



ФАУ «РОСКАПСТРОЙ»
МИНСТРОЙ РОССИИ

Курс повышения квалификации

**«Проектирование зданий и сооружений.
Наружные инженерные системы
теплогазоснабжения, водоснабжения и
водоотведения»**

ЛЕКЦИЯ 2

*«Работы по подготовке проектов
наружных инженерных систем
теплогазоснабжения, водоснабжения и
водоотведения»*



ФАУ «РОСКАПСТРОЙ»
МИНСТРОЙ РОССИИ



ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖКХ
ПРИ МИНСТРОЕ РОССИИ



МОНИТОРИНГ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Лекция 2. Работы по подготовке проектов наружных инженерных систем теплогазоснабжения, водоснабжения и водоотведения

СОДЕРЖАНИЕ

1. Работы по подготовке проектов наружных сетей теплоснабжения и их сооружений		3
2. Работы по подготовке проектов наружных сетей водоснабжения и их сооружений	во-	47
3. Работы по подготовке проектов наружных сетей канализации и их сооружений		60
4. Работы по подготовке проектов наружных систем газоснабжения и их сооружений	га-	75
Рекомендуемая литература		89
Помощь		92

1. Работы по подготовке проектов наружных се-

теплоснабжения и их сооружений

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ НАГРУЗОК

Одна из первоочередных задач при проектировании и разработке режима эксплуатации систем централизованного теплоснабжения заключается в определении значений и характера тепловых нагрузок.

В том случае, когда при проектировании установок централизованного теплоснабжения отсутствуют данные о расчетных расходах теплоты, основанных на проектах теплопотребляющих установок абонентов, расчет тепловой нагрузки проводится на основе укрупненных показателей. В процессе эксплуатации значения расчетных тепловых нагрузок корректируют по действительным расходам.

В системах централизованного теплоснабжения (СЦТ) по тепловым сетям подается теплота различным тепловым потребителям. Несмотря на значительное разнообразие тепловой нагрузки, ее можно разбить на две группы по характеру протекания во времени: 1) сезонная; 2) круглогодичная.

Изменения сезонной нагрузки зависят главным образом от климатических условий: температуры наружного воздуха, направления и скорости ветра, солнечного излучения, влажности воздуха и т.п. Основную роль играет наружная температура. Сезонная нагрузка имеет сравнительно постоянный суточный график и переменный годовой график нагрузки. К сезонной тепловой нагрузке относятся отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха. Ни один из указанных видов нагрузки не имеет круглогодичного характера. Отопление и вентиляция являются зимними тепловыми нагрузками.

К круглогодичной нагрузке относятся технологическая нагрузка и горячее водоснабжение. Исключением являются только некоторые отрасли промышленности, главным образом связанные с переработкой сельскохозяйственного сырья, работа которых имеет обычно сезонный характер.

График технологической нагрузки зависит от профиля производственных предприятий и режима их работы, а график нагрузки горячего водоснабжения — от благоустройства жилых и общественных зданий, состава населения и распорядка его рабочего дня, а также от режима работы коммунальных предприятий — бань, прачечных. Эти нагрузки имеют переменный суточный график. Годовые графики технологической нагрузки и нагрузки горячего водоснабжения также, в определенной мере, зависят от времени года. Как правило, летние нагрузки ниже зимних, вследствие более высокой температуры перерабатываемого сырья и водопроводной воды, а также благодаря меньшим теплотерям теплопроводов и производственных трубопроводов.

Действующими в нашей стране строительными нормами и правилами продолжительность отопительного периода определяется по числу дней с устойчивой среднесуточной температурой:

- ❑ 8 °С в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления до минус 30 °С и усредненной расчетной температурой внутреннего воздуха отапливаемых зданий 18 °С;
- ❑ 10 °С в районах с расчетной температурой наружного воздуха для проектирования отопления ниже минус 30 °С и усредненной расчетной температурой внутреннего воздуха отапливаемых зданий 20 °С.
- ❑ усредненная расчетная температура внутреннего воздуха отапливаемых производственных зданий 16 °С.

Однако эксплуатационные наблюдения показывают, что нельзя оставлять жилые и общественные здания без отопления в течение продолжительного времени при наружной температуре ниже +10 — +12 °С, так как это приводит к заметному снижению внутренней температуры в помещении и неблагоприятно отражается на самочувствии населения.

Начало и конец отопительного сезона для промышленных зданий определяются наружной температурой, при которой теплотери через наружные ограждения делаются равными внутренним тепловыделениям. Так как тепло-

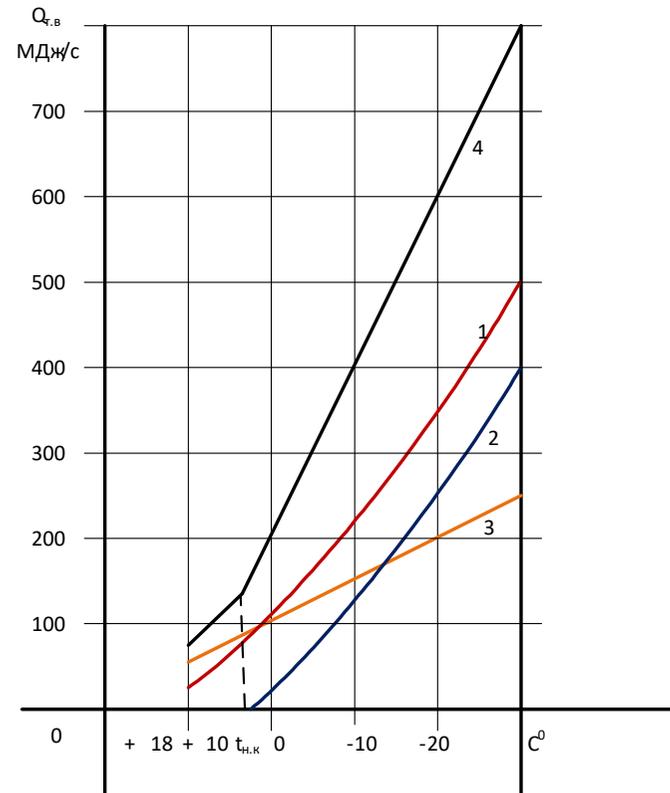
выделения в промышленных зданиях значительны, то в большинстве случаев, длительность отопительного сезона для промышленных зданий короче, чем для жилых и общественных.

Параметры и расход теплоты для технологических нужд зависят от характера технологического процесса, типа производственного оборудования, общей организации работ и т.д. Усовершенствование и рационализация технологического процесса могут вызвать коренные изменения в размере и характере тепловой нагрузки.

Для экономии топливно-энергетических ресурсов следует совершенствовать технологические процессы, максимально использовать отработавшую теплоту, а при теплоснабжении от ТЭЦ максимально использовать теплоноситель более низкого потенциала.

⋮

Рис. 1. Зависимость расхода теплоты на отопление от наружной температуры:
1 — расчетные теплотопотери промзданий;
2 — график расхода теплоты на отопление промзданий (с учетом внутренних тепловыделений);
3 — график расхода теплоты на отопле



Как правило, тепловые нагрузки промышленных предприятий задаются технологами на основе соответствующих расчетов или данных тепловых испытаний.

В связи с интенсивным жилищным строительством значительно выросла нагрузка горячего водоснабжения городов. Эта нагрузка во многих районах становится соразмерной отопительной нагрузке. Годовой отпуск теплоты на горячее водоснабжение жилых районов часто достигает 35—40 % суммарного годового расхода теплоты района.

Горячее водоснабжение имеет весьма неравномерный характер, как в течение суток, так и в течение недели. Наибольшая нагрузка горячего водоснабжения

в жилых районах имеет место, как правило, в предвыходные дни.

Рис. 2. Суточный график расхода горячей воды в жилом доме

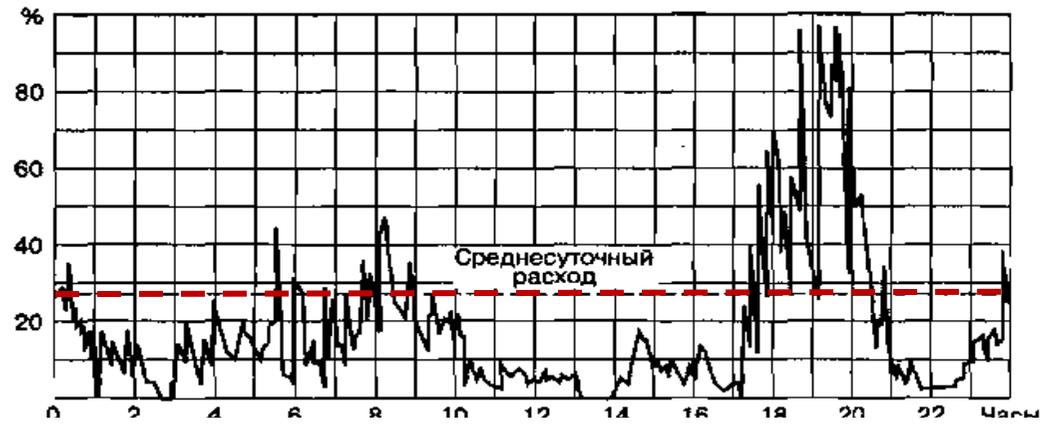
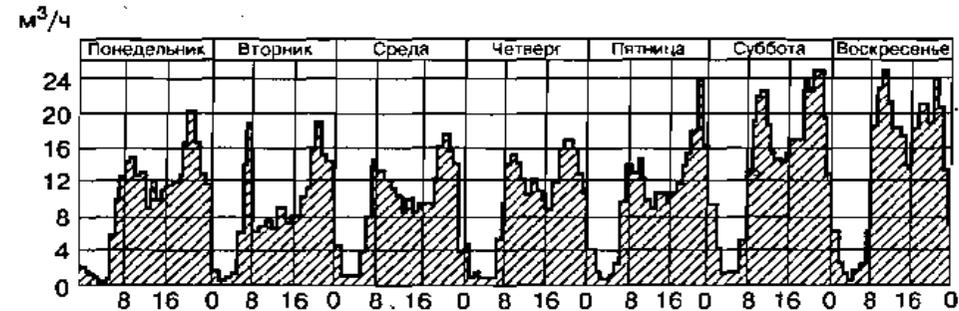


Рис. 3. График горячего водопотребления жилого района по часам суток и дням



Нагрузка горячего водоснабжения жилых домов имеет, как правило, в рабочие дни пики в утренние и вечерние часы и провалы в дневные и поздние ночные часы. В домах с ваннами пиковая нагрузка горячего водоснабжения превышает среднесуточную в 2—3 раза. В выходные дни суточный график горячего водоснабжения имеет более равномерное заполнение. Для иллюстрации на рис. 2 приведен суточный график расхода горячей воды жилого дома.

Суточный график горячего водоснабжения района (рис. 3) имеет более

равномерный характер благодаря взаимному сглаживанию неравномерностей графиков отдельных зданий.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Основное назначение любой системы теплоснабжения состоит в обеспечении потребителей необходимым количеством теплоты требуемого качества (т.е. теплоносителем требуемых параметров).

В зависимости от размещения источника теплоты по отношению к потребителям системы теплоснабжения разделяются на *децентрализованные* и *централизованные*.

В децентрализованных системах источник теплоты и теплоприемники потребителей либо совмещены в одном агрегате, либо размещены столь близко, что передача теплоты от источника до теплоприемников может осуществляться практически без промежуточного звена — тепловой сети.

Системы децентрализованного теплоснабжения разделяются на *индивидуальные* и *местные*.

В индивидуальных системах теплоснабжение каждого помещения (участка цеха, комнаты, квартиры) обеспечивается от отдельного источника. К таким системам, в частности, относятся печное и поквартирное отопление. В местных системах теплоснабжение каждого здания обеспечивается от отдельного источника теплоты, обычно от местной или индивидуальной котельной. К этой системе, в частности, относится так называемое центральное отопление зданий.

В системах централизованного теплоснабжения источник теплоты и теплоприемники потребителей размещены раздельно, часто на значительном расстоянии, поэтому теплота от источника до потребителей передается по тепловым сетям.

В зависимости от степени централизации системы централизованного теплоснабжения можно разделить на следующие четыре группы:

- ❑ групповое — теплоснабжение от одного источника группы зданий;
- ❑ районное — теплоснабжение от одного источника нескольких групп зданий (района);
- ❑ городское — теплоснабжение от одного источника нескольких районов;
- ❑ межгородское — теплоснабжение от одного источника нескольких городов.

Процесс централизованного теплоснабжения состоит из трех последовательных операций:



Подготовка теплоносителя проводится в специальных так называемых теплоподготовительных установках на ТЭЦ, а также в городских, районных, групповых (квартальных) или промышленных котельных.

Транспортируется теплоноситель по тепловым сетям. Используется теплоноситель в теплоприемниках потребителей. Комплекс установок, предназначенных для подготовки, транспортировки и использования теплоносителя, составляет *систему централизованного теплоснабжения*. Для транспорта теп-

лоты применяются, как правило, два теплоносителя: вода и водяной пар. Для удовлетворения сезонной нагрузки и нагрузки горячего водоснабжения в качестве теплоносителя используется обычно вода, для промышленной технологической нагрузки — пар.

Для передачи теплоты на расстояния, измеряемые многими десятками и даже сотнями километров (100—150 км и более), могут использоваться системы транспорта теплоты в химически связанном состоянии.

ТЕПЛОВЫЕ СХЕМЫ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОТЫ

Основная часть тепловой нагрузки удовлетворяется при теплофикации, отработавшей при выработке электроэнергии теплотой от установленных на ТЭЦ теплофикационных турбоагрегатов, в которых электрическая энергия вырабатывается главным образом комбинированным методом.

На современных ТЭЦ, работающих на органическом топливе (ОТЭЦ), устанавливаются, как правило, теплофикационные турбины большой единичной электрической мощности (50—250 МВт) на высокие и сверхкритические начальные параметры пара (13 и 24 МПа) двух основных типов: а) конденсационные с отбором пара (Т и ПТ); б) с противодавлением (Р).

В районах, располагающих природным газом как базовым топливом, применяются газотурбинные, а также парогазовые теплофикационные установки с использованием в качестве паровой ступени серийных паротурбинных установок.

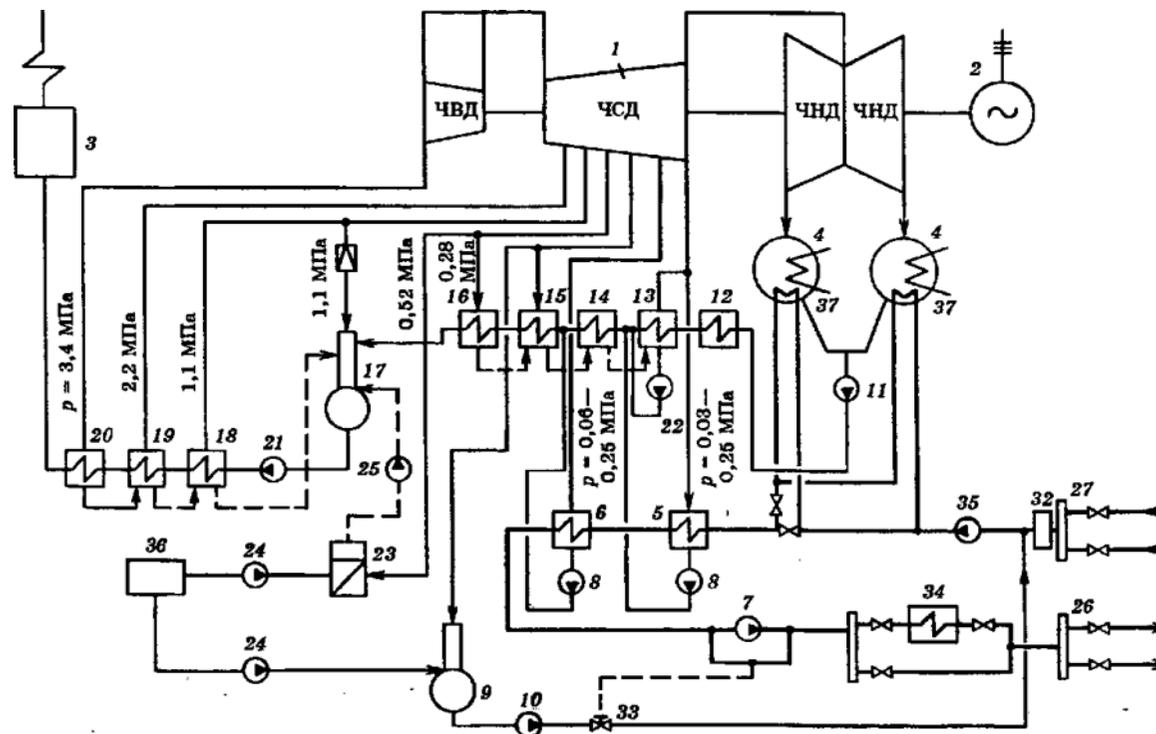
На рис. 4 показаны принципиальные тепловые схемы паротурбинных установок ТЭЦ на органическом топливе с начальными параметрами пара 13 МПа, 565 °С, оборудованные конденсационными турбинами с отбором пара.

Отработавший пар низкого давления (около 0,05—0,25 МПа) отводится из так называемых теплофикационных отборов турбины. Этот пар используется на ТЭЦ для подогрева сетевой воды.

На современных ТЭЦ подогрев сетевой воды в зимний период проводится обычно в трех или четырех последовательно включенных ступенях подогрева.

Рис. 4. Принципиальная тепловая схема теплоподготовительной установки ТЭЦ на органическом топливе

а — с турбинами типа ПТ; б — с турбинами типа Т; 1 — турбина; 2 — электрогенератор; 3 — котел; 4 — конденсатор; 5,6 — теплофикационные подогреватели нижней и верхней ступеней; 7 — сетевой насос; 8 — конденсатные насосы теплофикационных подогревателей; 9 — деаэратор подпиточной воды; 10 — подпиточный насос; 11 — конденсатный насос; 12 — эжекторный подогреватель; 13—16 — регенеративные подогреватели низкого давления; 17 — стационарный деаэратор; 18—20 — регенеративные подогреватели высокого давления; 21 — питательный насос; 22 — конденсатный насос регенеративных подогревателей; 23 — испарительная установка; 24 — насосы химводоочистки; 25 — подпиточный насос станции; 26, 27 — коллекторы водяной теплотрассы подающий и обратный; 28, 29 — паровой и конденсатный коллекторы; 30 — конденсатный насос; 31 — редуцирующе-охлаждающая установка; 32 — фильтр-грязевик; 33 — регулятор подпитки; 34 — пиковый котел; 35 — бустерный насос; 36 — химводоочистка; 37 — встроен-



Водогрейные котельные (рис. 5) часто сооружаются во вновь застраиваемых районах до ввода в действие ТЭЦ и магистральных тепловых сетей от ТЭЦ до указанных котельных. Таким образом, подготавливается тепловая нагрузка для

ТЭЦ, чтобы к моменту ввода в эксплуатацию теплофикационных турбин их отборы были по возможности полностью загружены. После ввода в действие ТЭЦ и магистральных тепловых сетей от них до котельных последние обычно используются в качестве пиковых или резервных источников теплоты.

Паровые котельные (рис. 6) могут быть использованы для отпуска теплоты, как с паром, так и с горячей водой. Подогрев сетевой воды паром производится в пароводяных подогревателях. При работе на твердом топливе паровые котельные с пароводяными подогревателями сетевой воды обладают большей маневренностью и надежностью в эксплуатации по сравнению с водогрейными.

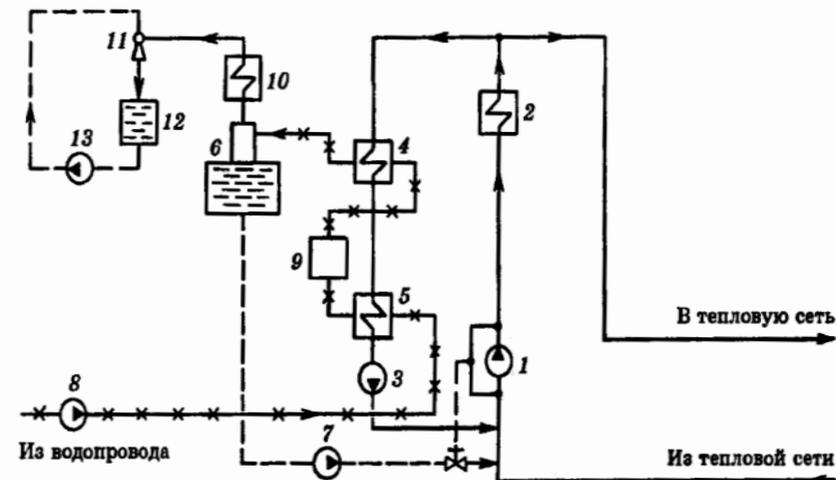
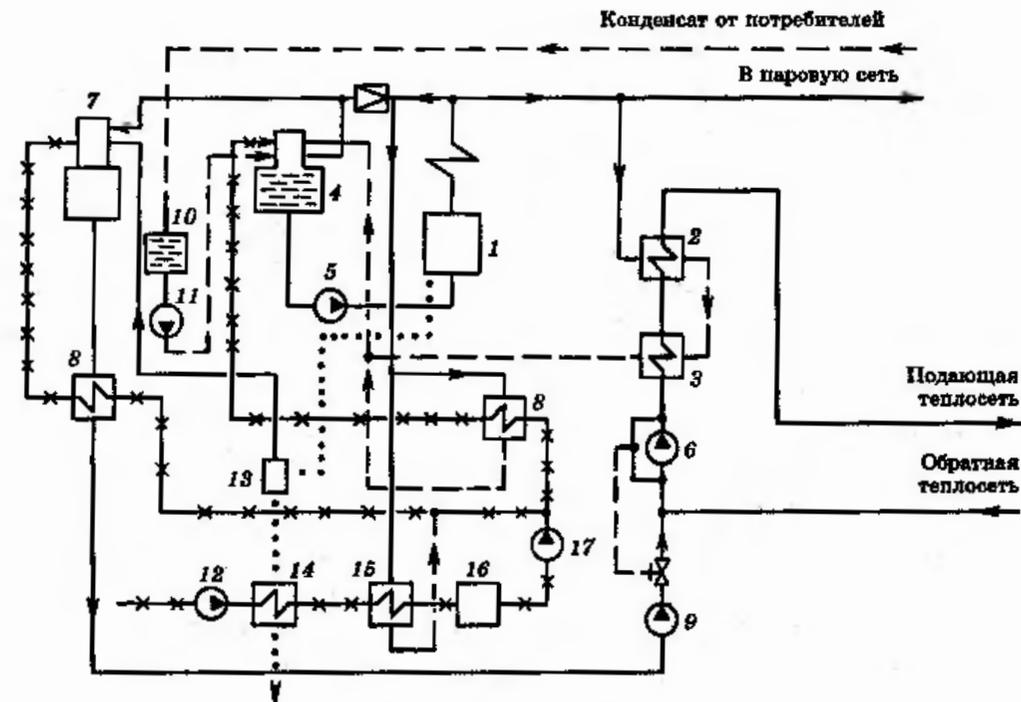


Рис. 5. Принципиальная схема водогрейной котельной

1 — сетевой насос; 2 — водогрейный котел; 3 — циркуляционный насос; 4 — подогреватель химически очищенной воды; 5 — подогреватель сырой воды; 6 — вакуумный деаэрактор; 7 — подпиточный насос; 8 — насос сырой воды; 9 — химводоподготовка; 10 — охладитель выпара; 11 — водоструйный эжектор; 12 — расходный бак эжектора; 13 — эжекторный насос

Рис. 6. Принципиальная тепловая схема паровой котельной:

- 1 — паровой котел низкого давления;
- 2 — пароводяной подогреватель сетевой воды;
- 3 — охладитель конденсата;
- 4 — деаэратор питательной воды котла;
- 5 — питательный насос; 6 — сетевой насос;
- 7 — деаэратор подпиточной воды;
- 8 — подогреватели химически очищенной воды;
- 9 — подпиточный насос;
- 10 — сборный бак конденсата;
- 11 — конденсатный насос; 12 — насос сырой воды;
- 13 — сепаратор продувочной воды;
- 14 — охладитель продувочной воды;
- 15 — пароводяной подогреватель сырой воды;
- 16 — химводоподготовка;
- 17 — насос химически очищенной воды



По виду теплоносителя системы централизованного теплоснабжения разделяются на водяные и паровые.

Водяные системы

Водяные системы теплоснабжения применяются двух типов: закрытые (замкнутые) и открытые (разомкнутые). В закрытых системах сетевая вода, циркулирующая в тепловой сети, используется только как теплоноситель, но из сети не отбирается.

В *открытых системах* сетевая вода частично (редко полностью) разбирается у абонентов для горячего водоснабжения.

В зависимости от числа трубопроводов, используемых для теплоснабжения данной группы потребителей, водяные системы делятся на одно-, двух-, трех- и многотрубные. Минимальное число трубопроводов для открытой системы — один, а для закрытой системы — два.

Наиболее простой и перспективной для транспорта на большие расстояния является однетрубная бессливная система теплоснабжения. Ее можно применить в том случае, когда обеспечивается равенство расходов сетевой воды, требуемых для удовлетворения отопительно-вентиляционной нагрузки и для горячего водоснабжения абонентов данного города или района.

В промышленных районах, где имеется технологическая тепловая нагрузка повышенного потенциала, могут применяться трехтрубные системы, в которых два трубопровода используются как подающие, а третий трубопровод является обратным. К каждому подающему трубопроводу присоединяются однородные по потенциалу и режиму тепловые нагрузки. В промышленных районах обычно к одному подающему трубопроводу присоединяются отопительные и вентиляционные установки (сезонная нагрузка), а к другому — технологические установки и установки горячего водоснабжения. При таком решении упрощаются методы регулирования отпуска теплоты от ТЭЦ.

Закрытые системы. Число параллельных трубопроводов в закрытой системе должно быть не меньше двух, так как после отдачи теплоты в абонентских установках теплоноситель должен быть возвращен на станцию.

В зависимости от характера тепловых нагрузок абонента и режима работы тепловой сети выбираются схемы присоединения абонентских установок к тепловой сети.

Для обозначения различных схем присоединения отопительных и вентиляционных установок и установок горячего водоснабжения к тепловой сети в книге принята следующая индексация: отопительные установки О; зависимая схема (З); зависимая со струйным смещением (ЗСС); зависимая с насосным

смешением (ЗНС); независимая (Н). Например, О(ЗНС) обозначает отопительную установку, присоединенную по зависимой схеме с насосным смешением; установки горячего водоснабжения Г: параллельная (П); предвключенная (ПР); двухступенчатая смешанная (ДС); двухступенчатая последовательная (ДП); непосредственный водо-разбор (НВ). Например, Г(ДП) обозначает присоединение установок горячего водоснабжения по двухступенчатой последовательной схеме; установка аккумулятора горячей воды: верхняя (АВ), нижняя (АН); вентиляционные установки В. Например, В(ДС) обозначает присоединение вентиляционной установки по двухступенчатой смешанной схеме.

В крупных системах централизованного теплоснабжения получили широкое применение так называемые групповые тепловые подстанции (пункты) (ГТП). На этих подстанциях осуществляется присоединение теплоснабжающих установок группы жилых и общественных зданий микрорайона к тепловой сети.

Обычно ГТП размещаются в отдельных, предназначенных для этой цели зданиях на некотором удалении от обслуживаемых зданий квартала или микрорайона с целью изоляции последних от шума и вибраций, создаваемых насосными установками. В ГТП устанавливаются: блок (или блоки) подогревателей горячего водоснабжения, подогреватели отопления (при независимой схеме), групповая смесительная установка сетевой воды, подкачивающие насосы холодной водопроводной, а при необходимости и сетевой воды, авторегулирующие и контрольно-измерительные приборы.

Применение ГТП упрощает эксплуатацию вследствие уменьшения количества узлов обслуживания и повышает комфорт в теплоснабжаемых зданиях благодаря выносу всех насосных установок, являющихся источником шума, в изолированные помещения ГТП.

При применении ГТП, с одной стороны, уменьшаются начальные затраты на сооружение подогревательной установки горячего водоснабжения, насосных установок и авторегулирующих устройств благодаря увеличению их единичной мощности и сокращению количества элементов оборудования, но, с

другой — возрастают начальные затраты на сооружение и эксплуатацию распределительной сети между ГТП и отдельными зданиями, так как вместо двухтрубной сети приходится сооружать на этих участках четырехтрубную или как минимум трехтрубную сеть (при отказе от циркуляции воды в системе горячего водоснабжения), что еще больше увеличивает потери теплоты и воды в системе горячего водоснабжения.

Оптимальная единичная расчетная тепловая нагрузка ГТП зависит от характера планировки района застройки, а также режима работы теплопотребителей и определяется на основе технико-экономических расчетов.

Паровые системы

Паровые системы сооружаются двух типов: с возвратом конденсата, без возврата конденсата.

В практике промышленной теплофикации широко применяется однотрубная паровая система с возвратом конденсата. Пар из отбора турбины поступает в однотрубную паровую сеть и транспортируется по ней к тепловым потребителям. Конденсат возвращается от потребителей на станцию по конденсатопроводу. На случай остановки турбины или недостаточной мощности отбора предусмотрена резервная подача пара в сеть через редуцирующую охлаждающую установку.

Схемы присоединений абонентских установок к паровой сети зависят от конструкции этих установок. Если пар может быть пущен непосредственно в установку абонента, то присоединение производится по зависимой схеме. Если пар не может быть подан непосредственно в установку абонента, то присоединение производится по независимой схеме через теплообменник.

СВЕРХДАЛЬНЯЯ ТРАНСПОРТИРОВКА ТЕПЛОТЫ

В связи с ужесточением экологических норм защиты окружающей среды существенно увеличилось минимально допустимое расстояние от мощных источников теплоты на твердом топливе до границы крупных городов.

Возникает необходимость разработки и создания системы сверхдальней (например, более 30 км) транспортировки теплоты от источников, удаленных от районов теплового потребления на многие десятки километров. В ряде случаев эти расстояния могут составлять 100—150 км и более.

Для этой цели предлагается использовать процессы, позволяющие существенно повысить количество передаваемой теплоты в единице транспортируемого объема энергоносителя.

Все эти процессы можно условно разделить на *каталитические* и *некаталитические*. Особенность каталитических процессов заключается в возможности транспортировки продуктов разложения по общему трубопроводу, что существенно упрощает систему транспорта энергоносителя. При каталитических методах система дальней транспортировки остается двухтрубной, как и при традиционном теплоносителе — воде. Основная сложность каталитических процессов состоит в необходимости специальной каталитической установки для превращения продуктов разложения в исходный продукт.

В качестве одной из таких систем может быть рассмотрена система транспортировки теплоты в химически связанном состоянии (рис. 7), базирующаяся на реакции паровой конверсии метана.

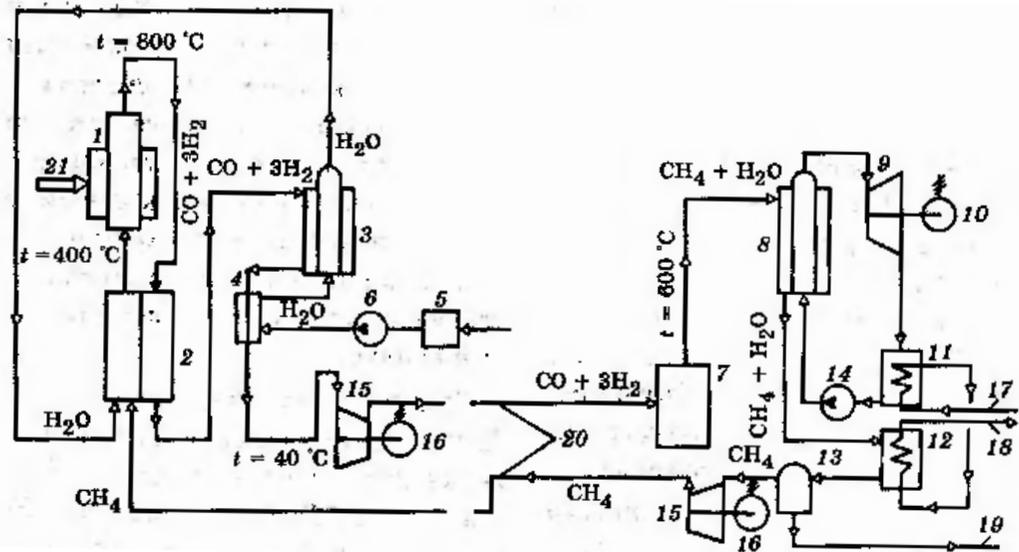


Рис. 7. Принципиальная схема дальней транспортировки теплоты в химически связанном состоянии:

1 — реактор конверсионный; 2 — регенеративный газо-газовый теплообменник; 3 — котел низкого давления; 4 — газовойодяной регенеративный подогреватель питательной воды; 5 — химводоочистка; 6 — питательный насос; 7 — метанатор; 8 — котел повышенного давления; 9 — теплофикационная паровая турбина; 10 — электрогенератор; 11 — теплофикационный подогреватель; 12 — газовый подогреватель сетевой воды; 13 — водоотделитель; 14 — питательный насос; 15 — газовый компрессор; 16 — электропривод компрессора; 17 — обратная линия теплосети; 18 — подающая линия теплосети; 19 — отвод воды в систему технического водоснабжения; 20 — трубопроводы дальнего транспорта теплоты в химически связанном состоянии; 21 — подвод высокопотенциальной теплоты.

Холодная газовая смесь ($\text{CO} + 3\text{H}_2$) транспортируется по газопроводу 20 в район теплоснабжения. Транспортировка газа осуществляется под действием перепада давлений, создаваемого компрессором 15 аналогично транспортировке природного газа.

В районе теплоснабжения газовая смесь поступает в специальный аппарат — метанатор 7, где снова превращается в смесь метана CH_4 и водяного пара H_2O . Реакция сопровождается выделением теплоты при температуре около $600\text{ }^\circ\text{C}$.

Полученная в метанаторе горячая смесь метана и водяного пара поступает в парогенератор 8, в котором за счет использования физической теплоты га-

зовой смеси вырабатывается водяной пар энергетических параметров. Пар поступает в теплофикационную турбоустановку 9, в которой комбинированным методом вырабатываются электроэнергия и теплота. Отработавший пар из турбоустановки 9 поступает в теплофикационный подогреватель 11, где, конденсируясь, отдает теплоту сетевой воде. Конденсат насосом 14 подается в парогенератор 8.

Смесь метана и водяного пара после парогенератора проходит через теплообменник 12, где используется для дополнительного подогрева сетевой воды.

Вода, выделившаяся из парогазовой смеси в процессе ее охлаждения в парогенераторе 8 и теплообменнике 12, отводится с помощью водоотделителя 13 в систему технического водоснабжения 19. Осушенный метан возвращается по обратному газопроводу 20 к источнику теплоты.

Таким образом, теплота высокого потенциала, подведенная к конверсионному реактору 1, превращается в нем в основном в химическую энергию. Эта химическая энергия в виде газовой смеси-водорода H_2 и оксида углерода CO передается по сверхдальному теплопроводу 20 в район теплоснабжения. В метанаторе 7, размещенном в районе теплоснабжения, химическая энергия превращается в теплоту повышенного потенциала и используется для комбинированной выработки электрической энергии и теплоты низкого потенциала, используемой для теплоснабжения.

Рассматриваемая система создает возможность выработки электрической энергии и теплоты без непосредственного сжигания топлива в городах. В процессе работы системы метан не расходуется, а только циркулирует в замкнутом контуре: конверсионный реактор — газопровод $CO + 3H_2$ — метанатор — газопровод CH_4 — конверсионный реактор.

Основные преимущества системы дальней транспортировки теплоты в химически связанном состоянии по сравнению с двухтрубной водяной системой теплоснабжения:

- 1) возможность передачи теплоты на большие расстояния (100 км и более) практически без потерь в окружающую среду;
- 2) упрощение конструкции дальних трубопроводов и снижение их стоимости благодаря отсутствию тепловой изоляции и компенсаторов температурных деформаций, а также увеличению пропускной способности по теплоте примерно втрое по сравнению с водяной двухтрубной системой при трубопроводах одного и того же диаметра.

Основные недостатки рассматриваемой системы:

- 1) усложнение и удорожание теплоисточников;
- 2) снижение удельной комбинированной выработки электрической энергии.

Возможно также создание некаталитических систем транспорта теплоты в химически связанном состоянии, основанных на использовании эндотермических реакций разложения растворов (на источнике теплоты) и экзотермических реакций их синтеза (в районах теплового потребления). В этих системах теплота на источнике (ТЭЦ или котельной) затрачивается на выпаривание летучего вещества из раствора. После охлаждения растворенное вещество и растворитель разделяются (по отдельным трубопроводам) транспортируются в район теплоснабжения.

После выделения энергии растворения в процессе синтеза растворенного вещества и растворителя восстановленный раствор возвращается по обратному трубопроводу к источнику теплоты. Системы, основанные на некаталитических методах, являются, как правило, трехтрубными.

По двум подающим трубопроводам растворенное вещество и растворитель транспортируются от источника теплоты в район теплоснабжения. По обратному трубопроводу восстановленный раствор транспортируется из района теплоснабжения к источнику теплоты. В качестве таких растворов могут быть использованы $\text{Ca}(\text{OH})_2$, MgCO_3 и пр.

ВЫБОР ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ И СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Выбор теплоносителя и системы теплоснабжения определяется техническими и экономическими соображениями и зависит главным образом от типа источника теплоты и вида тепловой нагрузки. Рекомендуется максимально упростить систему теплоснабжения. Чем система проще, тем она дешевле в сооружении и надежнее в эксплуатации. Наиболее простые решения дает применение единого теплоносителя для всех видов тепловой нагрузки.

При проектировании тепловых сетей (со всеми сопутствующими конструкциями) от выходных запорных задвижек (исключая их) коллекторов источника теплоты или от наружных стен источника теплоты до выходных запорных задвижек (включая их) тепловых пунктов (узлов вводов) зданий и сооружений, транспортирующие горячую воду с температурой до 200 °С и давлением до 2,5 МПа включительно, водяной пар с температурой до 440 °С и давлением до 6,3 МПа включительно, конденсат водяного пара следует соблюдать [СНиП 41-02-2003](#) «Тепловые сети».

В своде правил [СП 41-101-95](#) приведены требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям помещений тепловых пунктов, даны рекомендации по расчету и подбору оборудования, приборов учета, контроля и автоматизации, применяемых в ЦТП и ИТП, приведены также сведения по используемым трубам и арматуре.

Указания по проектированию вновь строящихся и реконструируемых автономных котельных содержит [СП 41-104-2000](#) «Проектирование автономных источников теплоснабжения».

На стальные электросварные прямошовные трубы диаметром от 10 до 530 мм из углеродистой и низколегированной стали, применяемые для трубопроводов и конструкций различного назначения распространяется [ГОСТ 10705-80](#) «Трубы стальные электросварные. Технические условия», [ГОСТ 11068-81](#) «Трубы электросварные из коррозионно-стойкой стали. Технические условия», [ГОСТ 10706-76 \(СТ СЭВ 489-77\)](#) «Трубы стальные электросварные прямо-

шовные. Технические требования», [ГОСТ 10707-80](#) «Трубы стальные электросварные холоднодеформированные. Технические условия» и пр.

На горячедеформированные бесшовные трубы общего назначения из углеродистой и легированной стали для трубопроводов, конструкций, деталей машин и других технических целей распространяется [ГОСТ Р 53383-2009](#) «Трубы стальные бесшовные горячедеформированные. Технические условия» и пр.

Указания по проектированию и строительству подземных тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб и фасонных изделий с промышленной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке [СП 41-105-2002](#) «Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с промышленной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке».

Правила по проектированию и монтажу подземных тепловых сетей из напорных асбестоцементных труб указаны [СП 41-106-2006](#). В Своде правил установлены общие правила к способам соединения асбестоцементных труб между собой и со стальными соединительными частями, рассмотрены вопросы проектирования тепловых сетей, методы прокладки трубопроводов, хранения асбестоцементных труб и муфт, правила безопасности труда.

Требования к теплоизоляционным конструкциям, изделиям и материалам, входящим в состав конструкций, нормы плотности теплового потока с изолируемых поверхностей оборудования и трубопроводов с положительными и отрицательными температурами при их расположении на открытом воздухе, в помещении, непроходных каналах и при бесканальной прокладке. В документе приведены правила определения объема и толщины уплотняющихся волокнистых теплоизоляционных материалов в зависимости от коэффициента уплотнения содержит [СНиП 41-03-2003](#) «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов».

Методы защиты стальных трубопроводов тепловых сетей и элементов трубопроводов от наружной коррозии, порядок применения средств защиты и требования к защитным антикоррозионным покрытиям и устройствам электро-

химической защиты (ЭХЗ), порядок приемки и ремонта защитных антикоррозионных покрытий и устройств ЭХЗ, правила эксплуатации ЭХЗ в зависимости от способа прокладки тепловых сетей, типа теплоизоляционных конструкций, условий эксплуатации устанавливает [РД 153-34.0-20.518-2003](#) «Типовая инструкция по защите трубопроводов тепловых сетей от наружной коррозии».

Отношения между организацией, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения, органами местного самоуправления и правообладателями земельных участков, возникающие в процессе определения и предоставления технических условий подключения строящихся, реконструируемых или построенных, но не подключенных объектов капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения, включая порядок направления запроса, порядок определения и предоставления технических условий, а также критерии определения возможности подключения регулируют «[Правила определения](#) и предоставления технических условий подключения объекта капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения» и «[Правила подключения объекта](#) капитального строительства к сетям инженерно-технического обеспечения» и др.

Состав и правила оформления рабочих чертежей тепловых сетей объектов строительства всех отраслей промышленности и народного хозяйства устанавливает стандарт [ГОСТ 21.605-82* \(СТ СЭВ 5676-86\)](#).

Если тепловая нагрузка района состоит только из отопления, вентиляции и горячего водоснабжения, то при теплофикации применяется обычно двухтрубная водяная система. В тех случаях, когда кроме отопления, вентиляции и горячего водоснабжения в районе имеется также небольшая технологическая нагрузка, требующая теплоты повышенного потенциала, при теплофикации рационально применение трехтрубных водяных систем. Одна из подающих линий системы используется для удовлетворения нагрузки повышенного потенциала.

В тех случаях, когда основной тепловой нагрузкой района является технологическая нагрузка повышенного потенциала, а сезонная тепловая нагрузка

невелика, в качестве теплоносителя применяется обычно пар.

При выборе системы теплоснабжения и параметров теплоносителя учитываются технические и экономические показатели по всем элементам: источнику теплоты, сети, абонентским установкам. Энергетически вода выгоднее пара. Применение многоступенчатого подогрева воды на ТЭЦ позволяет повысить удельную комбинированную выработку электрической и тепловой энергии, благодаря чему возрастает экономия топлива. При использовании паровых систем вся тепловая нагрузка покрывается обычно отработавшим паром более высокого давления, отчего удельная комбинированная выработка электрической энергии снижается.

Основные преимущества воды как теплоносителя по сравнению с паром:

- ❑ большая удельная комбинированная выработка электрической энергии на базе теплового потребления;
- ❑ сохранение конденсата на ТЭЦ, что имеет особенно важное значение для электростанций высокого давления;
- ❑ возможность центрального регулирования однородной тепловой нагрузки или определенного сочетания разных видов нагрузки при одинаковом отношении расчетных нагрузок у абонентов, что упрощает местное регулирование;
- ❑ более высокий КПД системы теплоснабжения вследствие отсутствия в абонентских установках потерь конденсата и пара, имеющих место в паровых системах;
- ❑ повышенная аккумулирующая способность водяной системы.

Основные недостатки воды как теплоносителя:

- ❑ большой расход электроэнергии на перекачку сетевой воды по сравнению с ее расходом на перекачку конденсата в паровых системах;
- ❑ большая «чувствительность» к авариям, так как утечки теплоносителя из паровых сетей вследствие значительных удельных объемов пара во много (примерно 20—40) раз меньше, чем в водяных системах (при небольших повреждениях паровые сети могут продолжительно оставаться в работе, в то время как водяные системы требуют остановки);

- большая плотность теплоносителя и жесткая гидравлическая связь между всеми точками системы.

По условиям удовлетворения теплового режима абонентских установок, определяемого средней температурой теплоносителя в абонентских теплообменниках, вода и пар могут считаться равноценными теплоносителями. Только в особых случаях, когда пар используется непосредственно для технологического процесса (обдувка, пропарка и т.д.), он не может быть заменен водой.

При теплоснабжении от котельных пар применяется и при тепловых нагрузках низкого потенциала.

Серьезное значение имеет правильный выбор параметров теплоносителя. При теплоснабжении от котельных рационально, как правило, выбирать высокие параметры теплоносителя, допустимые по условиям техники транспортировки теплоты по сети и использования ее в абонентских установках. Повышение параметров теплоносителя приводит к уменьшению диаметров тепловой сети и снижению расходов по перекачке. При теплофикации необходимо учитывать влияние параметров теплоносителя на экономику ТЭЦ.

Выбор водяной системы теплоснабжения закрытого или открытого типа зависит главным образом от условий водоснабжения ТЭЦ, качества водопроводной воды (жесткости, коррозионной активности, окисляемости) и располагаемых источников низкопотенциальной теплоты для горячего водоснабжения.

Обязательным условием, как для открытой, так и для закрытой систем теплоснабжения является обеспечение стабильного качества горячей воды у абонентов в соответствии с [СанПиН 2.1.4.1074-01. 2.1.4.](#) В большинстве случаев качество исходной водопроводной воды предопределяет выбор системы теплоснабжения.

Преимущественное применение каждой из рассматриваемых систем теплоснабжения определяется следующими показателями исходной водопроводной воды. При закрытой системе: индекс насыщения $> -0,5$; карбонатная жесткость

< 7 мг-экв/л; $(Cl + SO_4) \leq 200$ мг/л; перманганатная окисляемость не регламентируется.

При открытой системе: перманганатная окисляемость $O < 4$ мг/л; индекс насыщения, карбонатная жесткость, концентрация хлорида и сульфатов не регламентируются.

При повышенной окисляемое ($O > 4$ мг/л) в застойных зонах открытых систем теплоснабжения (радиаторы отопительных установок и др.) развиваются микробиологические процессы, следствием которых — сульфидное загрязнение воды. Так, вода, отбираемая из отопительных установок для горячего водоснабжения, имеет неприятный сероводородный запах.

По энергетическим показателям и по начальным затратам современные двухтрубные закрытые и открытые системы теплоснабжения являются в среднем равноценными. По начальным затратам открытые системы имеют некоторые экономические преимущества при наличии на ТЭЦ источников мягкой воды, не нуждающейся в водоподготовке и удовлетворяющей санитарным требованиям к питьевой воде. При использовании открытых систем вода для горячего водоснабжения отбирается из тепловой сети, что, с одной стороны, разгружает сеть холодного водопровода и создает в ряде случаев дополнительные экономические преимущества, а с другой — часто вынуждает подводить к ТЭЦ магистральные водоводы, что увеличивает капитальные затраты. По эксплуатационным расходам открытые системы несколько уступают закрытым в связи с дополнительными затратами на водоподготовку. В эксплуатации открытые системы сложнее закрытых из-за нестабильности гидравлического режима тепловой сети, усложнения санитарного контроля плотности системы.

При дальней транспортировке теплоты в районах с относительно большой нагрузкой горячего водоснабжения при наличии вблизи ТЭЦ или котельной источников воды, удовлетворяющей санитарным требованиям, экономически оправдано применение открытой системы теплоснабжения с однотрубным (однонаправленным) транзитом и двухтрубной распределительной сетью.

При суперсверхдальней транспортировке теплоты на расстояние порядка

100— 150 км и более целесообразно проверить экономичность применения химотермической системы передачи теплоты, т.е. транспортировки теплоты в химически связанном состоянии.

ОБОРУДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Трасса и профиль теплопроводов

Тепловая сеть — совокупность устройств (включая центральные тепловые пункты, насосные станции), предназначенных для передачи тепловой энергии, теплоносителя от источников тепловой энергии до теплопотребляющих установок (Федеральный закон от 27.07.2010 [N 190-ФЗ](#) «О теплоснабжении»).

Направление теплопроводов (трасса) выбирается по тепловой карте района с учетом материалов геодезической съемки, плана существующих и намечаемых надземных и подземных сооружений, данных о характеристике грунтов, высоте стояния грунтовых вод и т.п. Следует стремиться к прокладке магистральной трассы в районе наиболее плотной тепловой нагрузки, к наименьшей длине теплопроводов и минимальному объему работ по сооружению сети.

Для предупреждения коррозии не рекомендуется прокладывать подземные тепловые сети в одном проезде параллельно с трамвайными путями и отсасывающими кабелями постоянного тока, а также на территориях бывших свалок, участков, подвергающихся затоплению загрязненными жидкостями, в заболоченных местах.

Вопрос о выборе типа теплопровода (надземный или подземный) решается с учетом местных условий и технико-экономических обоснований.

При высоком уровне грунтовых и внешних вод, большой густоте существующих подземных сооружений на трассе проектируемого теплопровода, сильно пересеченной оврагами местности и пересечении многоколейных железнодоро-

рожных путей в большинстве случаев отдается предпочтение надземным теплопроводам. Они обычно также применяются на территориях промышленных предприятий при совместной прокладке энергетических и технологических трубопроводов на общих эстакадах или высоких опорах.

В жилых районах из архитектурных соображений обычно применяется подземная прокладка тепловых сетей.

Однако опыт показывает, что надземные теплопроводы долговечнее и более ремонтпригодны по сравнению с подземными. Поэтому желательно изыскивать возможность хотя бы частичного применения в городах надземных теплопроводов на низких отдельно стоящих опорах, в первую очередь на окраинах городов, в промышленных зонах, в районах, не подлежащих застройке, и др.

В особо тяжелых грунтовых условиях (вечномерзлые грунты, просаживающиеся и заболоченные участки) должны, как правило, применяться надземные теплопроводы.

При выборе трассы теплопровода следует руководствоваться в первую очередь условиями надежности теплоснабжения, безопасности работы обслуживающего персонала и населения, возможностью быстрой ликвидации неполадок и аварий. По условиям безопасности работы тепловых сетей и надежности теплоснабжения не допускается прокладка в общих каналах теплопроводов совместно с газопроводами, трубопроводами сжатого воздуха давлением выше 1,6 МПа, трубопроводами легковоспламеняющихся и ядовитых жидкостей и газов, трубопроводами фекальной и ливневой канализации.

При проектировании подземных теплопроводов по условиям снижения начальных затрат следует выбирать минимальное количество камер, сооружая их только в пунктах установки арматуры и приборов, нуждающихся в обслуживании. Количество требующихся камер сокращается при применении сильфонных или линзовых компенсаторов, а также осевых компенсаторов с большим ходом (сдвоенных компенсаторов), естественной компенсации тем-

пературных деформаций.

Согласно [СНиП 41-02-2003](#) заглубление тепловых сетей от поверхности земли или дорожного покрытия (кроме автомобильных дорог I, II и III категорий) следует принимать не менее:

- до верха перекрытий каналов и тоннелей - 0,5 м;
- до верха перекрытий камер - 0,3 м;
- до верха оболочки бесканальной прокладки 0,7 м.
- на вводе тепловых сетей в здание допускается принимать заглубления от поверхности земли до верха перекрытия каналов или тоннелей - 0,3 м и до верха оболочки бесканальной прокладки - 0,5 м;
- при высоком уровне грунтовых вод допускается предусматривать уменьшение величины заглубления каналов и тоннелей и расположение перекрытий выше поверхности земли на высоту не менее 0,4 м, если при этом не нарушаются условия передвижения транспорта.

Для защиты паропровода от попадания конденсата из конденсатопровода в период остановки паропровода или падения давления пара после конденсатоотводчиков должны устанавливаться обратные клапаны или затворы.

Выбранное направление трассы тепловых сетей с учетом норм приближения к сооружениям и смежным коммуникациям наносится на план геодезической съемки с привязкой оси трассы к существующим зданиям или другим сооружениям.

По трассе тепловых сетей строится продольный профиль, на который наносят планировочные (красные) и существующие (черные) отметки земли, уровень стояния грунтовых вод, существующие и проектируемые подземные коммуникации, и другие сооружения, пересекаемые теплопроводом, с указанием вертикальных отметок этих сооружений.

Конструкция теплопроводов

В общем случае теплопровод состоит из трех основных элементов:

- 1) рабочего трубопровода, по которому транспортируется теплоноситель и который в современных условиях обычно выполняется из стальных труб, соединенных между собой с помощью сварки;
- 2) изоляционной конструкции, предназначенной для защиты наружной поверхности стального трубопровода от коррозии и теплопровода в целом от тепловых потерь;
- 3) несущей конструкции, воспринимающей весовую нагрузку теплопровода и другие усилия, возникающие при его работе, а также разгружающей стальной трубопровод и его изоляционную конструкцию от нагрузки окружающей среды (веса грунта, движущегося наземного транспорта, ветра и т.д.).

Конструктивное выполнение указанных элементов зависит от типа теплопровода и используемых материалов. В некоторых типах теплопроводов, например в бесканальном теплопроводе с монолитной изоляцией, функции изоляционной и несущей конструкции совмещены в одном общем элементе.

В зависимости от используемых материалов изоляционная конструкция теплопровода может выполняться как в виде одного элемента, так и в виде нескольких последовательно соединенных элементов, например нескольких наложенных друг на друга слоев изоляции, каждый из которых выполняет отдельную задачу (антикоррозионную защиту, тепловую защиту, защиту изоляции от влаги).

Современные теплопроводы должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- ❑ надежная прочность и герметичность трубопроводов и установленной на них арматуры при ожидаемых в эксплуатационных условиях давлениях и температурах теплоносителя;
- ❑ высокое и устойчивое в эксплуатации в условиях тепло- и электросопротивление, а также низкие воздухопроницаемость и водопоглощение изоляционной конструкции, индустриальность и сборность;
- ❑ возможность изготовления в заводских условиях всех основных элементов

теплопровода, укрупненных до пределов, определяемых типом и мощностью подъемно-транспортных средств; сборка теплопроводов на трассе из готовых элементов;

- возможность механизации всех трудоемких процессов строительства и монтажа;
- ремонтпригодность, т.е. возможность быстрого обнаружения причин возникновения отказов или повреждений и устранение их и их последствий путем проведения ремонта в заданное время;
- экономичность при строительстве и эксплуатации.

Наиболее распространенными конструкциями теплопроводов являются подземные.

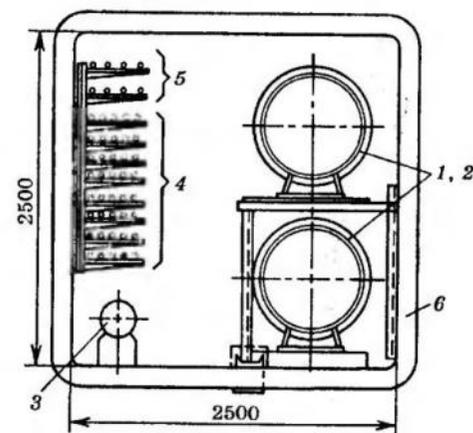
Подземные теплопроводы. Все конструкции подземных теплопроводов можно разделить на две группы: канальные и бесканальные.

В канальных теплопроводах изоляционная конструкция разгружена от внешних нагрузок грунта стенками канала.

В бесканальных теплопроводах изоляционная конструкция испытывает нагрузку грунта.

Каналы сооружаются проходными и непроходными.

В настоящее время для теплотрасс используются сборные железобетонные элементы, заранее изготовленные или специальные элементы напорных механизмов. Траншеи для теплопроводов, как правило, осуществляются экскаваторами. Все это позволяет значительно ускорить строительство тепловых сетей и снизить их стоимость.



В настоящее время большинство теплопроводов сооружается из сборных железобетонных элементов, изготовленных на заводах полигонах. Сборка трассы выполняется портно-подъемными механизмами. Устройство в грунте теплопроводов осуществляется экскаваторами.

Из всех подземных теплопроводов наиболее надежными, зато и наиболее дорогими по начальным затратам являются теплопроводы в проходных каналах.

Основное преимущество проходных каналов — постоянный доступ к теплопроводам. Проходные каналы позволяют заменять и добавлять теплопроводы, проводить ревизию, ремонт и ликвидацию аварий на теплопроводах без разрушения дорожных покрытий и разрытия мостовых. Проходные каналы применяются обычно на выводах от теплоэлектроцентрали и на основных магистралях промплощадок крупных предприятий. В последнем случае в общем проходном канале прокладываются все теплопроводы производственного назначения (паропроводы, водоводы, теплопроводы сжатого воздуха).

В крупных городах целесообразно сооружать проходные каналы (коллекторы) под основными проездами до устройства на этих проездах усовершенствованных дорожных одежд. В таких коллекторах прокладываются большинство подземных городских коммуникаций: теплопроводы, водопроводы, силовые и осветительные кабели, кабели связи и др. (рис. 8).

Рис. 8. Городской коллектор из объемных элементов:

- 1,2 — обратный и подающий теплопроводы;
- 3 — водопровод;
- 4 — кабели связи;
- 5 — силовые кабели;
- 6 — железобетонный объемный элемент

Габаритные размеры проходных каналов выбирают из условия обеспечения достаточного прохода для обслуживающего персонала и свободного доступа ко всем элементам оборудования, требующим постоянного обслуживания (задвижки, сальниковые компенсаторы, дренажные устройства и т.п.).

Проходные каналы должны быть оборудованы естественной вентиляцией для поддержания температуры воздуха не выше 30 °С, электрическим освещением низкого напряжения (до 30 В), устройством для быстрого отвода воды из канала.

Требования к изоляционной конструкции теплопровода в проходных и полупроходных каналах выполняются сравнительно простыми средствами — посредством защиты с помощью покровного слоя из гидрофобного рулонного материала, например полиэтилена или бризола; теплоизоляционной оболочки на трубопроводе от капельной влаги, могущей образоваться на перекрытии и стенках канала и, кроме того, установкой на подвижных и неподвижных опорах прокладок из материалов, обладающих диэлектрическими свойствами, например паронита для электрической изоляции металлического трубопровода от несущей конструкции канала и окружающего грунта.

В тех случаях, когда количество параллельно прокладываемых трубопроводов невелико (два-четыре), но постоянный доступ к ним необходим, например, при пересечении автомагистралей с усовершенствованными покрытиями, теплопроводы сооружаются в полупроходных каналах.

Габаритные размеры полупроходных каналов выбирают из условия прохода по ним человека в полусогнутом состоянии. Высота в свету полупроходных каналов выбирается не менее 1400 мм. По удобству обслуживания полупроходные каналы значительно уступают проходным. В полупроходных каналах можно проводить осмотр трубопроводов и мелкий ремонт тепловой изоляции при выведенной из работы тепловой сети. Выполнять серьезный ремонт, связанный со слесарными и сварочными работами, в полупроходных каналах практически невозможно.

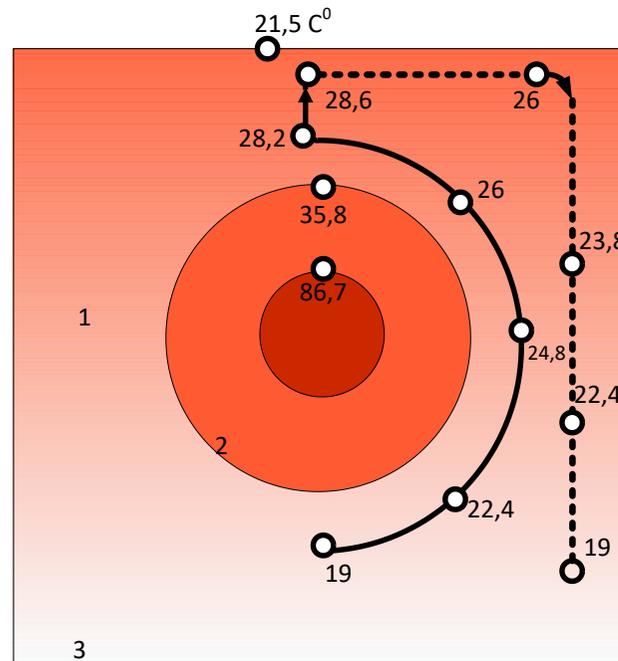
Большинство теплопроводов прокладывается в непроходных каналах или бесканально.

Теплопроводы в непроходных каналах. Каналы собираются из унифицированных железобетонных элементов разных размеров. Для надежной и долговечной работы теплопровода необходима защита канала от поступления в него грунтовых или поверхностных вод. Как правило, нижнее основание канала должно быть выше максимального уровня грунтовых вод.

Для защиты от поверхностных вод наружная поверхность канала (стены и перекрытия) покрывается оклеенной гидроизоляцией из битумных материалов.

При прокладке теплопроводов ниже максимального уровня грунтовых вод сооружаются попутные дренажи, снижающие местный уровень грунтовых вод по трассе теплопровода ниже его основания.

Основное преимущество теплопровода с воздушным зазором по сравнению с бесканальным заключается в создании благоприятных условий для высыхания тепловой изоляции, а сухая тепловая изоляция, как было сказано выше, уменьшает не только тепловые потери, но и опасность химической и электрохимической наружной коррозии подземного теплопровода.



Воздух по сечению канала имеет неодинаковую температуру, которая растет в направлении от

поверхности изоляционной оболочки к перекрытию канала (на рис. 9 показано сплошной линией) и снижается в направлении, указанном пунктирной линией, т.е. у верхнего перекрытия и вдоль наружной стенки канала от перекрытия к днищу.

В процессе охлаждения воздуха у верхнего перекрытия поверхности наружной стенки из него выпадает влага, которая в виде капель стекает со стен канала на его дно. Для защиты изоляционной конструкции теплопровода от капельной влаги, выпадающей на перекрытии, автор исследования рекомендует устанавливать поверхность верхнего перекрытия с поперечным наклоном к горизонту. Угол наклона для железобетонных перекрытий может быть принят равным 4—8°.

В каналах с воздушным зазором изоляционный слой может выполняться в виде подвесной или монолитной конструкции. Она состоит из трех основных

Рис. 9. Изменение температуры воздуха по поперечному сечению канала

1 — воздушный зазор;

2 — изоляционный слой;

3 — внутренняя поверхность канала

элементов:

- ❑ антикоррозийного защитного слоя в виде наложенных в заводских условиях на стальной трубопровод нескольких слоев эмали или изола, имеющих достаточную механическую прочность и обладающих высоким электросопротивлением и необходимой температуростойкостью;
- ❑ теплоизоляционного слоя, выполненного из материала с низким коэффициентом теплопроводности, например минеральной ваты или пеностекла, в виде мягких матов или твердых блоков, укладываемых поверх защитного антикоррозийного слоя;
- ❑ защитного механического покрытия в виде металлической сетки, выполняющей роль несущей конструкции для теплоизоляционного слоя.

Для увеличения долговечности теплопровода несущая конструкция подвесной изоляции (вязальная проволока или металлическая сетка) покрывается сверху оболочкой из некорродирующих материалов или асбоцементной штукатуркой.

Бесканальные теплопроводы. Бесканальные теплопроводы находят оправданное применение в том случае, когда они по надежности и долговечности не уступают теплопроводам в непроходных каналах и даже превосходят их, являясь более экономичными по сравнению с последними по начальной стоимости и трудозатратам на сооружение и эксплуатацию.

Все конструкции бесканальных теплопроводов можно разделить на три группы: в монолитных оболочках, засыпные, литые.

Состояние изоляции подземных теплопроводов зависит от режима их работы. Когда теплопровод непрерывно работает, тепловая изоляция, как правило, находится в сухом состоянии. При выведении теплопровода из работы по мере понижения температуры происходит перемещение влаги с поверхности изоляции к поверхности трубы.

Опыт показывает, что теплопроводы, работающие круглогодично, находятся в лучшем состоянии, чем работающие сезонно или периодически.

Надземные теплопроводы. Надземные теплопроводы обычно укладываются на отдельно стоящих опорах (низких или высоких), на вантовых конструкциях, подвешенных к пилонам мачт, на эстакадах. Типовые конструкции надземных теплопроводов на отдельно стоящих высоких и низких железобетонных опорах - серии ИС-01-06 и ИС-01-07. При прокладке теплопроводов на низких опорах расстояние между нижней образующей изоляционной оболочки трубопровода и поверхностью земли принимается не менее 0,35 м при ширине группы труб до 1,5 м и не менее 0,5 м при ширине группы труб более 1,5 м. Высокие отдельно стоящие опоры могут выполняться жесткими, гибкими и качающимися

Материалы для мачт выбираются в зависимости от типа и назначения теплопровода. Наиболее подходящим материалом для мачт стационарных конструкций является железобетон. В местах установки арматуры трубопроводов необходимо предусмотреть приспособление для удобного подъема обслуживающего персонала и безопасного обслуживания арматуры. В этих местах обычно устраиваются площадки с ограждениями и постоянными лестницами. Трубопроводы больших диаметров обычно опираются непосредственно на стойки эстакады. Трубопроводы малых диаметров опираются на опоры, уложенные в пролетном строении эстакады.

Теплоизоляционные материалы и конструкции

Важное значение в устройстве теплопровода имеет тепловая изоляция. От качества изоляционной конструкции теплопровода зависят не только тепловые потери, но, что не менее важно, его долговечность. При соответствующем качестве материалов и технологии изготовления тепловая изоляция может одновременно выполнять роль антикоррозионной защиты наружной поверхности стального трубопровода. К таким материалам, в частности, относятся полиуретан и производные на его основе — полимербетон и бион.

Основные требования к теплоизоляционным конструкциям заключаются в следующем:

- 1) низкая теплопроводность как в сухом состоянии, так и в состоянии естественной влажности;
- 2) малое водопоглощение и небольшая высота капиллярного подъема жидкой влаги;
- 3) малая коррозионная активность;
- 4) высокое электрическое сопротивление;
- 5) щелочная реакция среды ($\text{pH} > 8,5$);
- 6) достаточная механическая прочность.

Требования к теплоизоляционным материалам и конструкциям подземных теплопроводов существенно отличаются от требований к теплоизоляционным материалам для теплопроводов, расположенных в помещениях электростанций, котельных или производственных цехов.

Так, основными требованиями для теплоизоляционных материалов теплопроводов электростанций и котельных являются низкая теплопроводность и высокая температуростойкость. Такие материалы обычно характеризуются большим содержанием воздушных пор и малой объемной плотностью.

Последнее качество этих материалов предопределяет их повышенные гигроскопичность и водопоглощение. Одно из основных требований к теплоизоляционным материалам для подземных теплопроводов заключается в малом водопоглощении. Поэтому высокоэффективные теплоизоляционные материалы с большим содержанием воздушных пор, легко впитывающие влагу из окружающего грунта, как правило, непригодны для подземных теплопроводов.

Выбор теплоизоляционной конструкции и ее размеров зависит от типа теплопровода и располагаемых исходных материалов и выполняется на основе технико-экономических расчетов. При современных масштабах теплофикации и централизованного теплоснабжения проблема тепловой изоляции тепловых

сетей имеет большое народнохозяйственное значение.

Кроме снижения теплотерь тепловая изоляция облегчает обслуживание оборудования теплопроводов вследствие понижения температуры воздуха в подземных камерах и проходных каналах, а также устраняет опасность ожогов обслуживающего персонала. Одновременно со снижением тепловых потерь уменьшается падение температуры теплоносителя вдоль теплопровода, что повышает качество и экономичность теплоснабжения.

Трубы и их соединения

Техника транспорта теплоты предъявляет следующие основные требования к трубам, применяемым для теплопроводов:

- достаточная механическая прочность и герметичность при имеющихся место давлениях и температурах теплоносителя;
- эластичность и стойкость против термических напряжений при переменном тепловом режиме;
- постоянство механических свойств;
- стойкость против внешней и внутренней коррозии;
- малая шероховатость внутренних поверхностей;
- отсутствие эрозии внутренних поверхностей;
- малый коэффициент температурных деформаций;
- высокие теплоизолирующие свойства стенок трубы;
- простота, надежность и герметичность соединения отдельных элементов;
- простота хранения, транспортировки и монтажа.

Все известные до настоящего времени типы труб одновременно не удовлетворяют всем перечисленным требованиям. В частности, этим требованиям не вполне удовлетворяют стальные трубы, применяемые для транспорта пара и горячей воды. Однако высокие механические свойства и эластичность стальных труб, а также простота, надежность и герметичность соединений (сварка) обеспечили практически 100%-ное применение этих труб в системах централизованного теплоснабжения.

В настоящее время для сооружения тепловых сетей применяются, как правило, стальные трубы, изготовленные преимущественно из так называемой спокойной стали.

Схема трубопроводов, размещение опор и компенсирующих устройств должны быть выбраны таким образом, чтобы суммарное напряжение от всех одновременно действующих нагрузок ни в одном сечении трубопровода не превосходило допустимого.

Наиболее слабым местом стальных трубопроводов, по которому следует вести проверку напряжений, являются сварные швы.

Опоры

Опоры являются ответственными деталями теплопровода. Они воспринимают усилия от трубопроводов и передают их на несущие конструкции или грунт. При сооружении теплопроводов применяют опоры двух типов: свободные и неподвижные.

Свободные опоры воспринимают вес трубопровода и обеспечивают его свободное перемещение при температурных деформациях.

Неподвижные опоры фиксируют положение трубопровода в определенных точках и воспринимают усилия, возникающие в местах фиксации под действием температурных деформаций и внутреннего давления.

При бесканальной прокладке обычно отказываются от установки свободных опор под трубопроводами во избежание неравномерных просадок и дополнительных изгибающих напряжений. В этих теплопроводах трубы укладываются на нетронутый грунт или тщательно утрамбованный слой песка.

Работы по подготовке проектов наружных сетей водоснабжения и канализации и их сооружений

РАБОТЫ ПО ПОДГОТОВКЕ ПРОЕКТОВ НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ИХ СООРУЖЕНИЙ

Требования, предъявляемые к водопроводным сетям. Типы сетей

Водопроводная сеть является одним из основных элементов системы водоснабжения и неразрывно связана в работе с водоводами, насосными станциями, подающими воду в сеть, а также с регулирующими емкостями (резервуарами и башнями).

Водопроводная сеть должна удовлетворять следующим основным требованиям:

- а) обеспечивать подачу заданных количеств воды к местам ее потребления под требуемым напором;
- б) обладать достаточной степенью надежности и бесперебойности снабжения водой потребителей.

Кроме того, выполняя поставленные требования, сеть должна быть запроектирована наиболее экономично, т. е. обеспечивать наименьшую величину приведенных затрат на строительство и эксплуатацию как самой сети, так и неразрывно связанных с ней в работе других сооружений системы.

Выполнение этих требований достигается правильным выбором конфигурации сети и материала труб, а также правильным определением диаметров труб с технической и экономической точки зрения.

Первой задачей, которую решают при проектировании сети, является ее трассировка, т. е. придание ей определенной геометрической формы в плане.

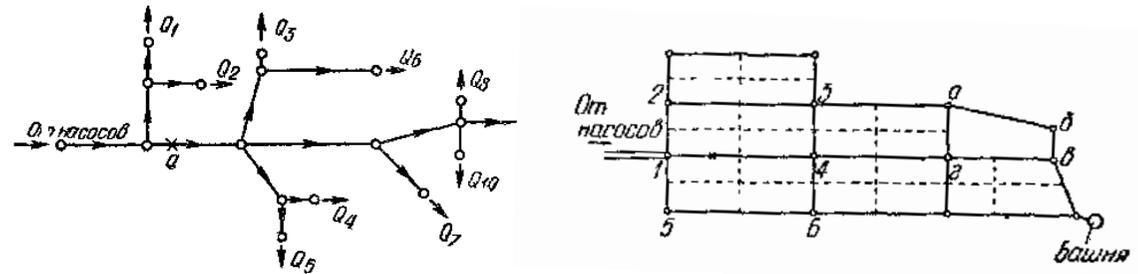
Расположение линий водопроводной сети зависит:

- 1) от характера планировки снабжаемого водой объекта, размещения отдельных потребителей воды, расположения проездов, формы и разме-

- ров жилых кварталов, цехов, зеленых насаждений и т. д.;
- 2) от наличия естественных и искусственных препятствий для прокладки труб (рек, каналов, оврагов, железнодорожных путей и т. п.);
- 3) от рельефа местности.

В практике водоснабжения используют два основных вида сетей: разветвленные, или тупиковые (рис. 10), и кольцевые (рис. 11).

2.



Подача воды в заданных количествах в любую точку территории объекта водоснабжения может быть осуществлена как по разветвленной, так и по кольцевой сети. Однако в отношении надежности и обеспечения бесперебойной подачи воды потребителям эти типы сетей далеко не равноценны. Авария и выключение на ремонт любого участка разветвленной сети ведут к прекращению подачи воды всем потребителям, расположенным ниже места аварии по направлению движения воды. В кольцевой сети при аварии, (и выключении) любого ее участка, вода может быть подана в обход по параллельно расположенным линиям. При этом нарушается снабжение водой только тех потребителей, которые присоединены к выключенному участку.

Кольцевая форма сети в известной мере парализует действие гидравлических ударов, которые иногда возникают в водопроводных сетях.

В то же время общая протяженность кольцевой сети всегда больше, чем разветвленной (для того же объекта), и поэтому строительная стоимость

кольцевой сети выше.

Для большинства объектов водоснабжения — как городов, так и промышленных предприятий — в соответствии с их требованиями к надежности систем подачи воды устраивают кольцевые сети.

Разветвленные сети могут быть допущены в отдельных случаях в небольших поселковых водопроводах и водопроводах сельских местностей (использующих пожарные водоемы на территории поселка) и для снабжения водой тех производственных потребителей, которые допускают перерывы в снабжении водой.

Кроме того, разветвленные сети часто используют в крупных районных водопроводах, снабжающих ряд объектов, отстоящих друг от друга на значительные расстояния. В таких системах надежность водоснабжения обеспечивается наличием местных резервуаров достаточной емкости.

Более экономично требуемая надежность таких систем может быть обеспечена не устройством кольцевой сети, а созданием достаточных резервных емкостей у отдельных потребителей.

В городских водопроводах для подачи воды к домовым ответвлениям водопроводные линии приходится прокладывать почти по каждому проезду и по каждой улице, поэтому сеть в целом принимает форму смежных замкнутых контуров (колец), определяемую в основном планировкой города. При этом в отношении транспортирования воды не все линии сети равноценны. В любой кольцевой сети можно наметить основные направления движения воды, определяемые формой территории объекта, а также местами расположения точек питания (точек присоединения к сети водоводов и водонапорных башен) и крупнейших потребителей воды.

Из общей массы линий, составляющих водопроводную сеть, обычно выделяется система так называемых магистральных линий, основной задачей которых является транспортирование воды транзитом в более удаленные районы снабжаемой территории. Магистралы выбираются из числа линий, идущих в направлении движения основных масс воды (сплошные линии).

Рис. 10, 11. Виды сетей.

При трассировке магистралей стремятся к тому, чтобы подача воды в отдельные районы города и к отдельным крупным потребителям происходила кратчайшим путем.

Система основных транзитных магистралей соединяется рядом поперечных соединительных линий (перемычек) также магистрального значения, служащих для выравнивания загрузки основных продольных магистралей и обеспечения надежности работы системы. В случае аварии на одной из магистральных линий кольцевой сети вода по соединительным ветвям поступает в другую параллельную магистраль.

Остальные линии, присоединенные к магистральной сети и получающие воду из нее (пунктирные линии), составляют так называемую распределительную сеть. Основная задача этой сети — непосредственная подача воды к отдельным домовым ответвлениям, а также подвод воды к пожарным гидрантам во время пожара.

Рассчитывают обычно лишь сеть магистральных линий. Что касается линий распределительной сети, то их диаметры принимают в зависимости от размеров пожарного расхода. Магистральные линии, наряду с транспортированием воды в удаленные районы, снабжают ею также и непосредственно примыкающие к ним кварталы.

Что касается наружных сетей производственных водопроводов, то обычно нет оснований делить их на магистральные и распределительные, и вся запроектированная сеть полностью подвергается расчету.

Известное влияние на выбор трассы магистралей оказывает рельеф местности. Магистральные линии по возможности следует прокладывать по наиболее возвышенным точкам территории. При этих условиях наличие достаточных свободных напоров в магистральной сети обеспечивает создание достаточных напоров и в распределительной (нерассчитываемой) сети, питающейся от магистральной и располагаемой на более низких отметках. Такая прокладка магистралей обеспечивает также относительно меньшее давление в трубах больших диаметров.

Места расположения регулирующих емкостей (определяемые в зависимости от рельефа местности) также оказывают влияние на выбор трассы магистральной сети.

Отбор воды из сети

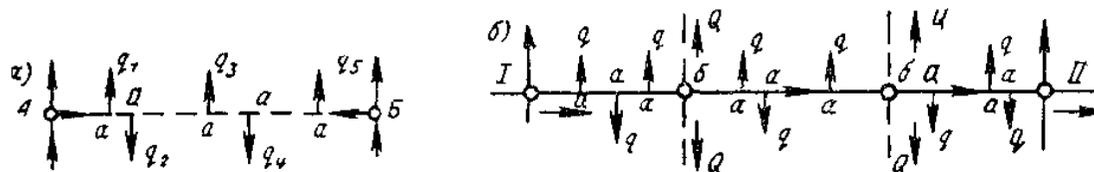
Для расчета водопроводной сети, т. е. определения диаметров ее отдельных участков (линий), необходимо не только знать форму (конфигурацию) сети и протяженность всех ее линий, но также знать или наметить места (точки) и величины подач и отборов воды.

Имея общую схему расположения основных сооружений системы водоснабжения и приняв определенный суточный график водопотребления, можно относительно легко наметить точки сети, в которые подается вода от водопитателей, и количества подаваемой воды для отдельных расчетных моментов работы системы.

Значительно сложнее обстоит дело с отборами воды из сети (для нужд потребителей).

Только в тех случаях, когда сеть снабжает водой относительно небольшое число потребителей, забирающих определенное количество воды в единицу времени, можно получить ясную и точную схему отбора воды. Подобная картина часто встречается в системах водоснабжения промышленных предприятий, где отбор воды из сети производится относительно небольшим числом цехов.

Из городской водопроводной сети вода подается потребителям через весьма многочисленные домовые ответвления, присоединяемые к трубам уличной сети на различных расстояниях друг от друга.



Поэтому в городских (и поселковых) водопроводах мы вынуждены принимать упрощенную расчетную схему водоразбора, допуская условно, что подаваемая в сеть вода расходуется равномерно по длине сети и, следовательно, количество воды, отдаваемой каждым участком, пропорционально его длине.

При расчете водопроводных сетей обычно делается еще одно допущение, позволяющее значительно упростить расчетную схему отбора воды. Потребители отбирают воду через различные водоразборные краны. При определенной степени открытия данного крана расход воды из него будет зависеть от величины давления в водопроводной сети в точке присоединения к ней внутреннего водопровода. Но давление в водопроводной сети меняется непрерывно в зависимости от числа, мест расположения и размеров отборов в сети, происходящих в данный момент времени. В водопроводах населенных мест процесс отбора воды в различных точках городской сети, очевидно, не подчиняется никакой закономерности и не может быть учтен при расчете сети.

В силу этого в расчетной схеме отбора воды из сети условно предполагается, что все подобные отборы (приведенные в конечном результате к узловым расходам) не зависят от изменений давления в сети, и все узловые расходы принимаются «фиксированными» для каждого рас четного случая.

Одновременно в расчетной схеме сети остаются некоторые «нефиксированные» отборы, т. е. такие отборы, величина которых значительна и может быть выражена в зависимости от давления в сети.

К таким «нефиксированным» отборам относятся поступления воды из сети в напорные регулирующие емкости (в периоды их пополнения), отборы воды из сети насосными станциями подкачки и другие специальные виды отборов воды.

ВЫБОР СХЕМЫ И СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Выбор схемы и системы водоснабжения следует производить на основании сопоставления возможных вариантов ее осуществления с учетом особенностей объекта или группы объектов, требуемых расходов воды на различных этапах их развития, источников водоснабжения, требований к напорам, качеству воды и обеспеченности ее подачи.

Сопоставлением вариантов должны быть обоснованы:

- источники водоснабжения и использование их для тех или иных потребителей;
- степень централизации системы и целесообразность выделения локальных систем водоснабжения;
- объединение или разделение сооружений, водоводов и сетей различного назначения;
- зонирование системы водоснабжения, использование регулирующих емкостей, применение станций регулирования и насосных станций подкачки;
- применение объединенных или локальных систем оборотного водоснабжения;
- использование отработанных вод одних предприятий (цехов, установок, технологических линий) для производственных нужд других предприятий (цехов, установок, технологических линий), а также для полива территории и зеленых насаждений;
- использование очищенных производственных и бытовых сточных вод, а также аккумулированного поверхностного стока для производственного водоснабжения, орошения и обводнения водоемов;
- целесообразность организации замкнутых циклов или создания замкнутых систем водопользования;

Рис. 12. Домовые ответвления.

- очередность строительства и ввода в действие элементов системы по пусковым комплексам.

Централизованные системы водоснабжения по степени обеспеченности подачи воды подразделяются на три категории:

- I. допускается снижение подачи воды на хозяйственно-питьевые нужды не более 30% расчетного расхода и на производственные нужды до предела, устанавливаемого аварийным графиком работы предприятий; длительность снижения подачи не должна превышать 3 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускаются на время выключения поврежденных и включения резервных элементов системы (оборудования, арматуры, сооружений, трубопроводов и др.), но не более чем на 10 мин;
- II. величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 10 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускаются на время выключения поврежденных и включения резервных элементов или проведения ремонта, но не более чем на 6 ч;
- III. величина допускаемого снижения подачи воды та же, что при I категории; длительность снижения подачи не должна превышать 15 сут. Перерыв в подаче воды или снижение подачи ниже указанного предела допускается на время проведения ремонта, но не более чем на 24 ч.

Объединенные хозяйственно-питьевые и производственные водопроводы населенных пунктов при числе жителей в них более 50 тыс. чел. следует относить к I категории; от 5 до 50 тыс. чел. - ко II категории; менее 5 тыс. чел. - к III категории.

Категорию сельскохозяйственных групповых водопроводов следует принимать по населенному пункту с наибольшим числом жителей.

При необходимости повышения обеспеченности подачи воды на производственные нужды промышленных и сельскохозяйственных предприятий (производств, цехов, установок) следует предусматривать локальные системы водоснабжения.

Проекты локальных систем, обеспечивающих технологические требования объектов, должны рассматриваться и утверждаться совместно с проектами этих объектов.

Категорию отдельных элементов систем водоснабжения необходимо устанавливать в зависимости от их функционального значения в общей системе водоснабжения.

Элементы систем водоснабжения II категории, повреждения которых могут нарушить подачу воды на пожаротушение, должны относиться к I категории.

При разработке схемы и системы водоснабжения следует давать техническую, экономическую и санитарную оценки существующих сооружений, водоводов и сетей и обосновывать степень их дальнейшего использования с учетом затрат по реконструкции и интенсификации их работы.

При разработке схемы водоснабжения должен быть установлен перечень параметров, контроль которых необходим для последующей систематической проверки силами эксплуатационного персонала соответствия проекту фактических расходов воды и коэффициентов неравномерности водопотребления, а также фактических характеристик оборудования, сооружений и устройств. Для осуществления контроля в соответствующих разделах проекта должна быть предусмотрена установка необходимых для этого приборов и аппаратуры.

Системы водоснабжения, обеспечивающие противопожарные нужды, следует проектировать в соответствии с указаниями разд. 2 [СНиП 2.04.02-84*](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Системы оборотного водоснабжения надлежит проектировать в соответствии с указаниями разд. 11 [СНиП 2.04.02-84*](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Положения по проектированию и монтажу систем внутреннего водопровода

Лекция 2. Работы по подготовке проектов наружных инженерных систем теплогазоснабжения, водоснабжения и водоотведения

и отопления зданий с использованием труб из "сшитого" полиэтилена содержит [СП 41-109-2005](#) «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием труб из «сшитого» полиэтилена».

Правила проектирования и прокладки труб из «сшитого» полиэтилена (ПЭ-С), изолированных пенополиуретаном с защитной гофрированной оболочкой из полиэтилена высокого давления, изготовленных в заводских условиях приведены [СП 41-107-2004](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов горячего водоснабжения из труб ПЭ-С с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке».

Правила по проектированию и монтажу подземных тепловых сетей из напорных асбестоцементных труб содержит [СП 41-106-2006](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов для систем горячего водоснабжения и теплоснабжения из напорных асбестоцементных труб и муфт».

На проектирование, монтаж и ремонт строящихся и реконструируемых систем внутреннего холодного и горячего водоснабжения из металлополимерных труб распространяется [СП 40-103-98](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего внутреннего водоснабжения с использованием металлополимерных труб».

Указания по проектированию и монтажу подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб содержит [СП 40-104-2001](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб».

Указания по проектированию и расчету систем трубопроводов наружного и внутреннего водоснабжения и канализации из труб из полимерных материалов содержит [СП 40-102-2000](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования».

Проектирование, строительство подземных напорных трубопроводов открытой и бестраншейной прокладки труб из ВЧШГ, а также надземной прокладки предусматриваются в [СП 66.13330.2011](#) «Проектирование и строитель-

ство напорных сетей водоснабжения и водоотведения с применением высокопрочных труб из чугуна с шаровидным графитом».

Условные графические обозначения элементов водопровода в схемах и чертежах устанавливает [СТ СЭВ 3506-81](#), состав и правила оформления рабочих чертежей наружных сетей водоснабжения и канализации объектов строительства всех отраслей промышленности и народного хозяйства установлены в [ГОСТ 21.604-82](#).

Следует отметить, что качество питьевой воды определяется рядом нормативов: [СанПиН 2.1.4.1074-01](#) «2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы» или СанПиН 2.1.4.1175-02 «2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы», утвержденные Главным государственным санитарным врачом РФ 12.11.2002. Качество холодной и горячей воды, подаваемой на хозяйственно-питьевые нужды, должно также соответствовать [ГОСТ Р 51232-98](#) «Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества».

Работы по подготовке проектов наружных сетей канализации и их сооружений

КАНАЛИЗАЦИЮ ОБЪЕКТОВ НАДЛЕЖИТ проектировать на основе утвержденных схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и промыш-

ленности, схем развития и размещения производительных сил по экономическим районам и союзным республикам, генеральных, бассейновых и территориальных схем комплексного использования и охраны вод, схем и проектов районной планировки и застройки городов и других населенных пунктов, генеральных планов промышленных узлов.

Проекты канализации объектов необходимо разрабатывать, как правило, одновременно с проектами водоснабжения с обязательным анализом баланса водопотребления и отведения сточных вод. При этом необходимо рассматривать возможность использования очищенных сточных и дождевых вод для производственного водоснабжения и орошения.

Под системой канализации принято понимать совместное или отдельное отведение сточных вод трех категорий. В практике наиболее широкое распространение получили общесплавная и отдельные системы канализации.

Общесплавными называют системы канализации, при которых все сточные воды — бытовые, производственные и дождевые — сплавляются по одной общей сети труб и каналов за пределы городской территории на очистные сооружения.

Раздельными называют системы канализации, при которых дождевые и условно чистые производственные воды отводят по одной сети труб и каналов, а бытовые и загрязненные производственные сточные воды — по другой, одной или нескольким сетям.

Канализационную сеть, предназначенную для приема и отведения атмосферных вод, называют дождевой (ливневой) или водостоком. Если в дождевую канализацию сбрасывают практически чистые незагрязненные производственные сточные воды, то ее называют производственно-дождевой.

Сеть, предназначенную для приема и отведения бытовых вод, называют *бытовой*.

Производственной называют канализационную сеть промышленного предприятия, предназначенную для приема и отведения только загрязненных производственных сточных вод (при отдельном их удалении);

Производственно-бытовой — сеть, предназначенную для приема и отведения совместно производственных и бытовых сточных вод. Совместное отведение бытовых и производственных сточных вод допускается только в тех случаях, когда это не нарушает работы сети и очистных сооружений бытовой канализации.

Раздельная система канализации может быть полной или неполной.

Полной раздельной называют систему, включающую две или несколько совершенно самостоятельных канализационных сетей, по которой отводят только дождевые или дождевые и условно производственные воды; сеть для отвода бытовых и части загрязненных производственных вод, допускаемых к спуску в бытовую канализацию, сеть, по которой отводят загрязненные производственные воды, не допускаемые к совместному отведению с бытовыми.

Неполной раздельной называют систему канализационных сетей, предусматриваемую для отвода только наиболее загрязненных производственных и бытовых сточных вод; атмосферные воды при этой системе стекают в водные протоки по кюветам проездов, открытым лоткам, канавам и тальвегам.

Разновидностями общесплавной и раздельной систем являются полураздельная и комбинированная системы канализации.

Полураздельная система канализации состоит из тех же самостоятельных канализационных сетей, что и полная раздельная система, и одного главного (перехватывающего) коллектора, отводящего на очистные сооружения бытовые, производственные, талые воды, воды от мытья улиц и часть наиболее загрязненных дождевых вод.

Комбинированные системы канализации появились в результате расширения городов, имеющих общесплавную систему канализации.

Ввиду того, что в сухую погоду общесплавные коллекторы загружены не полностью, к ним присоединяли бытовую и производственную канализационные сети от районов новой застройки, а для атмосферных вод, которые уже не могли быть приняты в существующие общесплавные коллекторы, прокладывали самостоятельные дождевые канализации с выпуском атмосферных вод в

3.

ближайшие водоемы без очистки. Таким образом, появилась комбинированная система канализации, при которой в одних районах города сохранилась общесплавная система, в других — полная раздельная, в третьих — неполная раздельная система.

В системе дождевой канализации должна быть обеспечена очистка наиболее загрязненной части поверхностного стока, образующегося в период выпадения дождей, таяния снега и мойки дорожных покрытий, т.е. не менее 70% годового стока для селитебных территорий и площадок предприятий, близких к ним по загрязненности, и всего объема стока для площадок предприятий, территория которых может быть загрязнена специфическими веществами с токсичными свойствами или значительным количеством органических веществ.

В практике проектирования решают две задачи: проектирование вновь или реконструкцию и расширение существующих систем канализации. От принятых в проекте решений зависят объем строительных и монтажных работ, экономические показатели строительства и эксплуатации возводимых сооружений.

Основным исходным материалом для разработки проекта канализации является проект районной планировки или проект планировки и застройки населенного пункта (города), а для проектирования канализации промышленного предприятия — генеральный план предприятия, утвержденные в установленных законом инстанциях.

Границы канализуемой территории на промышленных предприятиях обычно определяют в пределах размещаемых цехов и бытовых помещений, а в городах и поселках — в пределах размещения застройки или в пределах, предусмотренных в задании на проектирование.

Проектирование канализационной сети начинают с разбивки территории города на бассейны канализования по водоразделам, а затем выбирают и согласовывают с органами Государственной санитарно-эпидемиологической службы и рыбного и водного надзора площадку для размещения очистной

станции и место выпуска очищенных сточных вод в водный проток.

При выборе места для размещения очистных станций необходимо учитывать долговременные перспективы развития и стремительный рост населения и особенно территории городов, чтобы станции не оказались в зоне застройки.

При проектировании канализационной сети по возможности принимают минимальное ее заглубление и самотечный режим движения бытовых и производственных сточных вод. Намечают трассу главного коллектора и трассы коллекторов бассейнов канализования, выявляют районы, для которых требуется перекачка сточных вод, выбирают площадки для размещения насосных станций и намечают принципиальную схему канализации города по бассейнам канализования.

Необходимо предусматривать устройства для замера расхода сбрасываемых сточных вод от каждого предприятия. Объединение производственных сточных вод нескольких предприятий допускается после контрольного колодца каждого предприятия.

При аварии или ремонте одного сооружения перегрузка остальных сооружений данного назначения не должна превышать 8 - 17% расчетной их производительности без снижения эффективности очистки сточных вод.

Канализация и ее основные сооружения

Схемой канализации называют технически и экономически обоснованное проектное решение принятой системы канализации с учетом местных условий и перспектив развития объекта канализования.

Каждая система канализации может быть осуществлена различными техническими приемами при трассировке сетей и коллекторов, определении глубины их заложения, количества насосных станций, числа и расположения очистных сооружений и т. д.

Все канализационные сооружения любой системы и схемы канализации по своему назначению делятся на две основные группы.

К первой группе относят оборудование и сооружения, предназначенные для

приема и транспортирования сточных вод: а) внутренние канализационные устройства; б) наружную канализационную сеть; в) насосные станции и напорные канализационные водоводы.

Ко второй группе относят: а) очистные станции, предназначенные для очистки, обезвреживания, обеззараживания сточных вод и для обработки осадка; б) выпуски очищенных вод в водоем.

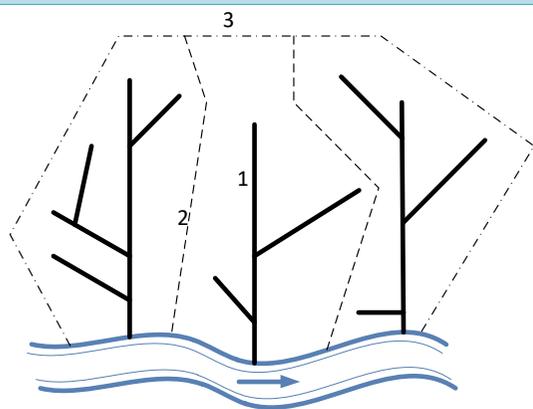
Схемы канализации населенных пунктов и промышленных предприятий Канализационные сети работают при самотечном режиме с частичным наполнением сечения трубопровода. В связи с этим решение схемы канализационной сети зависит в основном от рельефа местности, грунтовых условий и расположения водоемов.

Канализационные сети трассируют в такой последовательности: вначале, разделив линиями водоразделов территорию канализуемого объекта на бассейны канализования, трассируют по их пониженным местам коллекторы бассейнов канализования; затем, перехватывая коллекторы бассейнов канализования, в направлении к очистным сооружениям, трассируют главные и загородные коллекторы и, наконец, в последнюю очередь трассируют уличные сети к коллекторам с таким расчетом, чтобы каждая ветка уличной сети имела минимальную длину. Места расположения насосных станций определяют при расчете сети. Наиболее целесообразно располагать их в тех местах, где отдельные коллекторы, подходящие к насосной станции, имеют одинаковую глубину заложения.

Решение схемы канализационной сети (ее трассирование) — важнейший этап проектирования канализации, так как от него зависит стоимость канализации в целом.

Разнообразие местных условий не позволяет рекомендовать типовые решения схем канализационных сетей. Встречающиеся на практике схемы могут быть классифицированы следующим образом:

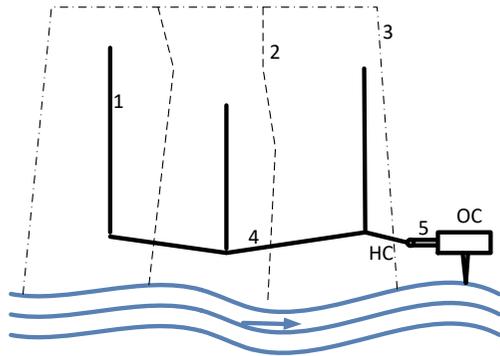
Перпендикулярная схема



Коллекторы бассейнов канализования трассированы перпендикулярно направлению движения воды в водоеме. Такую схему в основном применяют для спуска атмосферных сточных вод, не нуждающихся в очистке

- 1 — коллекторы бассейнов канализования;
- 2 — граница бассейнов канализования;
- 3 — граница канализуемого объекта.

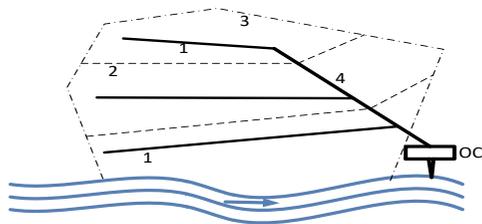
Пересеченная схема



Коллекторы бассейнов канализования трассированы перпендикулярно направлению движения воды в водоеме и перехвачены главным коллектором, трассированном параллельно реке. Такую схему применяют при плавном падении рельефа местности к водоему и необходимости очистки сточных вод.

- 1 — коллекторы бассейнов канализования;
- 2 — граница бассейнов канализования;
- 3 — граница канализуемого объекта;
- 4 — главный коллектор;
- 5 — напорный трубопровод.

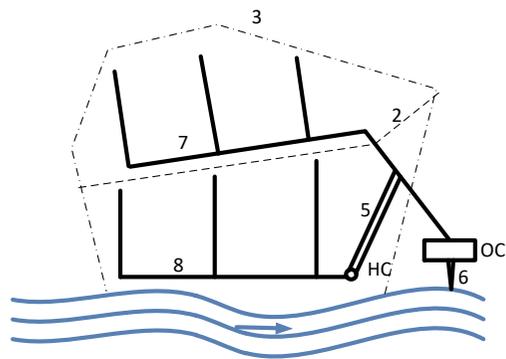
Параллельная (веерная) схема



Коллекторы бассейнов канализования трассированы параллельно направлению движения воды в водоеме или под небольшим углом к нему и перехвачены главным коллектором, транспортирующим сточные воды к очистным сооружениям перпендикулярно направлению движения воды в водоеме. Эту схему применяют при резком падении рельефа местности к водоему, так как она позволяет исключить в коллекторах бассейнов канализования повышенные скорости движения, вызывающие разрушение трубопроводов.

- 1 — коллекторы бассейнов канализования;
- 2 — граница бассейнов канализования;
- 3 — граница канализуемого объекта;
- 4 — главный коллектор.

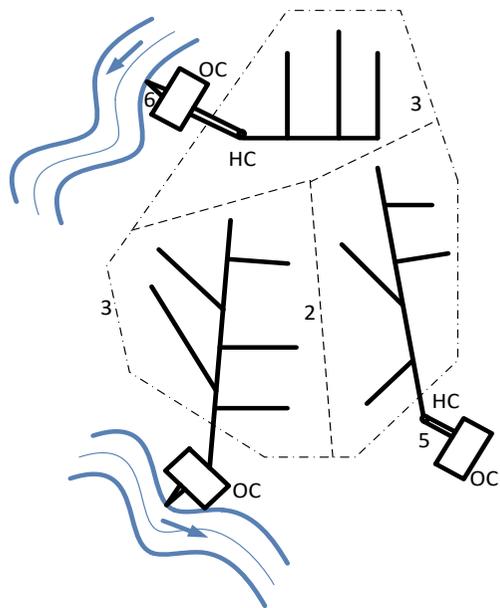
Зонная (поясная) схема



Канализуемая территория разбита на две зоны: с верхней сточные воды отводятся к очистным сооружениям самотеком, а с нижней они перекачиваются насосной станцией. Каждая из зон имеет схему, аналогичную пересеченной схеме. Зонную схему применяют при значительном или не равномерном падении рельефа местности к водоему и отсутствии возможности канализования всей территории (например, нижней зоны) самотеком.

- 2 — граница бассейнов канализования;
- 3 — граница канализуемого объекта;
- 5 — напорный трубопровод;
- 6 — выпуск;
- 7 — главный коллектор верхней зоны;
- 8 — то же нижней зоны.

Радиальная схема



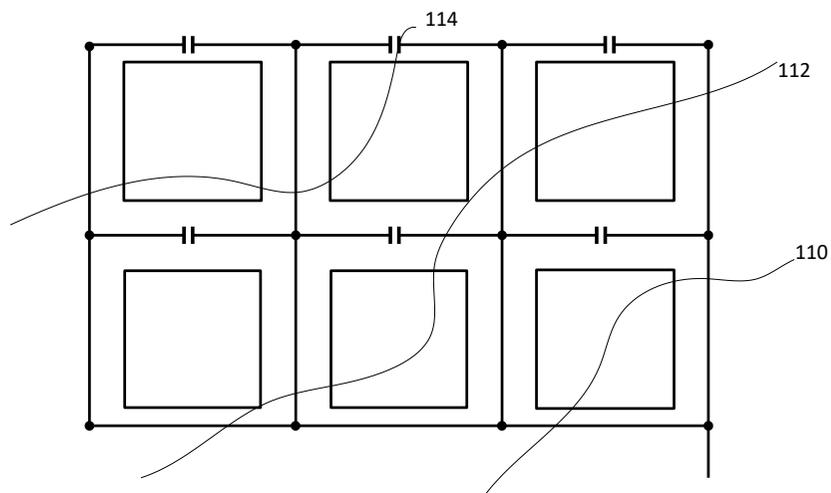
Очистка сточных вод осуществляется на двух или большем числе очистных станций. При этой схеме сточные воды отводятся с канализуемой территории децентрализованно. Такую схему применяют при сложном рельефе местности и канализовании больших городов

- 2 — граница бассейнов канализования;
- 3 — граница канализуемого объекта;
- 5 — напорный трубопровод;
- 6 — выпуск.

Приведенная классификация схем канализационных сетей весьма приблизительна.

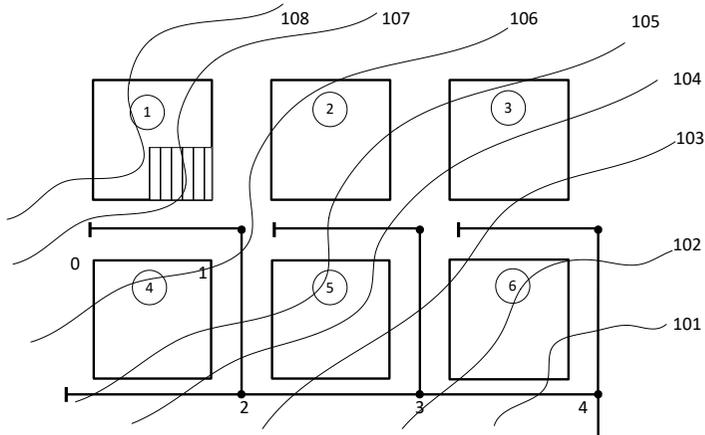
Важное значение имеет правильное трассирование уличных канализационных сетей. Различают три следующие схемы трассирования уличных канализационных сетей.

Объемлющая трассировка



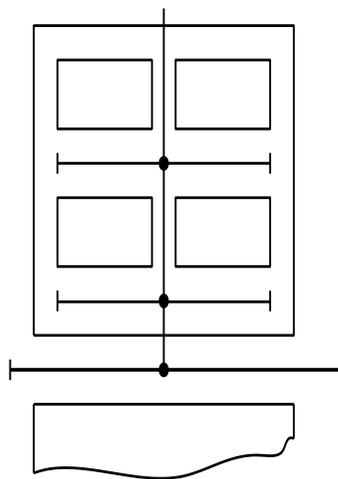
Уличные сети опоясывают каждый квартал со всех четырех сторон. Эту схему применяют при плоском рельефе местности и больших кварталах.

Трассировка по пониженной стороне квартала



Уличные сети проложены лишь с пониженных сторон обслуживаемых кварталов. Эту схему применяют при значительном падении местности.

Чрезквартальная трассировка



Уличные сети проложены внутри кварталов. Эта схема позволяет значительно сокращать протяженность сети, но затрудняет ее эксплуатацию.

При решении схемы канализационной сети и схемы канализации в целом

обязательно учитывают очередность строительства. Обычно при разработке схем намечают ряд возможных вариантов, удовлетворяющих санитарным требованиям. Окончательно тот или иной вариант выбирают на основании технико-экономического сравнения, выполняемого при составлении технического проекта

Трассировку канализационной сети производят следующим образом: сначала трассируют главный и отводной коллекторы, подающие воду на очистные станции; затем — коллекторы бассейнов канализования; в последнюю очередь — уличную сеть. При трассировке коллекторов и сети исходят из условий самотечного канализования возможно большей части населенного места при минимальной их протяженности.

На общее направление главного и отводного коллекторов влияет место расположения очистной станции и выпуска сточных вод. В очень крупных городах и городах с плоским рельефом местности может оказаться целесообразным устройство нескольких насосных и очистных станций. Число главных и отводных коллекторов, а также их направление будут зависеть от числа и места расположения очистных станций.

Главные коллекторы трассируют по тальвегам, по набережным рек и ручьев, учитывая при этом возможность присоединения коллекторов бассейнов канализования и всех боковых присоединений без излишнего заглубления главного коллектора. При плоском рельефе местности коллекторы трассируют по возможности по середине бассейна.

Коллекторы больших диаметров целесообразно трассировать по проездам со слаборазвитой подземной сетью городских сооружений и небольшим движением городского транспорта. При трассировке коллекторов следует иметь в виду, что чем больше диаметр коллектора, тем меньший уклон требуется для создания самоочищающей скорости. Следует избегать прокладки длинных параллельных коллекторов с малым расходом сточных вод.

При трассировке канализационных сетей следует по возможности избегать пересечений (или сводить к минимуму их число) с водными протоками, желез-

нодорожными путями и всякого рода подземными сооружениями, так как устройство этих пересечений сложно, связано с затратой больших средств и вызывает затруднения в эксплуатации.

Санитарно-защитные зоны от канализационных сооружений до границ зданий жилой застройки, участков общественных зданий и предприятий пищевой промышленности с учетом их перспективного расширения следует принимать по [СП 2.2.1.1312-03](#) «Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий», [СНиП 2.04.03-85](#) «Канализация. Наружные сети и сооружения».

Рабочие чертежи наружных сетей водоснабжения и канализации выполняют в соответствии с требованиями ГОСТ 21.604-82 «Водоснабжение и канализация. Наружные сети. Рабочие чертежи» и других стандартов системы проектной документации для строительства.

Указания по проектированию и монтажу подземных трубопроводов горячего водоснабжения (в бесканальном варианте) из гибких полиэтиленовых («сшитого» полиэтилена) труб с изоляцией из пенополиуретана в гофрированной полиэтиленовой оболочке содержит [СП 41-107-2004](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов горячего водоснабжения из труб ПЭ-С с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке».

На проектирование и монтаж подземных трубопроводов холодного водоснабжения из стеклопластиковых и базальтопластиковых труб (далее - трубопроводов) с максимальным давлением воды до 1,6 МПа включительно при траншейной прокладке распространяется [СП 40-104-2001](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб».

Указания по проектированию и монтажу подземных трубопроводов канализации из стеклопластиковых труб содержит [СП 40-105-2001](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов канализации из стеклопластиковых труб».

Указания по проектированию и расчету систем трубопроводов канализации из труб из полимерных материалов содержит [СП 40-102-2000](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных

материалов. Общие требования» и других стандартов.

Условные графические обозначения элементов систем канализации в схемах и чертежах устанавливает [СТ СЭВ 3507-81](#), состав и правила оформления рабочих чертежей наружных сетей водоснабжения и канализации объектов строительства всех отраслей промышленности и народного хозяйства установлены в [ГОСТ 21.604-82](#).

Работы по подготовке проектов наружных систем газоснабжения и их сооружений

СХЕМА ГОРОДСКИХ СИСТЕМ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Современные городские распределительные системы представляют собой сложный комплекс сооружений, состоящий из следующих основных элементов: газовых сетей низкого, среднего и высокого давления, газораспределительных станций, газорегуляторных пунктов и установок. В указанных станциях и установках давление газа снижают до необходимой величины и автоматически поддерживают постоянным. Они имеют автоматические предохранительные устройства, которые исключают возможность повышения давления газа в сетях сверх нормы. Для управления и эксплуатации этой системы имеется специальная служба с соответствующими средствами, обеспечивающими воз-

4.

возможность осуществлять бесперебойное газоснабжение.

Проекты газоснабжения областей, городов, поселков разрабатывают на основе схем перспективных потоков газа, схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и проектов районных планировок, генеральных планов городов с учетом их развития на перспективу. 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 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

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:

- ❑ газопроводы низкого давления с давлением газа до 5 кПа (500 мм вод. ст. избыточных);
- ❑ газопроводы среднего давления с давлением от 5 кПа до 0,3 МПа (до 3 кгс/см² избыточных);
- ❑ газопроводы высокого давления II категории с давлением от 0,3 до 0,6 МПа (от 3 до 6 кгс/см² избыточных);
- ❑ газопроводы высокого давления I категории для природного газа и газоздушных смесей от 0,6 до 1,2 МПа (от 6 до 12 кгс/см² избыточных), для сжиженных углеводородных газов до 1,6 МПа (до 16 кгс/см² избыточных).

Промышленные предприятия можно присоединять непосредственно к городским сетям высокого и среднего давления без головного ГРП на вводе, если это обосновано техническими соображениями и подтверждено технико-

экономическим расчетом. Питание газом жилых и общественных зданий, а также предприятий бытового обслуживания непромышленного характера от сетей среднего и высокого давления осуществляют только через ГРП.

Связь между газопроводами различного давления также осуществляется только через ГРП.

Современные схемы городских систем газоснабжения имеют ярко выраженную иерархичность в построении, которая увязывается с приведенной выше классификацией газопроводов по давлению. Верхний иерархический уровень составляют газопроводы высокого давления. Они составляют главный костяк городской газовой сети. Сеть высокого давления должна быть резервированная, лишь для небольших систем можно ограничиться тупиковыми схемами. Резервируют сети кольцеванием или дублированием с обязательной проверкой пропускной способности при наиболее напряженных гидравлических режимах. Сеть высокого давления гидравлически соединяется с остальной частью системы через регуляторы давления, оснащенные предохранительными устройствами, предотвращающими повышение давления после регуляторов. Таким образом, вся система разделяется на несколько иерархических уровней, на каждом уровне автоматически поддерживается максимально допустимое давление газа. С переходом на более низкий иерархический уровень давление газа снижается (дросселируется) на клапанах регуляторов, которые поддерживают давление после себя постоянным, но более сниженным соответственно нормам.

По числу ступеней давления, применяемых в газовых сетях, системы газоснабжения подразделяют на: 1) двухступенчатые, состоящие из сетей низкого и среднего или низкого и высокого (до 0,6 МПа) давления; 2) трехступенчатые, включающие газопроводы низкого, среднего и высокого (до 0,6 МПа) давления; 3) многоступенчатые, в которых газ подается по газопроводам низкого, среднего и высокого (до 0,6 и 1,2 МПа) давления. Помимо основного обстоятельства — необходимости иерархии в построении схемы — совместное применение нескольких ступеней давления газа в городах объясняется следующими причинами:

- 1) в городе имеются потребители, которые требуют различных давлений. Так, в жилых и общественных зданиях, у предприятий бытового обслуживания непроизводственного характера разрешают только низкое давление газа, а многим промышленным предприятиям необходимо среднее или высокое давление;
- 2) необходимость в среднем или высоком давлении возникает также вследствие значительной протяженности городских газопроводов, несущих большие нагрузки;
- 3) в центральных районах городов со старой застройкой ширина улиц и проездов небольшая и прокладка газопроводов высокого давления может оказаться неосуществимой. Кроме того, при высокой плотности населения из условий безопасности и удобства эксплуатации прокладка газопроводов высокого давления нежелательна;
- 4) шкафные газорегуляторные пункты, располагаемые на стенах общественных зданий непроизводственного характера и на стенах жилых зданий, разрешается присоединять к газопроводам с давлением до 0,3 МПа, т. е. к газопроводам среднего давления;
- 5) наличие нескольких ступеней давлений газа объясняется еще тем, что системы газоснабжения больших городов строили, расширяли и реконструировали в течение многих лет, и газопроводы в центральной части города были запроектированы на меньшие давления, чем те, которые разрешают в настоящее время.

Провести строгую классификацию городских газопроводов по назначению представляется задачей достаточно сложной, т.к. структура и построение сетей в основном определяются иерархическими уровнями. Вместе с тем городские газопроводы можно разделить на следующие три группы:

- 1) распределительные газопроводы, по которым газ транспортируют по снабжаемой газом территории и подают его промышленным потребителям, коммунальным предприятиям и в районы жилых домов. Распреди-

тельные газопроводы бывают высокого, среднего и низкого давления, кольцевые и тупиковые, а их конфигурация зависит от характера планировки города;

- 2) абонентские ответвления, подающие газ от распределительных сетей к отдельным потребителям;
- 3) внутридомовые газопроводы, транспортирующие газ внутри здания и распределяющие его по отдельным газовым приборам.

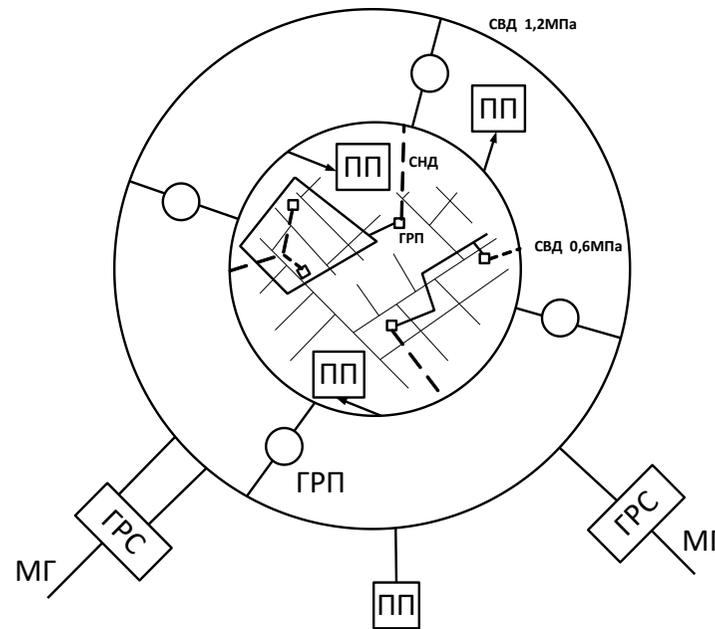
Газорегуляторные пункты располагают в отдельно стоящих зданиях с отоплением и вентиляцией, их удобно эксплуатировать и проводить ремонтные работы. Разработанные газорегуляторные пункты, располагаемые в специальных отапливаемых шкафах (ШРП), экономичнее стационарных ГРП старого типа. Но для эффективной эксплуатации ШРП необходима организация блочного ремонта с быстрой заменой отказавшего агрегата при любых, неблагоприятных атмосферных условиях. Но максимальное использование ШРП всегда дает экономический эффект, естественно, при правильно организованной их эксплуатации. Число ГРП определяют технико-экономическим расчетом. Газорегуляторные пункты располагают в центрах зон, которые они питают.

Трассы газопровода проектируют с учетом транспортирования потребителям газа кратчайшим путем, т. е. из условия минимальной протяженности сети. Точки встречи потоков газа назначают на границе зон соседних ГРП. Сети низкого давления состоят из кольцевых и тупиковых газопроводов и абонентских ответвлений. Основные газопроводы проектируют при разработке технического проекта, а ответвления—при рабочем проектировании. Плотность основных газопроводов принимают такой, чтобы длина абонентских ответвлений до вводов в здания была 50... 100 м.

В зависимости от характера планировки жилых массивов и плотности населения сети низкого давления выполняют из газопроводов, прокладываемых по проездам и улицам в виде *сплошных кольцевых сетей*, или из газопроводов, прокладываемых преимущественно внутри кварталов *с закольцованными толь-*

ко основными линиями. Первая схема характерна для районов города со старой планировкой, когда кварталы имеют сплошную застройку по периметру и состоят из отдельных замкнутых владений. В этом случае газопроводы прокладывают по каждой улице, переулку и проезду; пересекаясь между собой, они образуют кольца. От уличных газопроводов в каждое владение идут вводы.

Вторая схема свойственна городским районам с новой планировкой.



Жилые здания располагают равномерно по всей площади микрорайонов с соблюдением необходимых разрывов, а отдельные микрорайоны группируют в

жилые массивы. При такой планировке газопроводы прокладывают внутри микрорайонов. В большинстве случаев их проектируют тупиковыми, разветвленными. Закольцовывают только основные линии так, чтобы получить единую сеть с несколькими точками питания, число которых равно числу ГРП.

Для возможности отключения сетей низкого давления отдельных микрорайонов при производстве ремонтных работ на газопроводах устанавливают отключающие устройства. На рис. 13 показана система газоснабжения, состоящая из трех ступеней давления, запроектированная из газопроводов высокого давления, допускающих давление величиной 1,2 МПа, газопроводов высокого давления, допускающих 0,6 МПа, и газопроводов низкого давления — до 3 кПа.

подавляющее большинство промышленных предприятий можно присоединять к газопроводам как среднего, так и высокого давления, что исключает необходимость параллельной прокладки по улицам и проездам газопроводов высокого и среднего давления. Если в части города возможна прокладка газопроводов только среднего давления или она желательна из-за большого числа шкафных ГРП или комбинированных регуляторов давления, устанавливаемых на стенах жилых и общественных зданий, тогда в этой части проектируют газопроводы среднего давления, которые соединяют последовательно через головные ГРП (ГГРП) с сетью высокого давления, располагаемой в остальной части города. Газопроводы высоких давлений стараются прокладывать по окраинным районам города, где небольшая плотность населения и меньшее число подземных сооружений. Многоступенчатые системы являются экономичными системами, так как основные потоки газа транспортируют под высоким давлением, что приводит к сокращению металлозатрат в газовые сети. К сетям высокого или среднего давления присоединяют крупных потребителей. В жилых и общественных зданиях прокладывают только газопроводы низкого давления.

Рис. 13. Многоступенчатая система газоснабжения крупного города:

СВД — сеть высокого давления,

СНД — сеть низкого давления,

ПП — промышленные предприятия.

следует кольцевать сети высокого и среднего давления, так как они являются главными городскими артериями. В сетях низкого давления целесообразно кольцевать только основные газопроводы, а второстепенные выполнять тупиковыми разветвленными. Для надежного газоснабжения в кольцевых сетях должен быть обеспечен резерв давления, а основные кольца желательно выполнять постоянного диаметра. Сети разных ступеней давления соединяют несколькими ГРП, что обеспечивает их резервирование. Сети низкого давления питают в нескольких точках, а по низкой ступени давления объединяют газопроводами: кольцевыми или лучевыми, участки которых имеют одинаковые диаметры.

В современных системах газоснабжения газопроводы низкого давления не представляют собой единую сеть, они расчленены на отдельные районы и микрорайоны. Такой принцип проектирования вытекает из того, что газопроводами низкого давления нецелесообразно пересекать большие естественные и искусственные препятствия (например, реки, овраги, железнодорожные узлы, автострасы и т. д.). При распределении потока газа по сети низкого давления следует выделить главные магистральные линии и по ним направить основные транзитные расходы. Такое решение является более экономичным, так как в этом случае поток газа делится на малое число основных потоков, а не равномерно распределяется по всем газопроводам. Оптимальному распределению потока газа по двум параллельным линиям соответствует случай, когда весь поток идет только по одной короткой линии.

Наибольшая стоимость будет в том случае, если поток будет распределен равномерно по обеим параллельным линиям. Этот вывод справедлив и для нескольких параллельных линий. Кроме того, выделение главных магистральных линий из (общей сети более технологично и удобно для эксплуатации, так как магистральные линии составляют кольцевой костяк системы и для повышения надежности газоснабжения за ними может быть установлен строгий контроль).

Второстепенные тупиковые газопроводы имеют местный характер, и перерывы в газоснабжении при ремонтных работах будут затрагивать небольшой круг потребителей, а сам ремонт можно произвести в достаточно короткое время.

Система газоснабжения, показанная на рис. 13, является надежной и гибкой в эксплуатации. В ней выдержан принцип многостороннего питания городских газовых сетей, кольцевание основных линий сетей. Предусмотрено выравнивание суточного графика и покрытие неравномерности потребления газа с помощью потребителей-регуляторов и использования в качестве аккумулирующих емкостей, концевых участков магистральных газопроводов.

УСТРОЙСТВО НАРУЖНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

На территории городов и населенных пунктов газопроводы прокладывают в грунте. Для газопроводов промышленных и коммунальных предприятий целесообразно предусматривать надземную прокладку по стенам и крышам зданий, по колоннам и эстакадам. Допускается надземная прокладка внутриквартальных (дворовых) газопроводов на опорах и на стенах зданий.

Подземные газопроводы. Газопроводы прокладывают по городским проездам. Рекомендуется предусматривать прокладку в технической зоне или в полосе зеленых насаждений. Газопроводы высокого давления следует прокладывать в районах с малой плотностью застройки и по проездам с малой насыщенностью другими подземными коммуникациями. Прокладка газопроводов по проездам с усовершенствованным дорожным покрытием, а также параллельно путям электрифицированных железных дорог на расстоянии менее 50 м не рекомендует.

Надземные газопроводы. Надземную прокладку газопроводов производят по наружным несгораемым покрытиям зданий, отдельно стоящим колоннам и эстакадам. По стенам газифицируемых жилых и общественных зданий допустима прокладка газопровода с давлением не более 0,3 МПа (исключая тран-

зитную прокладку). Газопроводы высокого давления до 0,6 МПа можно прокладывать только по глухим стенам или над окнами верхних этажей производственных зданий. Газопроводы, проложенные по стенам здания, не должны нарушать архитектуру его фасада. Высоту прокладки принимают такой, чтобы газопроводы были доступны для осмотра и ремонта, и была исключена возможность их повреждения.

При пересечении надземных газопроводов с воздушными линиями электропередачи они должны проходить ниже линий электропередачи. На газопроводе должны быть предусмотрены ограждения для защиты от падения на него электропровода. Расстояние между газопроводом и линиями электропередачи, а также размеры ограждения принимают по ПУЭ. Возможна прокладка газопроводов на опорах и эстакадах совместно с трубопроводами другого назначения при условии обеспечения свободного осмотра и ремонта каждого из трубопроводов.

Установка отключающих устройств. Отключающие устройства на газопроводах устанавливают в следующих местах:

1. на распределительных газопроводах низкого давления для отключения отдельных микрорайонов, кварталов, группы жилых домов и на газопроводах среднего и высокого давления при отключении отдельных участков;
2. перед жилыми, общественными и производственными зданиями, наружными газопотребляющими установками, на пересечении водных преград, железных дорог общей сети и автомобильных дорог I и II категорий и ГРП.

Отключающие устройства допускается не устанавливать:

1. на выводе из ГРП при системах газоснабжения с одним ГРП;
2. перед ГРП предприятий, если отключающее устройство, имеющееся на отводе от распределительного газопровода, находится от ГРП на расстоянии не более 100 м;
3. на пересечении железнодорожных путей общей сети и автомобильных дорог I и II категории при наличии отключающего устройства на расстоянии от путей (до-

рог) не далее 1000 м, обеспечивающего прекращение подачи газа на участке перехода.

Требования к проектированию, строительству, реконструкции, капитальному ремонту, расширению и техническому перевооружению сетей газораспределения, газопотребления и объектов сжиженных углеводородных газов (СУГ), предназначенных для обеспечения природным и сжиженными углеводородными газами потребителей, использующих газ в качестве топлива, а также устанавливает требования к их безопасности и эксплуатационным характеристикам, которые обеспечивают выполнение требований Федерального закона N 384-ФЗ, N 261-ФЗ и Постановления Правительства РФ от 29 октября 2010 г. N 870 «[Технический регламент](#) о безопасности сетей газораспределения и газопотребления» (вступает в действие 29.10.11) устанавливает [СП 62.13330.2011](#) «Свод правил. Газораспределительные системы. Актуализированная редакция СНиП 42-01-2002».

Общие положения в части применения стальных и полиэтиленовых труб приведены [СП 42-101-2003](#) «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб».

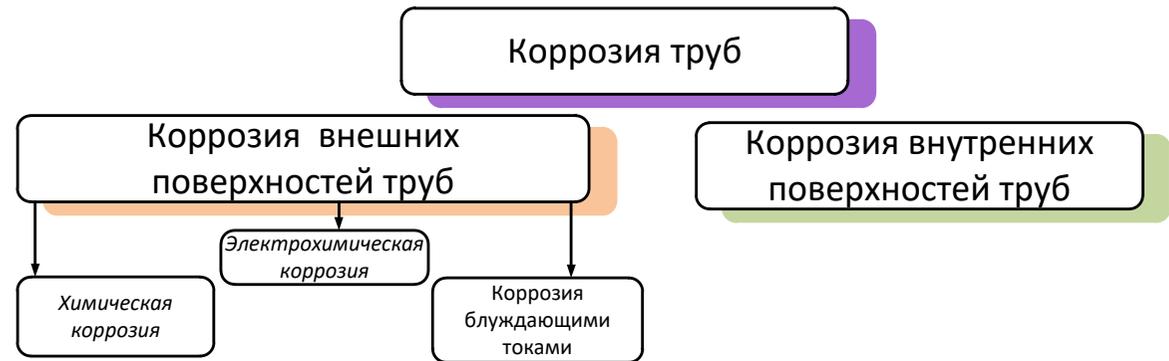
Рекомендуемые положения по проектированию и технологии производства строительно-монтажных работ при сооружении наружных стальных и медных внутренних газопроводов с учетом особенностей их применения в газораспределительных системах, по выбору труб и соединительных деталей газопроводов в зависимости от давления транспортируемого газа и условий эксплуатации, расчетам наружных газопроводов на прочность и устойчивость, защите стальных газопроводов от электрохимической коррозии указаны в [СП 42-102-2004](#) «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб».

Проектирование и строительство полиэтиленовых газопроводов, а также реконструкции изношенных газопроводов с применением полиэтиленовых (в том числе профилированных) труб, синтетических тканевых шлангов и специального двухкомпонентного клея рекомендовано в [СП 42-103-2003](#) «Проектирование и

строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов» и пр.

Рабочие чертежи наружных сетей газоснабжения выполняют в соответствии с требованиями [ГОСТ 21.610-85](#).

ЗАЩИТА ГАЗОПРОВОДОВ ОТ КОРРОЗИИ



Существующие методы защиты газопроводов от коррозии можно разделить на две группы: пассивные и активные. *Пассивные методы, защиты* заключаются в изоляции газопровода. К изоляционным материалам, используемым для защиты газопроводов, предъявляют ряд требований, основные из которых следующие: монолитность покрытия, водонепроницаемость, хорошее прилипание к металлу, химическая стойкость в грунтах, высокая механическая прочность (при переменных температурах), наличие диэлектрических свойств. Изоляционные материалы не должны быть дефицитными. *К активным методам защиты* относят катодную и протекторную защиту и электрический дренаж. Основным методом защиты газопроводов от блуждающих токов является электрический дренаж. Он заключается в отводе токов, попавших на газопровод, обратно к источнику.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. [СП 40-102-2000](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем водоснабжения и канализации из полимерных материалов. Общие требования»
2. [СП 41-109-2005](#) «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием труб из «сшитого» полиэтилена»
3. [СП 40-103-98](#) «Проектирование и монтаж трубопроводов систем холодного и горячего внутреннего водоснабжения с использованием металлополимерных труб»
4. [СП 41-104-2000](#) «Проектирование автономных источников теплоснабжения»
5. [СП 40-104-2001](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб»
6. [СП 42-102-2004](#) «Проектирование и строительство газопроводов из металлических труб»
7. [СП 62.13330.2011](#) «Газораспределительные системы. Актуализированная редакция»
8. [СП 41-101-95](#) «Проектирование тепловых пунктов»
9. [СП 41-105-2002](#) «Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с индустриальной тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке»
10. [СП 41-109-2005](#) «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий с использованием труб из «сшитого» полиэтилена»
11. [СП 41-107-2004](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов горячего водоснабжения из труб ПЭ-С с тепловой изоляцией из пенополи-

уретана в полиэтиленовой оболочке»

12. [СП 41-106-2006](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов для систем горячего водоснабжения и теплоснабжения из напорных асбестоцементных труб и муфт»
13. [СП 40-104-2001](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов водоснабжения из стеклопластиковых труб»
14. [СП 66.13330.2011](#) «Проектирование и строительство напорных сетей водоснабжения и водоотведения с применением высокопрочных труб из чугуна с шаровидным графитом»
15. [СП 40-105-2001](#) «Проектирование и монтаж подземных трубопроводов канализации из стеклопластиковых труб»
16. [СП 42-101-2003](#) «Общие положения по проектированию и строительству газораспределительных систем из металлических и полиэтиленовых труб»
17. [СП 42-103-2003](#) «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов»
18. [СТ СЭВ 3506-81](#) «Чертежи строительные. Обозначения условные графические элементы водопровода»
19. [СТ СЭВ 3507-81](#) «Единая система конструкторской документации СЭВ. Чертежи строительные. Обозначения условные графические. Элементы систем канализации»
20. [ГОСТ 21.610-85](#) «Система проектной документации для строительства. Газоснабжение. Наружные газопроводы. Рабочие чертежи»
21. [ГОСТ 21.604-82](#) «Водоснабжение и канализация. Наружные сети. Рабочие чертежи»
22. [ГОСТ 21.605-82* \(СТ СЭВ 5676-86\)](#) «Система проектной документации для строительства. Сети тепловые (тепломеханическая часть). Рабочие чертежи»
23. [ГОСТ 21.610-85 \(СТ СЭВ 5047-85\)](#) «Газоснабжение. Наружные газопроводы. Рабочие чертежи»
24. [ГОСТ 21.604-82](#) «Водоснабжение и канализация. Наружные сети. Рабочие чертежи»

25. [СНиП 2.04.03-85](#) «Канализация. Наружные сети и сооружения»
26. [СНиП 2.04.02-84](#) «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»
27. [СНиП 41-02-2003](#) «Тепловые сети»
28. [СНиП 41-03-2003](#) «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

ПОМОЩЬ

Решения некоторых возможных проблем и информация о лекции

- Большая часть возникающих проблем при чтении лекции (нерабочие ссылки, видео-файлы) решается установкой новой (последней) версии программы Adobe Reader. Это специальная программа для чтения pdf-файлов. Скачайте программу в вашем кабинете слушателя или с [официального сайта Adobe](#).
- Для полноценного использования лекционного материала, также необходимо подключение к Интернету, поскольку большинство ссылок ведет на Интернет-ресурсы и сервер Академии. Если ссылки в лекции не работают, ваше Интернет-подключение прервалось, отсутствует, либо слишком медленно.
- Вы можете сохранить лекцию на свой компьютер и использовать её оффлайн, без подключения к Интернету, но ссылки, ведущие в Интернет, в этом случае, работать не будут.
- Документ имеет ограничение на печать, копирование и редактирование содержимого.

Лекция разработана для [Образовательного портала Академии](#)

Главный сайт Академии: <http://akdgs.ru>

Телефон: **(499) 186-33-83**