридомовой сети:

- А) на уличную сеть – 1,18 кПа, дворовую и внутридомовую – 0,6 кПа
- Б) на уличную сеть – 1,2 кПа, дворовую и внутридомовую – 0,6 кПа
- В) на уличную сеть – 2,2 кПа, дворовую и внутридомовую – 0,6 кПа
- Г) на уличную сеть – 2,4 кПа, дворовую и внутридомовую – 0,6 кПа
- Д) на уличную сеть – 1,6 кПа, дворовую и внутридомовую – 0,6 кПа

78. Классификация газопроводов по назначению?

- А) распределительные, газопроводы-вводы, вводные, продувочные, сбросные и межпоселковые;
- б) распределительные, внутридомовые и межпоселковые;
- в) распределительные, абонентские и внутридомовые;
- г) распределительные, абонентские и внутридомовые, производственные;
- д) распределительные, производственные, продувочные, абонентские и внутридомовые.

79. С каким давлением газа газопроводы относятся к группе высокого давления 1 категории? Варианты ответа:

- а) от 0,6 до 1,2 МПа;
- б) более 1,2 МПа;
- в) от 0,3 до 0,6 МПа;
- г) от 1 МПа до 1,2 МПа;
- д) от 0,005 МПа до 0,3 МПа.

80. Определить теплоту сгорания газообразного топлива, имеющего следующий состав (в % по объему): метан – 96%, этан - 0,8 %, пропан - 0,3 %, бутан – 0,8 %, углекислый газ – 0,5%, азот – 1%.

- А) 363990 КДж/м<sup>3</sup>;
- Б) 353990 КДж/м<sup>3</sup>;
- В) 369990 КДж/м<sup>3</sup>;
- Г) 363930 КДж/м<sup>3</sup>;
- Д) 363960 КДж/м<sup>3</sup>.

## Библиографический список

1. Брюханов О. Н. Газоснабжение [Текст] : учебное пособие / О. Н. Брюханов, В. А. Жила, А. И. Плужников. - М.: Академия, 2008. - 448 с.
2. Ежов В.С. Газоснабжение котельной : учебное пособие / Ежов В. С., Щедрина Г. Г., Бурцев А. П., Кобелева О. Ю. ; Юго-Западный государственный университет. - Курск : Университетская книга, 2018. - 104 с.
3. Щедрина Г.Г. Распределительные газопроводы. Расчет и проектирование [Текст] : учебное пособие : [для студ. напр. 08.03.01 - Строительство, 13.03.01 - Теплоэнергетика и теплотехника, обуч. на очн. и заочн. формах] / Г. Г. Щедрина, О. А. Гнездилова ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Курск : ЮЗГУ, 2016. - 192 с.
4. Щедрина Г.Г. Проектирование газовых сетей населённых пунктов и предприятий [Электронный ресурс] : [учебное пособие по выполнению магистерских, выпускных квалификационных, практических работ для студентов направления 08.03.01 – Строительство, 13.03.01 – Теплоэнергетика и теплотехника– Теплогазоснабжение и вентиляция] / Г. Г. Щедрина, О. А. Гнездилова ; Юго-Зап. гос. ун-т. - Электрон. текстовые дан. (3158 КБ). - Курск : Университетская книга, 2015. - 217 с.
5. СП 131.13330-2012. Строительная климатология и геофизика. –М.: ГУП ЦПП Госстроя России, 2012. Код доступа; <https://kodeks.ru/>.
6. СП 62.13330.2011\* Газораспределительные системы. –М.: ГУП ЦПП Госстрой России, 2011. Код доступа; <https://kodeks.ru/>.
7. СП 402.1325800.2018 «Здания жилые. Правила проектирования систем газопотребления». Код доступа; <https://kodeks.ru/>.