

УКАЗАНИЯ ПО УСТРОЙСТВУ ГОРОДСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ И СООРУЖЕНИЙ НА НИХ

Материалы

Для устройства водопроводной сети и водоводов используются трубы различных типов и из различных материалов. Применение того или иного типа труб зависит от геологических и климатических условий в районе укладки, от величины предполагаемых напоров в сети, от способа прокладки (подземная в траншеях и каналах, коллекторах, наземная, надземная).

В современной практике строительства напорных водопроводов применяются чугунные, стальные, асбестоцементные, бетонные, железобетонные, пластмассовые, стеклянные и другие трубы. Для безнапорных водопроводных сетей применяются бетонные и железобетонные трубы, открытые каналы из бетона, железобетона, дерева, каналы с земляной одеждой, а также бракованные стальные и чугунные трубы.

Чугунные трубы в зависимости от толщины стенок и испытательного давления подразделяются на три класса - ЛА, А и Б. Соединения таких труб - раструбные и раструбно-винтовые. Порядок соединения труб достаточно подробно рассмотрен ниже. Длины труб, выпускаемых отечественной промышленностью, колеблются в пределах от 2 до 6 м, а диаметры - от 65 до 1000 мм.

Для изменения направления потоков воды, а также их разделения применяются фасонные части: колена, отводы, полуотводы, тройники, крестовины и др. Переход от одного диаметра трубопровода к другому производится с помощью переходных деталей. Этими деталями могут быть двойные раструбы и различные переходные патрубки. Установка пожарных гидрантов осуществляется на специальной фасонной части - пожарной подставке. Подобные подставки выполняются либо отдельно, либо совмещенными с другими фасонными частями.

Существуют и другие специфические детали водопроводных сетей: выпуски, вантузы, седелки, промывные комплекты и др. Первые применяются для опорожнения сети и монтируются в наиболее низких точках магистралей, вторые - для выпуска воздуха; седелки и промывные комплекты используются в основном при ремонтных работах.

Достоинствами чугунных труб являются большой срок службы, так как они менее подвержены коррозии, чем, например, стальные трубы, возможность легко и просто производить монтаж сетей по сравнению с асбестоцементными и пластмассовыми трубами благодаря наличию широкого ассортимента фасонных частей, выпускаемых нашей промышленностью. Основные недостатки чугунных труб - их относительно слабое сопротивление динамическим нагрузкам, значительный расход металла по сравнению со стальными трубами, длительность монтажа, обязательное наличие фасонных частей для устройства узлов сети. Недостатком чугунных труб является также то, что в случае нарушения целостности из них могут выпадать целые куски стенок, что приводит к большим потерям воды, особенно на линиях, имеющих большие диаметры труб.

Диаметр стальных труб в отличие от чугунных труб измеряется по наружному размеру. По сравнению с чугунными стальные трубы имеют существенные преимущества: они могут выдерживать большие внутренние давления - до 2,5...3,0 МПа, хорошо сопротивляются динамическим нагрузкам, требуют меньшего расхода металла, дают возможность легко и быстро производить их монтаж промышленными методами и тем самым значительно снижать сроки производства работ.

Стальные трубы в водопроводной практике находят применение главным образом при устройстве высоконапорных водоводов и трубопроводов, подвергающихся воздействию динамических нагрузок.

Для монтажа трубопроводов применяют электрическую или газовую сварку, фланцевые, раструбные и соединения на муфтах. Сварные стыки прочны и герметичны. В настоящее время они нашли наиболее широкое применение. Фланцевые соединения устраиваются при помощи стальных фланцев либо привариваемых к трубе, либо надеваемых на трубу с последующей развальцовкой концов труб или наваркой на них опорных колец. Раструбные соединения могут осуществляться приваркой к трубе стальных раструбов или устройством раструба на одном из концов соединяемых труб путем развальцовки при изготовлении труб или применением двухраструбных муфт. Этот способ соединения применяется крайне редко. Муфтовые соединения нашли применение для труб малых диаметров - до 75 мм.

Для соединения труб, изменения и разделения потоков воды изготавливаются стальные фасонные приварные части: отводы с углом 30, 45, 60 и 90°, тройники проходные и переходные, переходы и др.

К серьезным недостаткам стальных труб следует отнести подверженность их значительной коррозии как внутренней со стороны транспортируемой жидкости, так и с внешней - со стороны грунтовых вод.

Бетонные и железобетонные трубы, изготавливаются как заводским способом, так и непосредственно на строительных площадках. Трубы могут быть безнапорными (бетонные и железобетонные) и напорными (железобетонные). Если транспортируемая жидкость или грунтовые воды являются агрессивными по отношению к бетону и арматуре труб, то трубы следует изготавливать из бетонов, стойких к данному виду

агрессии.

По типу стыковых соединений бетонные и железобетонные трубы разделяются на раструбные, фальцевые и муфтовые.

Безнапорные железобетонные трубы изготавливаются условным диаметром D_y от 500 до 2400 мм при их длине 5000 мм и бетонные - от 100 до 1000 мм при длине от 1000 до 2000 мм. Напорные железобетонные трубы изготавливаются методами виброгидропрессования и центрифугирования и выпускаются условными диаметрами от 500 до 1600 мм.

Железобетонные напорные трубы в зависимости от величины расчетного внутреннего давления подразделяются на три класса: I - на давление 1,5 МПа, II - на 1,0 МПа и III - на 0,5 МПа. Трубы I класса испытываются на водонепроницаемость внутренним гидравлическим давлением 1,8 МПа, трубы II класса на 1,3 МПа и трубы III класса - на 0,8 МПа (трубы, изготавливаемые виброгидропрессованием) и на 0,7 МПа (трубы, изготавливаемые центрифугированием).

Отдельными предприятиями методом вибрации изготавливаются железобетонные напорные трубы со стальным цилиндром диаметрами от 600 до 1500 мм при длине до 5270 мм и полимер железобетонные трубы с $D_y = 300 \dots 1500$ мм при длине до 5200 мм.

Асбестоцементные трубы, применяемые при устройстве наружных водопроводов, изготавливаются трех классов - ВТ6, ВТ9 и ВТ12 на максимальное рабочее давление соответственно 0,6, 0,9 и 1,2 МПа. Для соединения труб применяются асбестоцементные муфты типа САМ или чугунные муфты. Завод-изготовитель должен поставлять напорные трубы комплектно с муфтами и резиновыми кольцами. Трубы выпускаются условным диаметром от 100 до 500 мм длиной от 2950 до 3950 мм.

Ряд присущих асбестоцементным трубам достоинств делает вполне целесообразным их применение в некоторых случаях наравне с металлическими. К числу достоинств этих труб относятся: малая теплопроводность и неэлектропроводность, стойкость в отношении коррозии, малая плотность ($2,1 \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3$), что облегчает их транспортировку и укладку, сохранение в условиях эксплуатации гладкой и незагрязненной внутренней поверхности благодаря их незначительной шероховатости, большая пропускная способность, чем, например, у чугунных труб, легкость обработки.

Недостатками асбестоцементных труб являются их малая сопротивляемость динамическим нагрузкам, а также сложное и относительно высокая стоимость стыковых соединений.

В практике водоснабжения и канализации населенных мест, промышленных предприятий и отдельных объектов за последние десятилетия все больше начинают применяться различные пластмассовые трубы. Использование таких труб позволяет экономить металл, сокращать продолжительность монтажа трубопроводов, а также удлинять срок их службы. Это обстоятельство связано с тем, что пластмассовые трубы не подвержены коррозии.

Среди множества пластмассовых труб наибольший интерес представляют полиэтиленовые и винипластовые трубы. Полиэтиленовые напорные трубы изготавливаются из полиэтилена высокой и низкой плотности и выпускаются четырех типов (Л, СЛ, С и Т) в зависимости от максимально допускаемого давления транспортируемой воды при 20°C. Типы труб отличаются друг от друга толщиной стенок: наименее тонкие стенки имеют трубы типа Л и наиболее толстые - трубы типа Т. Трубы изготавливаются в отрезках длиной 6, 8, 10 и 12 м и диаметром от 10 до 630 мм (из полиэтилена высокой плотности) и диаметром от 10 до 160 мм (из полиэтилена низкой плотности). Трубы из полиэтилена высокой плотности диаметром ≤ 40 мм и из полиэтилена низкой плотности диаметром ≤ 63 мм могут поставаться в бухтах. Пластмассовые трубы следует хранить в горизонтальном положении на стеллажах, причем высота штабеля не должна превышать 2 м. Условия хранения должны исключить возможность механического повреждения труб и действия на них прямых солнечных лучей.

Трубы из винипласта изготавливаются длиной 5...12 м диаметром от 6 до 150 мм и на рабочее давление 0,25, 0,6 и 1 МПа с соответствующим испытательным внутренним гидравлическим давлением 1,65, 3,9 и 6,5 МПа.

Соединения полиэтиленовых и винипластовых труб могут быть раструбными, фланцевыми и резьбовыми. Кроме того, их можно соединять с помощью сварки и клея. Для сварки применяются специальные устройства - пистолеты, в которых нагревается воздух, и под его воздействием происходит расплавление прутков из того же материала, что и трубы. Диаметр прутков выбирается в соответствии с толщиной свариваемых труб. Нагрев воздуха для соединения винипластовых труб должен быть в пределах 200...220 °C, для полиэтиленовых труб - около 250 °C.

Для склеивания применяются специальные клеи, например, клей из перхлорвиниловой смолы, растворенной в дихлорэтаноле. Сушка клеевых соединений длится около суток. Сократить сроки склеивания возможно путем нагревания мест соединений теплым воздухом. На качество свариваемого шва существенное влияние оказывает чистота воздуха: подаваемый воздух должен быть очищен от пыли, влаги и масла. Скорость сварки швов пластмассовых труб равна приблизительно 15 м/ч.

Недостатками пластмассовых труб являются высокий коэффициент линейного расширения (у винипласта он равен 0,00007, у полиэтилена - 0,00022, т.е. почти соответственно в 6 и 18 раз больше, чем у стали). В связи с этим на сетях из пластмассовых труб необходимо предусматривать компенсирующие устройства. Кроме того, пластмассовые трубы, особенно полиэтиленовые, чувствительны к битумным лакам и масляным краскам.

Для соединения пластмассовых труб изготавливаются фасонные части (крестовины, тройники, угольники, муфты и др.) как из винипласта, так и из полиэтилена. Фасонные части должны выдерживать без признаков разрушения и течи внутреннее гидростатическое давление, равное

условному трехкратному давлению для полиэтиленовых частей и 6,5 МПа для винипластовых фасонных частей в течение 1 ч при температуре 20 °С.

На водопроводной сети устанавливается следующая арматура:

- запорная и регулирующая (вентили, краны, задвижки, затворы);
- водоразборная (водоразборные краны и колонки, пожарные гидранты);
- предохранительная (предохранительные, обратные и редукционные клапаны, вантузы, выпуски).

Запорная арматура применяется для отключения разводящих линий от магистральных и разделения сети на ремонтные участки. Для предотвращения гидравлических ударов в трубопроводах на них устанавливается арматура с длительными периодами закрытия и открытия. На трубопроводах с $d > 100$ мм в основном устанавливаются задвижки, которые в зависимости от назначения, рабочего давления и условного прохода делятся на параллельные и клиновые, с выдвижными и невыдвижными шпинделями.

Водоразборные колонки применяются в случаях отсутствия в зданиях внутреннего водопровода. Они устанавливаются в оживленных местах, на перекрестках улиц и с таким расчетом, чтобы расстояния между ними были не более 200...250 м. Существует несколько типов водоразборных колонок, приспособленных для различных условий эксплуатации. К водоразборной арматуре относятся также питьевые фонтанчики и поливочные краны. Фонтанчики устанавливаются в парках, садах, на площадях, бульварах и т.п. Поливочные краны предназначены для поливки дорожных покрытий, зеленых насаждений и т.д.

Предохранительные клапаны используются для предотвращения повышения давления в трубопроводах выше расчетного, например при гидравлических ударах. Обратные клапаны устанавливаются на трубопроводах с целью создания движения потоков жидкости в одном направлении. Вантузы применяются для выпуска и впуска воздуха в трубопровод при нормальной его эксплуатации, а также при его опорожнении. Выпуски служат для сброса воды при опорожнении водоводов.

Как правило, арматура изготавливается фланцевой. Заказчикам она поставляется с ответными фланцами, в которых должны быть просверлены отверстия, с прокладками и крепежными деталями. Арматура и комплектующие изделия на строительство поступают в заводской консервации, обеспечивающей защиту их от коррозии.

Устройство сооружений на сети

К сооружениям на сети относятся колодцы, различные типы упоров, переходы под железными и автомобильными дорогами, дюкеры и др.

Колодцы предназначены для размещения задвижек, гидрантов и других видов арматуры и фасонных частей. Они устраиваются из железобетона, кирпича, бутобетона и других местных материалов. В редких случаях колодцы делают из дерева. Если уровень грунтовых вод выше дна колодца, то в колодце с наружной стороны делают гидроизоляцию на 0,5 м выше этого уровня. Для спуска в колодец на горловине и стенках колодца устанавливают стальные рифленые или чугунные скобы, в некоторых случаях допускается устройство металлических лестниц.

Вокруг люков колодцев, расположенных на участках без дорожных покрытий или в зеленой зоне, устраиваются отмостки шириной до 1 м с уклоном от люков. Отмостки и соответственно люки должны быть выше прилегающей территории на 0,05 м. Люки колодцев на водоводах, прокладываемых по незастроенной территории, необходимо устанавливать выше дневной поверхности земли на 0,2 м. На проезжей части улиц с усовершенствованными покрытиями крышки люков следует располагать на одном уровне с поверхностью проезжей части.

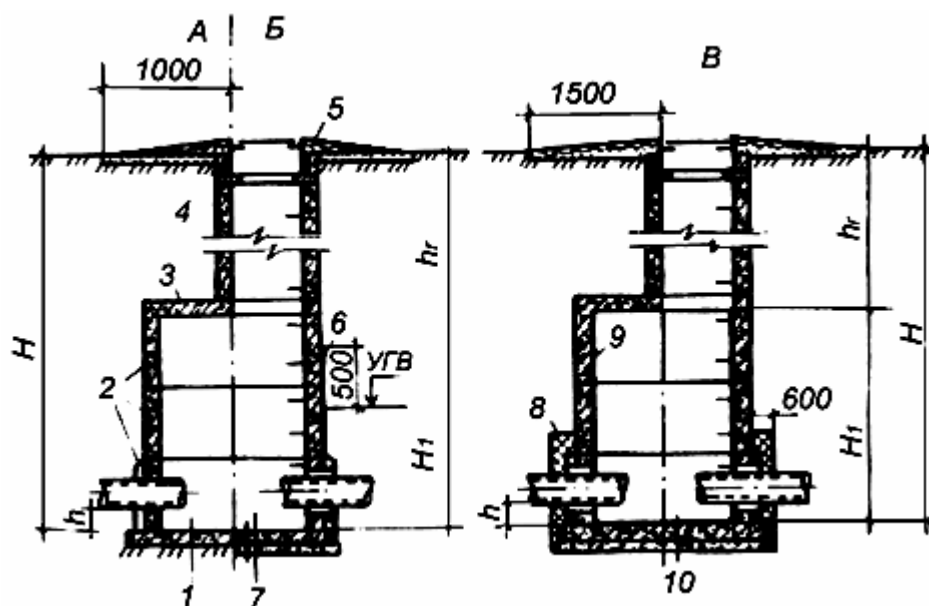


Рис.1. Круглые колодцы диаметрами 1000, 1500 и 2000 мм из сборного железобетона

А- для сухих грунтов;

Б- при наличии грунтовых вод;

В- для проселочных грунтов;

1- плита днища (утрамбованный грунт со щебнем);

2- кольца;

3- плита;

4- кольцо горловины;

5- отмотка;

6- грунтовка битумом, разведенным в бензине (биндером);

7- плита днища (асфальт, бетон);

8- водоупорный замок;

9- грунтовка биндером;

10- гидроизоляция, плита днища, бетон, уплотненный грунт;

h^2 - высота горловины;

h^x - высота конуса;

H - высота колодца общая;

H^1 - высота рабочей части.

Особо сложные и значительные по размерам узлы трубопроводов больших диаметров либо разделяются на несколько колодцев, либо для размещения этих узлов проектируются камеры переключений. В колодцах на водоводах с клапанами для впуска воздуха устанавливаются вентиляционные трубы с фильтрами. На водоводах, по которым транспортируется вода хозяйственно-питьевого назначения, фильтры проектируются такими же, как у резервуаров чистой воды. В районах с низкими наружными температурами в колодцах должны предусматриваться вторые утепленные крышки.

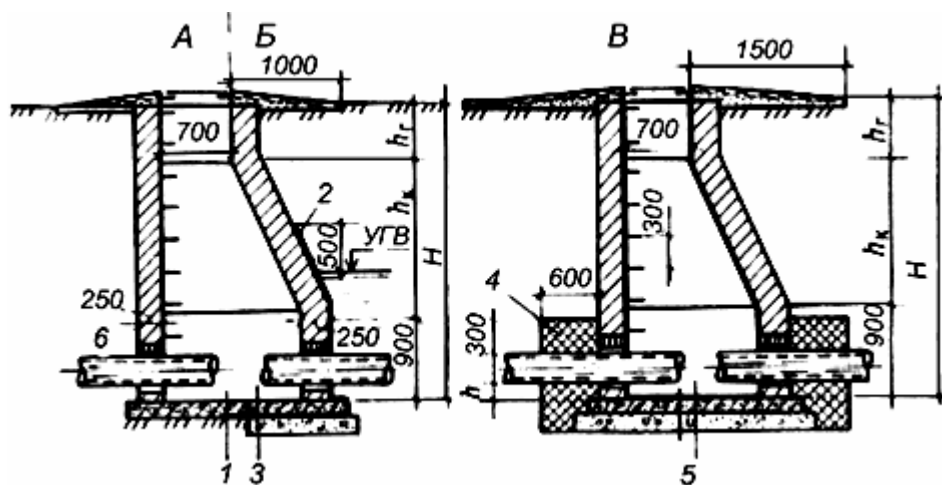


Рис.2. Конусные колодцы диаметрами 1000, 1500 и 2000 мм из кирпича и бетона

A- для сухих грунтов;

Б- при наличии грунтовых вод;

В- для проселочных грунтов;

1- плита днища (утрамбованный грунт со щебнем);

2- грунтовка битумом, разведенным в бензине (биндером);

3- плита днища (асфальт, бетон);

4- водоупорный замок;

5- гидроизоляция, плита днища, бетон, уплотненный грунт;

II- свод;

h^2 - высота горловины;

h^* - высота конуса;

H - высота колодца общая.

Некоторые типы колодцев для сухих и мокрых грунтов показаны на рис.1, 2, 3.

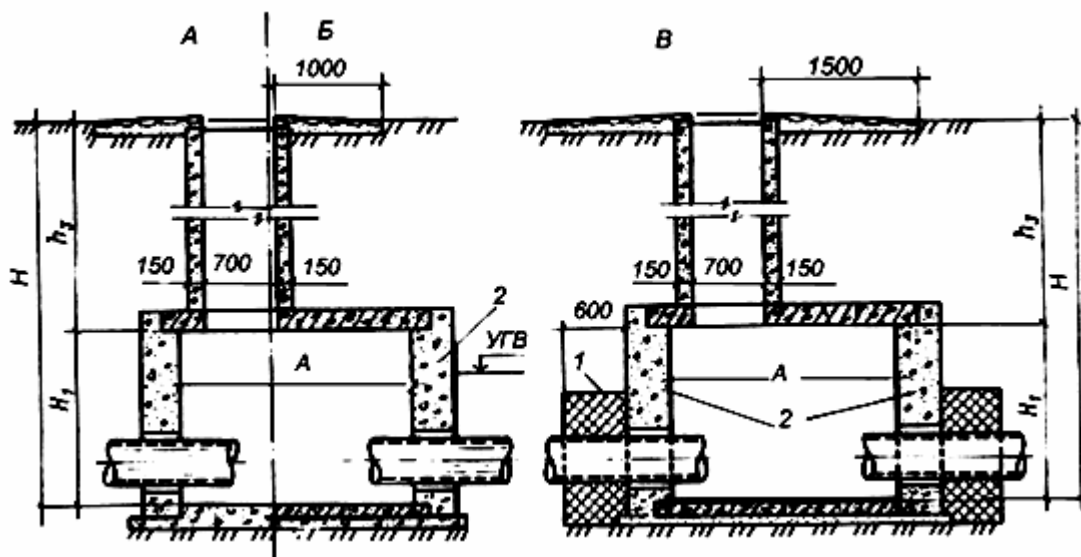


Рис.3. Прямоугольные колодцы из кирпича или бетона размерами в плане 2000X2500, 2500X2500, 2000X3000, 3000X3000 мм

1- водоупорный замок;

2- грунтовка биндером;

h^2 - высота горловины;

h^* - высота конуса;

H - высота колодца общая;

H^1 - высота рабочей части.

При изменении направления напорных трубопроводов в горизонтальной и вертикальной плоскостях и на концевых участках возникают усилия, превышающие допускаемые усилия в стыковых соединениях. Для восприятия усилий, возникающих в отдельных точках трубопроводов, устанавливаются упоры.

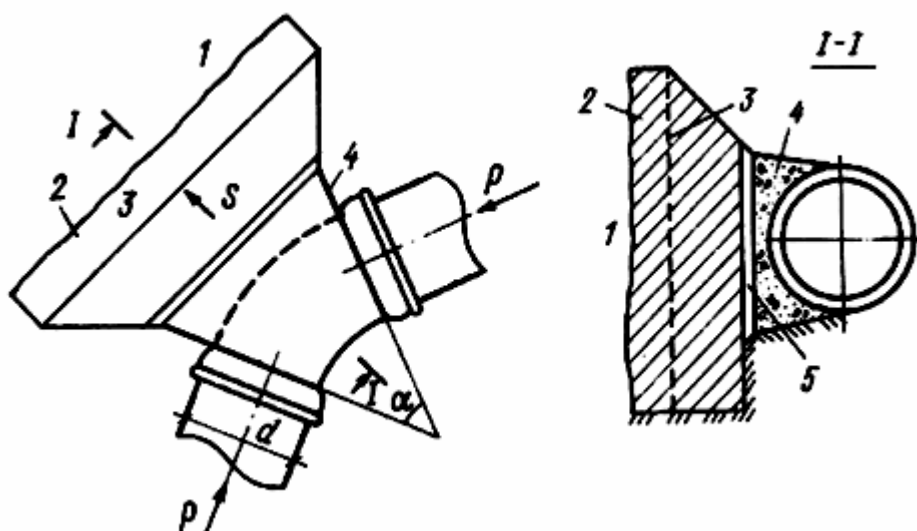


Рис.4. Упоры для чугунных раструбных подземных труб при повороте в горизонтальной плоскости

1- ненарушенный грунт;

2- опорная поверхность;

- 3- тело упора;
- 4- подушка;
- 5- толевая прокладка в два слоя.

На рис. 4, 5, показаны типы упоров для чугунных трубопроводов.

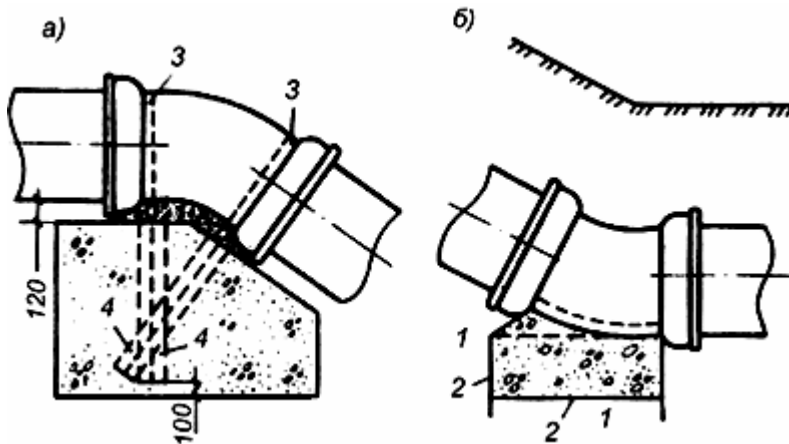


Рис.5. Упоры для чугунных раструбных подземных труб при повороте в вертикальной плоскости (а, б)

- 1- ненарушенный грунт;
- 2- опорная поверхность;
- 3- хомуты;
- 4- анкерные болты.

Переходы водопроводных линий под железными и автомобильными дорогами I и II категории, а также под городскими магистралями выполняются в футлярах. При наличии на трассе дорог или вблизи них тоннелей, эстакад и путепроводов общего назначения должна быть предусмотрена возможность использования их для прокладки водопроводов. Переходы обычно устраиваются на прямолинейных участках трубопроводов с пересечением полотна железных или автомобильных дорог под углом, близким к прямому. Располагаться они должны в местах с минимальным числом путей, там, где отсутствуют стрелочные переводы, съезды и перекрестки, и не ближе 10 м от опор контактной сети и фундаментов искусственных сооружений.

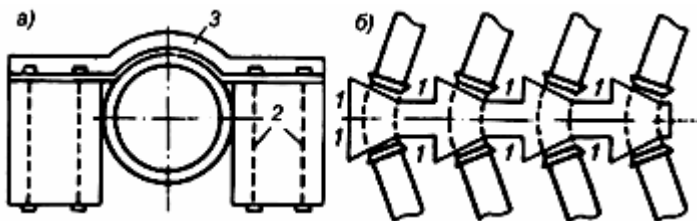


Рис.6. Упоры для чугунных раструбных подземных труб

- а- упор-якорь;
- б- гребенчатый упор;
- 1- ненарушенный грунт;
- 2- анкерные болты;
- 3- швеллер.

При производстве работ открытым способом, способом прокола и продавливания кожухи выполняют из стальных труб.

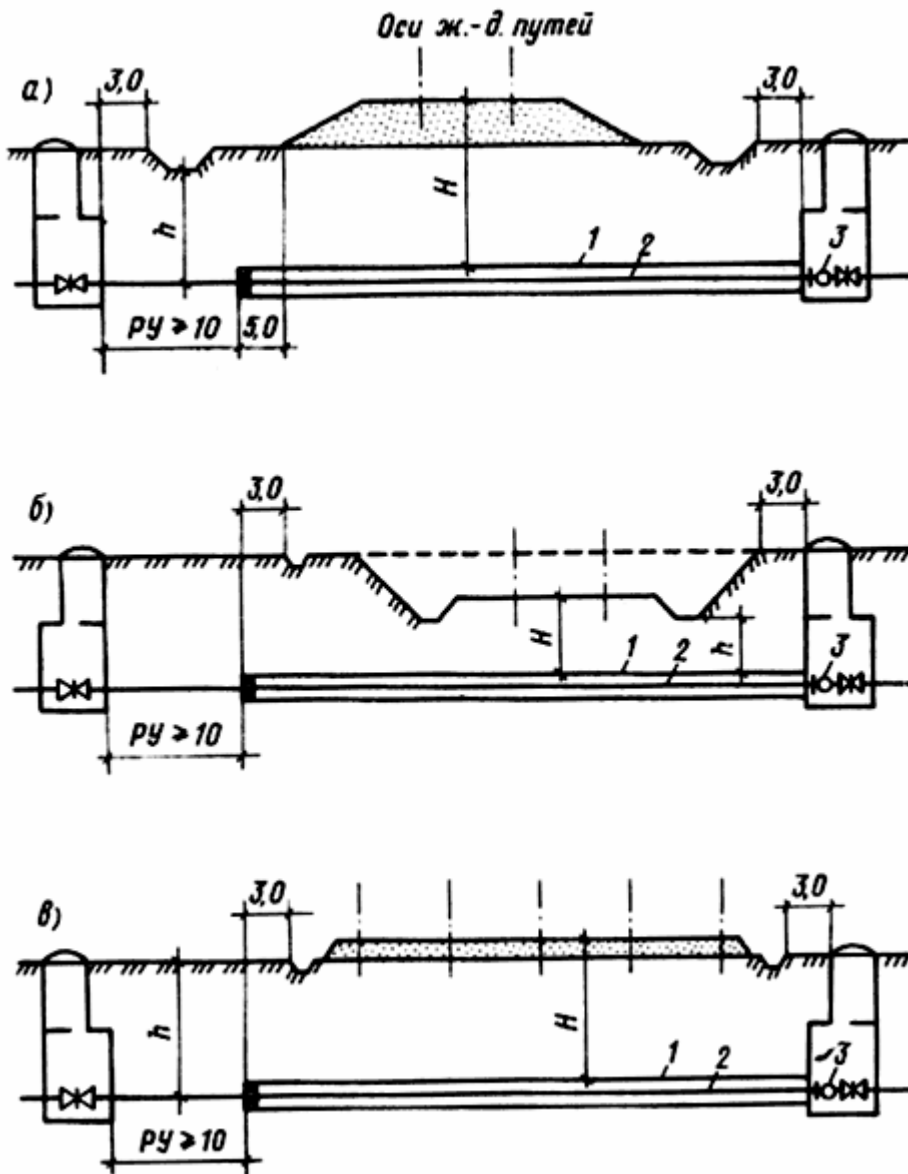


Рис.7. Схемы переходов под железными дорогами

а- переход на перегоне в насыпи;

б- переход на перегоне в выемке;

в- переход на перегоне под станционными путями;

1- кожух стальной;

2- рабочая труба стальная;

3- выпуск в мокрый колодец;

РЧ - ремонтный участок;

H- расстояние от подошвы рельса до кожуха;

h- глубина заложения труб по условиям не промерзания грунта.

При производстве работ щитовым способом кожухи делают из керамических или бетонных блоков. Кожухи, как и рабочие трубопроводы, защищают от коррозии. При пересечении электрифицированных железных дорог предусматривается также защита от блуждающих токов. Схемы переходов под железнодорожными и автомобильными дорогами показаны на рис. 7, 8, 9.

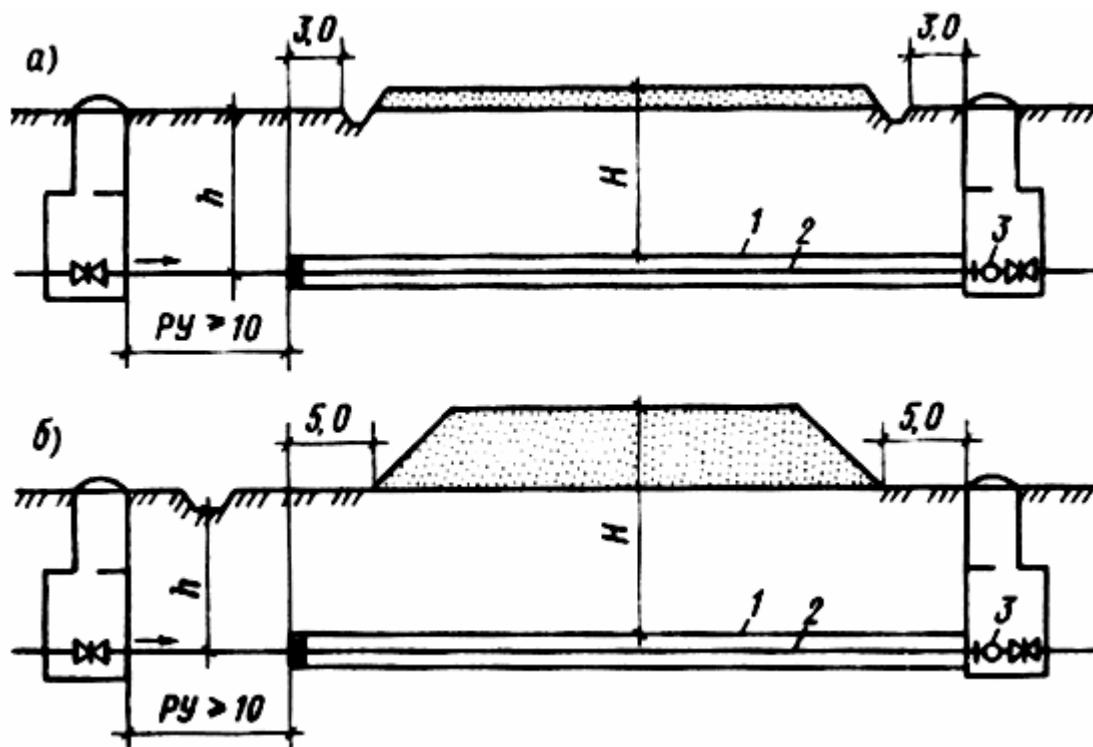


Рис.8. Схемы переходов под автомобильными дорогами I и II категории

а- переход под дорогой в насыпи необтекаемого профиля высотой до 0,8 м;

б- переход под дорогой в насыпи с резервами.

Проекты переходов для каждого частного случая должны согласовываться с местными организациями МПС и министерствами автомобильных дорог и автомобильного транспорта союзных республик.

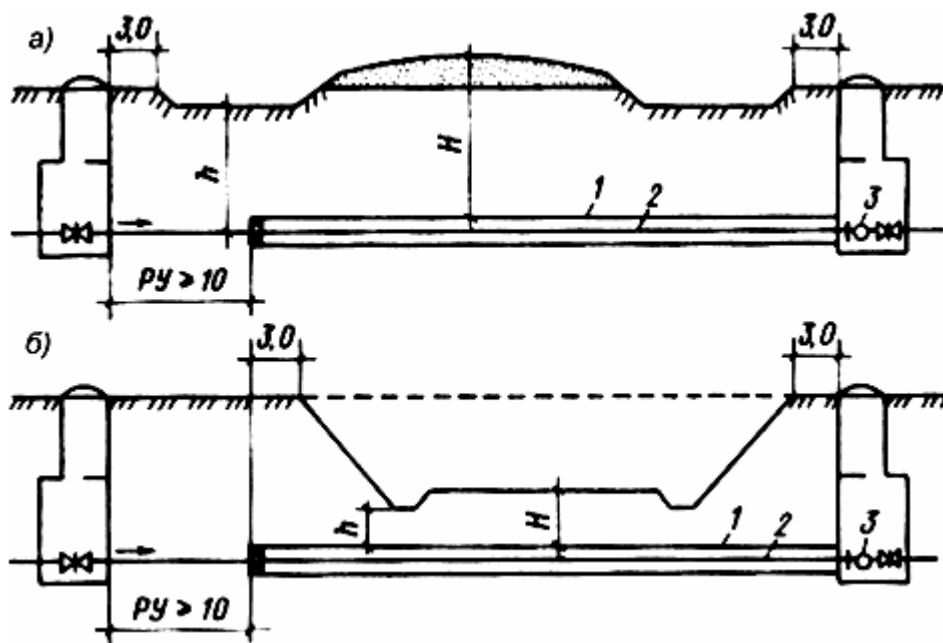


Рис.9. Схемы переходов под автомобильными дорогами I и II категории

а- переход под дорогой в насыпи обтекаемого профиля;

б- переход под дорогой в выемках до 4 м.

Пересечение водопроводными линиями водных преград осуществляется с помощью дюкеров (рис.10) Дюкеры из стальных труб укладывают не менее чем в две линии, причем они должны иметь усиленную антикоррозионную изоляцию, защищенную от механических повреждений. Глубину укладки подводной части трубопровода считая до верха трубы следует принимать не менее чем на 0,5 м ниже дна реки, а в пределах фарватера на судоходных реках - не менее 1 м Расстояние в плане между линиями дюкеров должно быть не менее 1,5 м. Угол наклона восходящих частей дюкера принимается не более 20° к горизонту. По обе стороны дюкера устраиваются колодцы и переключения с задвижками.

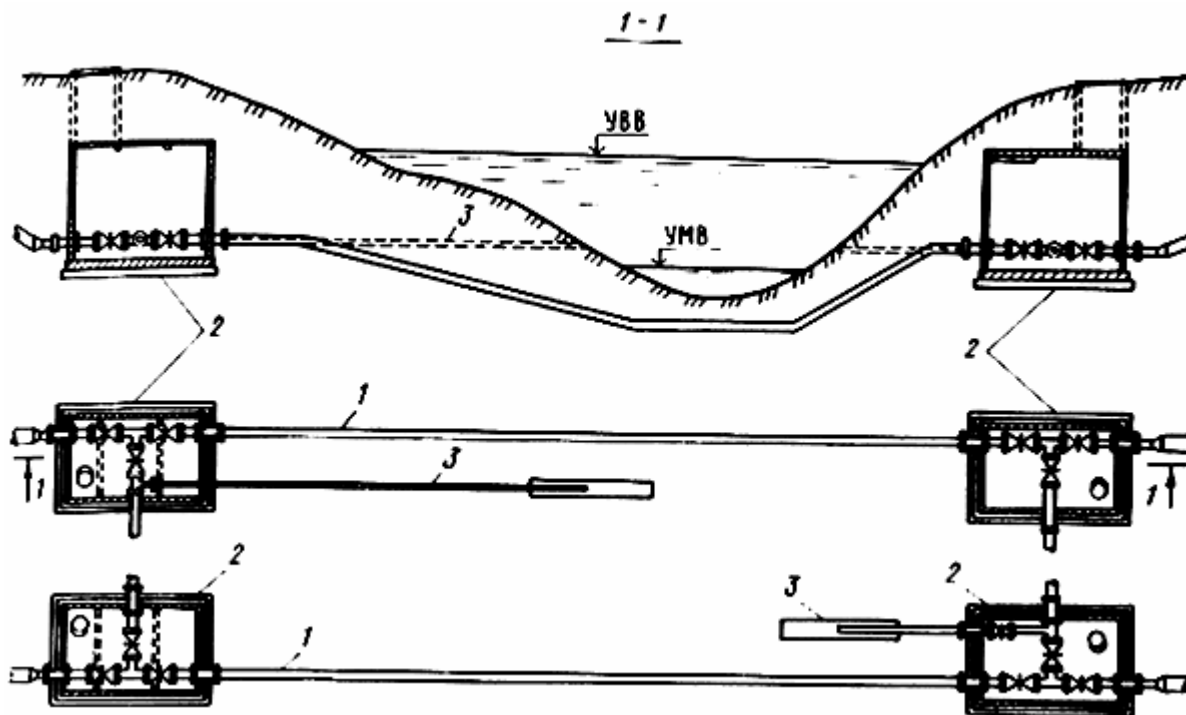


Рис.10. Переходы под водными протоками (дюкеры)

1- сварной трубопровод;

2- береговые колодцы;

3- выпуски;

УВВ и УМВ - уровни высоких и меженных вод.

Надземные и наземные переходы. Надземные переходы выполняются в виде подвесок к мостам общего назначения, укладки трубопроводов по специально сооружаемым мостам, опорам и эстакадам, устройств самонесущих арок и "провисающих" нитей. Переходы сооружаются из стальных труб с усиленной антикоррозионной изоляцией. Для защиты от охлаждения в необходимых случаях устраивается тепловая изоляция.

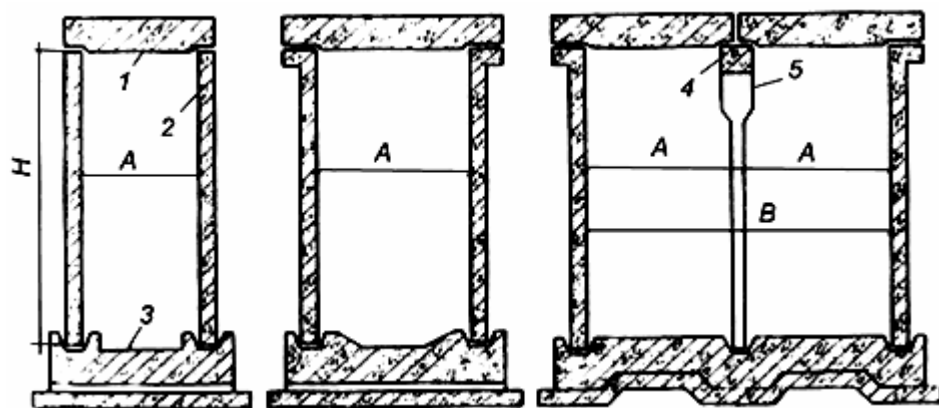


Рис.11. Сборные железобетонные проходные тоннели

1- плита перекрытия;

2- плита стенная;

3- плита днища;

4- прогон;

5- стойка.

Трубопроводы, пересекающие болота, обычно укладывают по дамбам с основанием из минерального грунта, а иногда по сваям с ростверками и лагам (наземная прокладка). В отдельных случаях допускается прокладка трубопроводов разного назначения в тоннелях и каналах (рис.11, 12). Тоннели выполняются проходными, полупроходными и непроходными, одно- и двухсекционными. При устройстве тоннелей закрытым способом их обычно выполняют щитовым методом и они имеют круглые сечения.

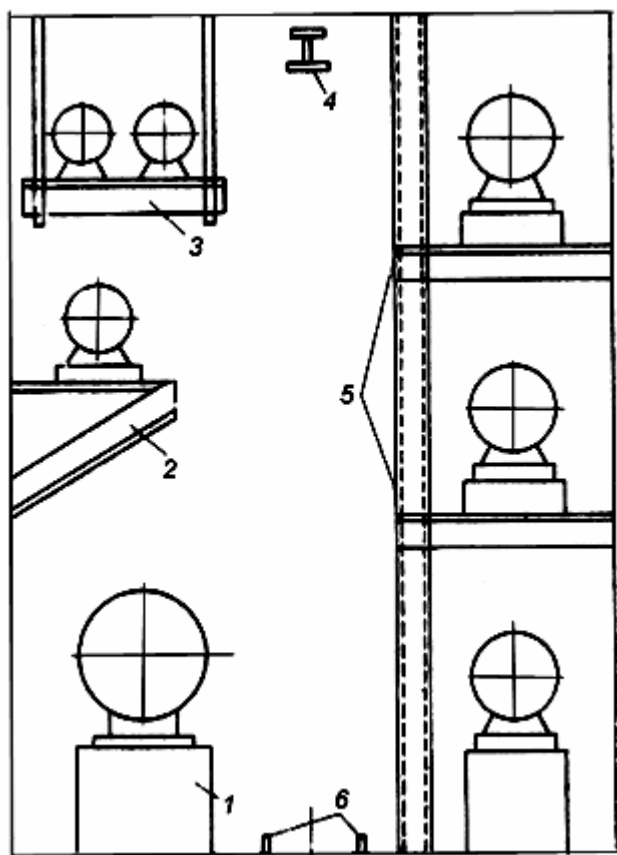


Рис.12. Схема оборудования тоннеля

- 1 - опора;
- 2- кронштейн;
- 3- подвески;
- 4- монорельс;
- 5- стеллажи;
- 6- рельсы под тележки.

Устройство вводов в здания и сооружения

Конструкция ввода в здание или сооружение представляет собой короткий прямой участок трубопровода, соединяющий наружную водопроводную сеть с внутренней водопроводной сетью здания или сооружения и предназначенный для подачи воды из наружной сети во внутреннюю. Для того чтобы вводы имели наименьшую длину, от уличной сети их проводят перпендикулярно к зданию. Ввод обычно состоит из узла присоединения к наружной сети, располагаемого в колодце, трубопровода, соединяющего этот узел с водомерным узлом в здании, и водомерного узла с арматурой (рис.13).

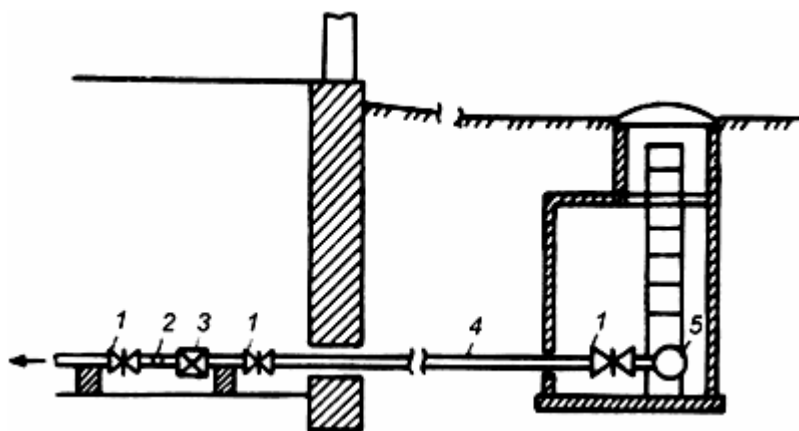


Рис.13. Ввод в здание

- 1- задвижки;
- 2- патрубки для слива воды;
- 3- водомер;
- 4- ввод;
- 5- городской водопровод.

Как правило, в жилых зданиях делают один ввод или даже один ввод на группу зданий, в промышленных крупных цехах, высотных и производственно-коммунальных зданиях - два и более. Глубина заложения трубопровода ввода обычно должна соответствовать глубине заложения уличного водопровода и располагаться ниже глубины промерзания. Вводы устраивают из чугунных труб диаметром 50...100 мм и реже - из труб $\varnothing$ 150 мм.

Водомерные узлы устанавливают вблизи наружных стен зданий в сухих, теплых и нежилых помещениях. В водомерный узел должен быть обеспечен свободный доступ обслуживающего персонала.

Трубопроводы через стены зданий прокладывают с учетом следующих обстоятельств:

- трубы в местах прохода через стены могут быть подвержены разрушению в результате осадки зданий;
- в местах прохождения труб через стены нарушается целостность стен, и при наличии в грунтах воды она может через околотрубные щели поступать в сооружения.

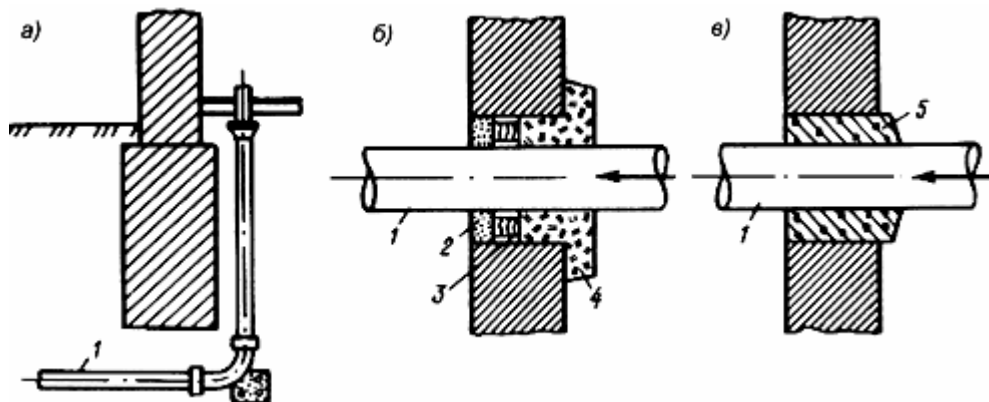


Рис.14. Пересечение вводами фундаментов или стен сооружений и зданий

а- ввод водопровода в здание под фундаментом;

б- варианты заделки вводов во влажных (мокрых) грунтах;

в -заделка ввода в грунтах сухих;

1 -трубопровод;

2- заделка цементным раствором 1:3 с добавкой асбеста;

3- пропитанный битумом канат или смоляная прядь;

4 - мятая глина;

5- кирпич на глине.

Размер отверстия в стене делается на 150...200 мм больше, чем диаметр трубы. Пропускаемая через стену труба помещается эксцентрично несколько ниже оси отверстия. Кольцевой зазор между трубами сначала забивают паклей, а затем заливают специальным раствором. Например, раствор может состоять из песка и антраценового масла или битумов. При оседании стены внутренняя труба будет оставаться неподвижной и обтекаться раствором. Варианты заделки прохода трубопроводов через стену показаны на рис.14, 15, 16.

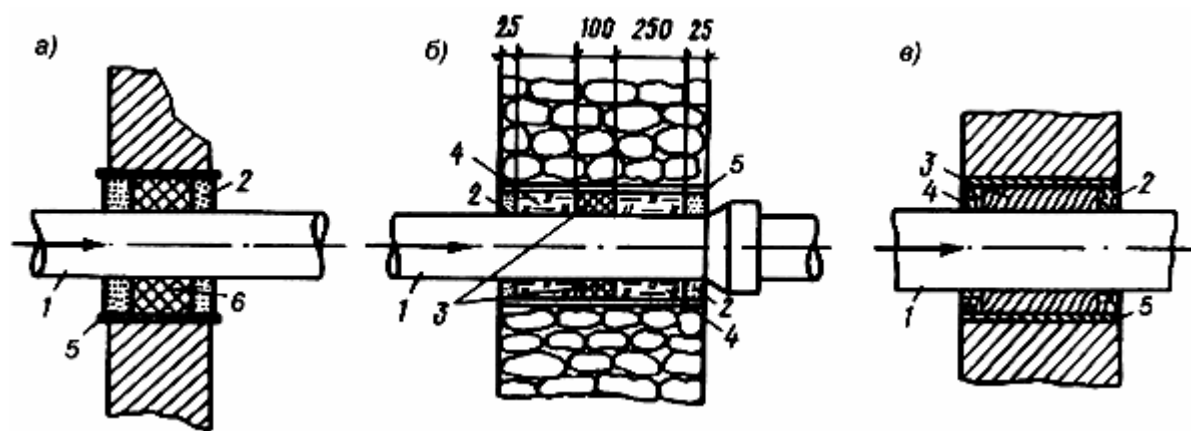


Рис.15. Варианты заделки вводов во влажных (мокрых) грунтах

1 -трубопровод;

2- заделка цементным раствором 1:3 с добавкой асбеста;

3- пропитанный битумом канат или смоляная прядь;

4 - мятая глина;

5- закладная часть (чехол из стальной трубы);

6- войлок.

На *рис.14, 15, 16* изображены возможные варианты пересечения стен трубопроводами в сухих и мокрых грунтах для жилых зданий и промышленных сооружений, а также для специальных объектов.

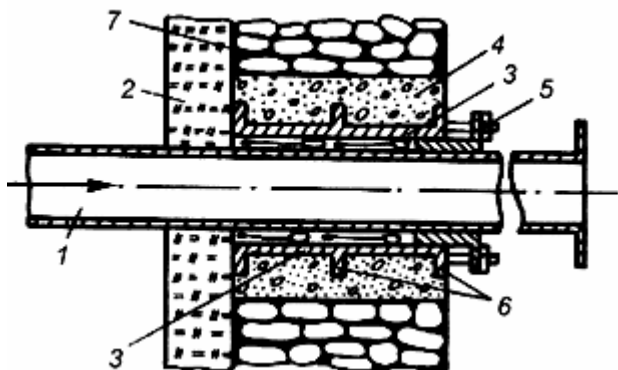


Рис.16. Заделка ввода в грунтах мокрых в специальных сооружениях

1 - трубопровод;

2- мягкая глина;

3- войлок;

4- бутобетон или заделка бетонным раствором;

5- бруска сальника;

6- ребра-выступы высотой 50 мм и толщиной 20 мм;

7- гидроизоляция.

УСТРОЙСТВО КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Трассировка канализационных сетей

Канализационную сеть обычно устраивают самотечной (безнапорной) и проектируют на неполное заполнение. Для того чтобы вода протекала с необходимой скоростью, сеть прокладывают с уклоном. При малых уклонах поверхности земли и большом протяжении сети коллекторы приходится заглублять, что значительно удорожает производство работ. Экономически, например, целесообразно прокладывать канализационную сеть в водонасыщенных грунтах до глубины 5...6 м. Если сеть уже заглублена до этого предела, то во избежание увеличения глубины на сети целесообразно сооружать насосную станцию. Станции перекачки устраиваются также в пониженных районах города.

При трассировке канализационных сетей учитывают рельеф местности и вертикальную ее планировку, размещение водных протоков и мест сброса сточных вод, а также данные гидрогеологических изысканий. На схему канализации влияет также размещение очистных сооружений. Различают несколько схем трассировки канализационной сети относительно кварталов в зависимости от рельефа местности и вертикальной планировки территории (*рис.17*).

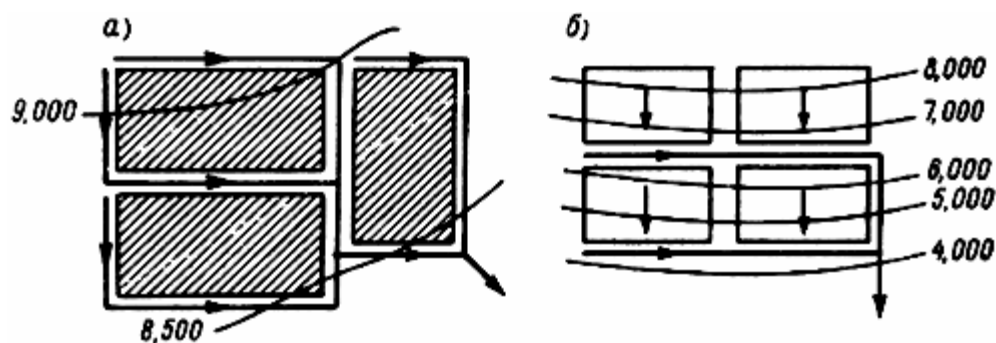


Рис.17. Схемы начертания уличной канализационной сети относительно кварталов

а- объемлющая;

б- с пониженной стороны кварталов.

Сборные коллекторы трассируют вдоль рек и тальвегов (линий, соединяющих наиболее пониженные участки речной долины, оврага). По этим коллекторам сточные воды бытовой или общесплавной сети отводят на очистные сооружения и после очистки сбрасывают в водоем. В подобном случае выпуск сточных вод производится за чертой населенного места. Дождевую сеть при проектировании трассируют из расчета выпуска сточных вод в водоем по наикратчайшему расстоянию. Грунтовые условия так же оказывают влияние на трассировку сети.

На общей схеме канализации кроме линий сети отмечают сетевые сооружения: дюкеры, переходы и камеры различного назначения. На схеме намечаются места расположения насосных станций, очистных сооружений и выпусков.

Канализационные насосные станции служат для перекачки сточных вод на очистные сооружения из заглубленных коллекторов (рис.18, *а*), а также для подъема воды из коллекторов глубокого заложения в коллекторы с меньшим заложением. В первом случае станции называются главными, во втором - станциями подкачки (перекачки). Место расположения насосных станций определяется при проектировании сети.

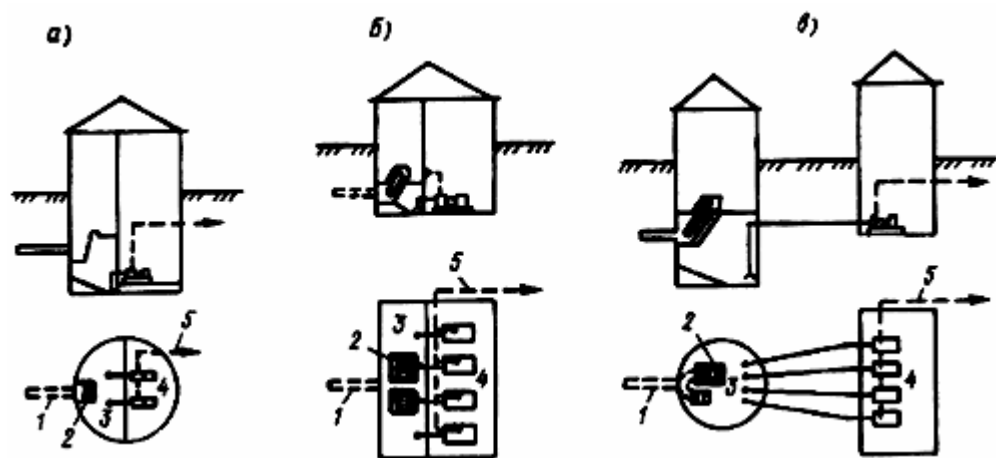


Рис.18. Схемы канализационных насосных станций

1- напорный коллектор;

2- решетка;

3- приемный резервуар;

4- машинный зал;

5- напорный трубопровод.

По форме в плане станции бывают круглыми и прямоугольными. Круглыми насосные станции устраивают в случае их глубокого заложения, высокого уровня грунтовых вод и сложных по строительным свойствам грунтов. Строят их обычно опускным способом. Прямоугольными, как правило, сооружают станции большой производительности, имеющие сравнительно малое заглубление.

При насосных станциях предусматриваются приемные резервуары (емкости). Эти емкости необходимы для выравнивания режима работы насосов, так как сточные воды поступают на станцию неравномерно. Резервуары устраивают совмещенными со зданием станции или отдельно

стоящими.

Типы поперечных сечений труб и каналов

В практике устройства систем канализации используются трубы и каналы разнообразной формы поперечного сечения. С определенным допущением их можно подразделить на круглые, сжатые ($H < b$) и вытянутые ($H > b$), рис. 19.

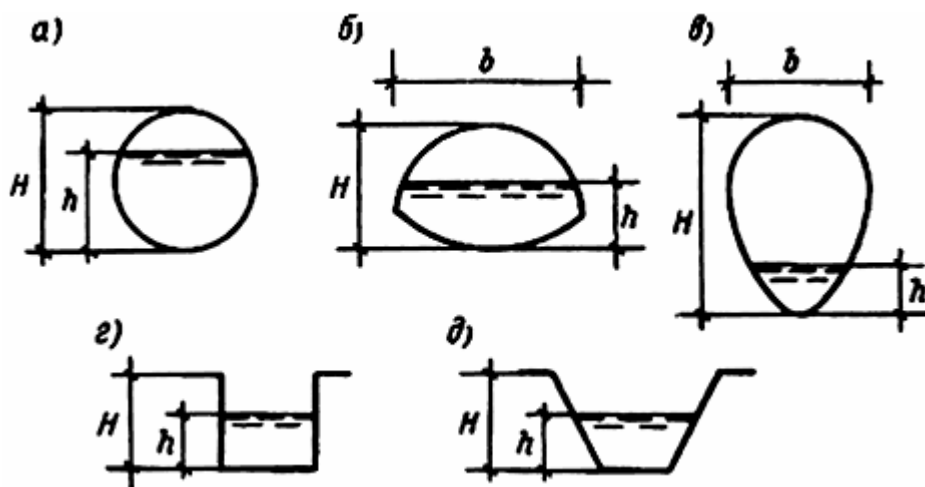


Рис.19. Типы поперечных сечений труб и каналов

а- круглое;

б- сжатое (шатровое);

в- вытянутое (овоидальное);

г- прямоугольное;

д - трапецидальное.

Форма поперечного сечения труб и каналов должна удовлетворять статическим, гидравлическим, экономическим и эксплуатационным требованиям, обладать запасом прочности на максимальные статические и динамические нагрузки. Гидравлические характеристики будут лучше у того сечения, которое имеет наибольшую пропускную способность при заданных площади живого сечения и уклоне. При этом условии наиболее выгодны сечения с большим значением гидравлического радиуса (к ним относятся круглые сечения). Гидравлический радиус - это отношение площади живого сечения потока к длине смоченного периметра. Для круглой трубы при полном и половинном заполнении величина гидравлического радиуса R составит:

$$R = (\pi D^2 / 4) / \pi D = D / 4$$

Трубы с круглой формой поперечного сечения также имеют лучшие прочностные характеристики и высокую степень индустриальности при изготовлении, поэтому они получили наиболее широкое распространение (около 90% всех сооружаемых сетей). Экономическим показателем служит отношение стоимости 1 м уложенных труб к их максимальной отводоспособности. Чем меньше величина этого показателя, тем экономичнее сеть.

Каналы со сжатыми сечениями наиболее часто применяются при прокладках в тяжелых гидрогеологических условиях, когда нужно уменьшить глубину заложения сети. Сечения этого типа обладают большой отводоспособностью при малой высоте. Их применяют для отвода больших количеств воды с незначительным колебанием расхода.

Вытянутые формы поперечного сечения получили наибольшее распространение при сооружении общесплавной системы канализации. Объясняется это тем, что в общесплавной системе канализации при отсутствии дождей расходы сточных вод малы. Теоретически же этот профиль сечения обеспечивает наибольшую скорость течения воды при малых расходах, так как гидравлический радиус вытянутого сечения больше, чем других видов сечений.

Лотки с сечениями прямоугольной и трапецидальной формы устраивают обычно на территориях очистных сооружений, а также для внутрицеховой канализации.

Методы счистки сточных вод

Загрязнения, содержащиеся в сточных водах разных категорий, подразделяются на грубодисперсные, коллоидно-растворенные и истинно растворенные. Они могут быть органического и минерального происхождения.

Необходимая степень очистки сточных вод перед выпуском их в водоем определяется расчетом. При этом нужно знать концентрацию загрязнений в сточных водах, количество сточных вод, мощность водоема, а также состав воды водоема и растворенного кислорода. Спуск сточных вод в поверхностные водоемы регламентируется Правилами охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами.

По виду водопользования водоемы подразделяют на два вида.

I. Хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования:

- 1) для хозяйственно-питьевого водоснабжения и водоснабжения предприятий пищевой промышленности;
- 2) для культурно-бытовых целей населения, отдыха, спорта.

II. Рыбохозяйственного назначения:

- 1) для разведения ценных пород рыб;
- 2) прочие рыбохозяйственные водоемы.

К каждой категории водоемов предъявляют специфические требования.

После смешения сточных вод с водой водоема в последнем должно содержаться не менее 6 или 4 мг/л растворенного кислорода в летнее время, содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться более чем на 0,25 или 0,75 мг/л, значение БПК⁵ не должно превышать 2 или 4 г/м³ в зависимости от вида водоема, величина рН (активная реакция) должна быть не ниже 6,5 и не выше 8,5. Нормируется и ряд других показателей (окраска, запах, содержание ядовитых веществ, температура и пр.). Особое внимание уделяется присутствию в сточных водах возбудителей различных заболеваний. Спуск сточных вод, в которых присутствуют возбудители заболеваний, разрешается только после дезинфекции.

Методы очистки сточных вод можно подразделить на механические, химические, физико-химические и биологические.

При механических методах очистки из сточных вод выделяются оседающие и всплывающие вещества. В процессе этой очистки можно задержать до 60...80% нерастворенных загрязнений. Для задержания крупных веществ и отходов (например, бумаги, тряпок и кухонных отходов) служат решетки и сита. Для осаждения твердых частиц главным образом минерального происхождения (песка, гравия, угля и пр.) служат песколовки, устанавливаемые после решеток. Отстойники - основной и наиболее распространенный тип очистных сооружений, возводимых с целью механической очистки сточных вод. В них осаждаются нерастворенные взвешенные вещества как органического, так и минерального происхождения.

Свежий осадок из отстойников имеет сильный неприятный запах и плохо отдает воду. Его обычно отправляют в метантенки для перегнивания, а затем - на обезвоживание и подсушивание (на иловые площадки, вакуум-фильтры, пресс-фильтры, центрифуги, термосушки), после чего осадок может использоваться как сельскохозяйственное удобрение. В двухъярусных отстойниках, осветлителях-перегнивателях протекают два процесса: осаждение взвешенных загрязняющих веществ и их перегнивание.

Биологические методы очистки применяются для извлечения из сточных вод мельчайшей взвеси, не оседающей в отстойниках, а также коллоидов и растворенных веществ. В результате аэробных биохимических процессов, протекающих в сооружениях этого типа, происходит минерализация органических веществ. Биологическая очистка является второй ступенью очистки сточных вод. Сооружения, служащие для биологической очистки, подразделяются на две группы. К первой группе относятся сооружения, в которых биологическая очистка производится в условиях, близких к естественным (поля орошения, поля фильтрации, биологические пруды). Во вторую группу включают биологические фильтры различного типа и аэротенки, т. е. сооружения специально возводимые для очистки сточных вод; в них выращиваются аэробные микроорганизмы (биологическая пленка или активный ил), участвующие в минерализации органических веществ, поступающих со сточными водами. После биофильтров и аэротенков сточные воды направляют на вторичные отстойники, где задерживается биологическая пленка или активный ил, и далее - на обеззараживание.

При выборе сооружений для биологической очистки в первую очередь необходимо установить возможность устройства полей орошения или полей фильтрации. Полями орошения называют специально подготовленные земельные территории, используемые для биологической очистки сточных вод и одновременно для агрикультурных целей. Поля фильтрации предназначаются только для биологической очистки сточных вод; сельскохозяйственные культуры на них не выращивают.

Процесс биологической очистки на полях орошения и фильтрации состоит в следующем. При фильтрации сточных вод через грунт в последнем задерживаются загрязняющие эти воды вещества, органическая часть которых под действием аэробной группы микроорганизмов

минерализуется. Минерализация наиболее интенсивно протекает в пористых грунтах, куда проникает воздух, содержащий кислород, необходимый для жизнедеятельности бактерий. Основные процессы биологической очистки на этих сооружениях протекают в верхних слоях почвы (до 30 см), полный же процесс завершается на глубине 0,8...1,2 м.

Химические методы позволяют довести эффект очистки сточных вод до 85% по взвешенным веществам и примерно до 25% по растворенным. Применение этих методов основано на том, что при введении в сточную воду растворов некоторых реагентов образуются хлопья, способствующие осаждению взвешенных веществ.

Обеззараживание. Даже при полной биологической очистке ликвидировать бактериальные загрязнения сточных вод не удастся. В аэротенках можно задерживать до 95 % бактерий. Окончательно уничтожить все бактерии можно лишь путем обеззараживания (дезинфекции) воды, поэтому при искусственной очистке сточных вод предусматриваются установки для их дезинфекции (обычно хлором). Доза хлора для отстоенных сточных вод составляет $30 \text{ г на } 1 \text{ м}^3$, а после полной биологической очистки - $10 \text{ г на } 1 \text{ м}^3$. Продолжительность контакта хлора со сточными водами составляет 30 мин и осуществляется во вторичных отстойниках после биологических фильтров, без рециркуляции, или в специальных контактных резервуарах. С целью дезинфекции также могут использоваться озонирование, радиационные и другие методы обеззараживания.

Биологической очистке предшествует механическая. Основной состав сооружений, необходимых для полной биологической очистки городских сточных вод приведен на рис.20. Физико-химические методы (флотация, сорбция, эвапорация, экстракция, использование мембран, реагентов и др.) применяются в основном для очистки производственных сточных вод, но при высоких требованиях к качеству очищенных стоков, могут использоваться и для доочистки городских сточных вод.

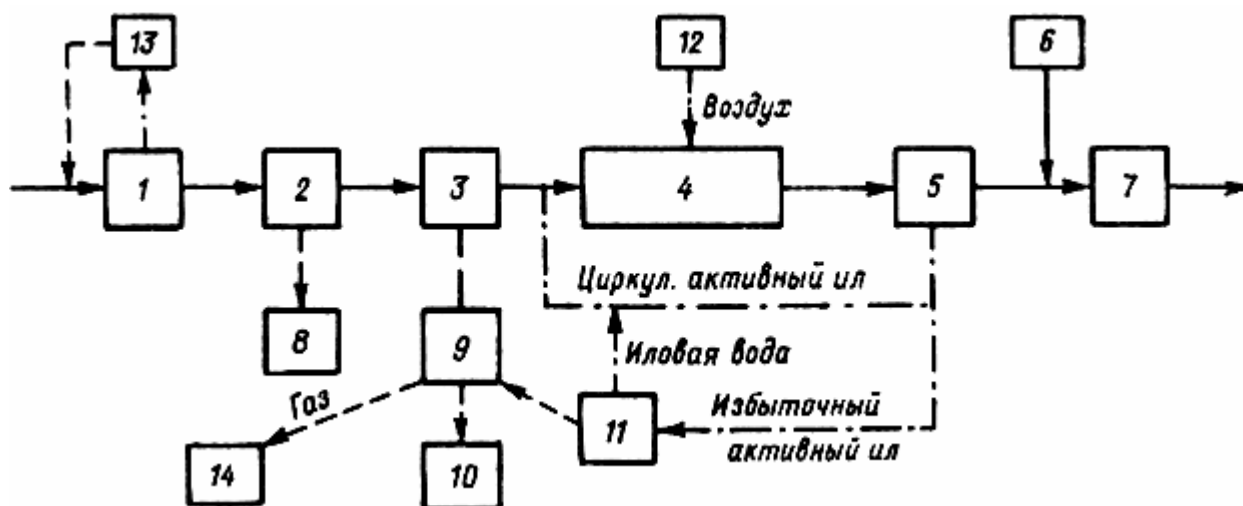


Рис.20. Схема полной биологической очистки городских сточных вод

- 1- решетки;
- 2- песколовки;
- 3- первичные отстойники;
- 4- аэротенк;
- 5- вторичные отстойники;
- 6- хлораторная;
- 7- контактный резервуар;
- 8- песковые площадки;
- 9- метантенки;
- 10- иловые площадки;
- 11- илоуплотнители;
- 12- компрессорная;

13- дробилка;

14- газгольдерная.

В хозяйство очистной станции входят различные подсобные сооружения и помещения - котельная, насосные, мастерские, гараж, здание для обслуживающего персонала, газгольдер, лаборатория и др.

Размеры отводимых под очистные сооружения площадей зависят от принятого способа очистки и количества сточных вод, поступающих на очистные сооружения. Между жилыми кварталами населенного места или пищевыми предприятиями и площадкой очистных сооружений следует предусматривать санитарно-защитную зону, ширина которой зависит от состава очистных сооружений, преобладающего направления ветра и других факторов и принимается в соответствии со СНиП не менее 150...500 м в зависимости от производительности сооружений.

Устройство канализационных сетей и сооружений на них

Трубы, применяемые для прокладки канализационных сетей, должны быть водонепроницаемыми, прочными и долговечными, устойчивыми по отношению к коррозии и температурному влиянию, а также должны иметь гладкую внутреннюю поверхность. Этим требованиям в основном отвечают керамические, бетонные, железобетонные и асбестоцементные трубы, получившие наибольшее распространение в практике строительства.

Керамические трубы канализационные изготавливают диаметром 150...600 мм. Они особенно широко используются для устройства сетей бытовой канализации, прокладываемой обычно из труб малых диаметров и отводящей слабоагрессивные сточные воды. Для отведения стоков промышленных предприятий, содержащих большое количество кислоты, применяются керамические кислотоупорные трубы.

Железобетонные трубы безнапорные изготавливают диаметром 400...2400 мм, нормальной и повышенной прочности; бетонные безнапорные гладкие трубы изготавливают диаметром 100...1000 мм. Эти трубы также применяются для строительства канализационных сетей населенных мест и промышленных предприятий. В первую очередь их используют при прокладке дождевой канализации. Эти трубы также применяются для устройства бытовой канализации, причем их поверхность покрывается противокоррозионными защитными мастиками.

Асбестоцементные трубы для безнапорных трубопроводов изготавливаются диаметром 100...400 мм с гладкими концами, длиной 3 и 4 м. В последние годы они нашли широкое применение при строительстве канализационных сетей. Канализационные трубы соединяют при помощи раструбов фальцев с накладным поясом и муфт. Стыки труб (или места их соединений) должны быть прочными, водонепроницаемыми, эластичными и устойчивыми против коррозии и температурных влияний.

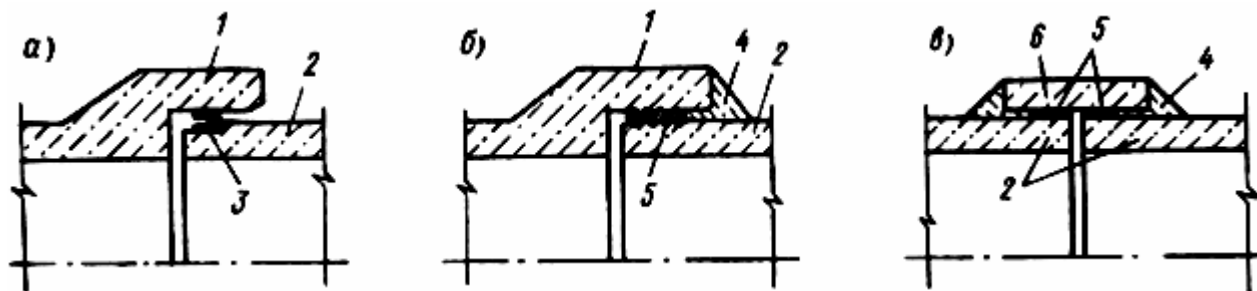


Рис.21. Соединения труб

а, б- раструбный стык;

в- муфтовые соединения;

1- раструб;

2- гладкий конец трубы;

3- резиновые уплотнительные кольца;

4- заделка стыка (асбестоцемент, асфальтовая мистика);

5- уплотнитель (просмоленная прядь);

6- цилиндрическая муфта.

Стыки раструбных соединений (рис.21, а) заделывают асфальтовой мастикой, асбоцементом и цементом. Асфальтовые стыки наиболее

эластичны. Цементные стыки жесткие и могут использоваться там, где исключена возможность просадки трубопроводов. Фальцевые соединения (рис.21, б) заделывают мастикой или цементом. В этом случае в месте соединения по всему наружному периметру трубы соединяют на муфтах (рис.21, в). Бетонные трубы соединяют бетонными муфтами, асбестоцементные - асбестоцементными. Так как асбестоцементные трубы и муфты весьма хрупки, то при их соединении прокладываются эластичные резиновые кольца.

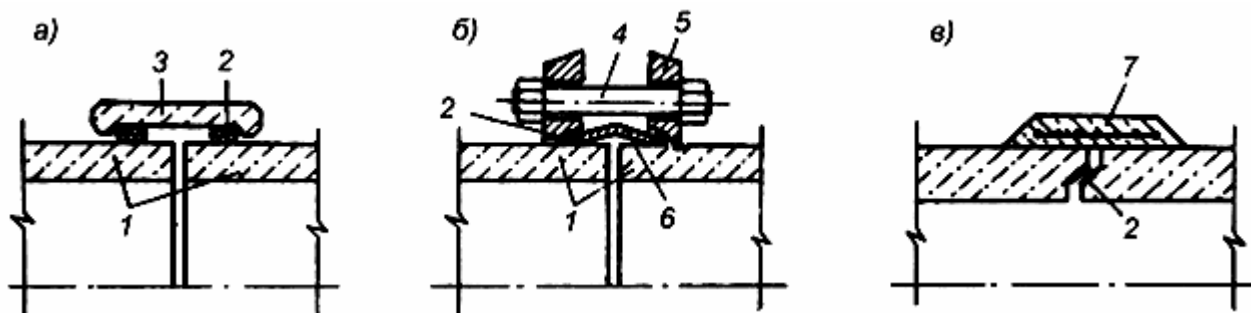


Рис.22. Соединения труб

а, б- муфтовые соединения;

в- фальцевый стык;

1- гладкий конец трубы;

2- резиновые уплотнительные кольца;

3- двухбуртовая муфта;

4- болт;

5- фланцы;

6 -металлическая муфта (втулка);

7- замок.

Железобетонные трубы изготавливаются как раструбными так и фальцевыми, круговыми и с плоской подошвой.

Устройство сооружений на канализационных сетях

К канализационным сетевым сооружениям относятся колодцы различного назначения, дождеприемники, ливнеспуски (на сетях общесплавной системы), разделительные камеры, регулирующие резервуары, дюкеры, переходы (под железными и шоссейными дорогами, водными протоками и оврагами, под мостами и пешеходными мостиками), выпуски, вентиляционные устройства.

Колодцы. На канализационных сетях для наблюдения за работой сети, а также для прочистки, промывки трубопроводов и ликвидации возможных засоров устанавливают колодцы. Они бывают линейными, поворотными, узловыми и перепадными. Колодцы устанавливают соответственно при повороте трассы, изменении диаметра и уклона труб, в месте присоединения притоков и при необходимости устройства перепадов. Присоединении труб в колодце нужно следить, чтобы угол между притоком и основной магистралью был не больше 90°.

Линейные колодцы устраивают на прямых участках сети, на следующих расстояниях один от другого (м), назначаемых в зависимости от диаметра труб (мм):

при диаметре труб	150	35
при диаметре труб	200...450	50
при диаметре труб	500...600	75

при диаметре труб	700...900	100
при диаметре труб	1000...1400	150
при диаметре труб	1500...2000	200
при диаметре труб	>2000	250...300

По форме в плане колодцы бывают круглыми и прямоугольными. Круглые смотровые колодцы (рис.23), устанавливаемые на трубопроводах диаметром до 600 мм, имеют внутренний диаметр рабочей части 1 м. Обычно их устраивают из стандартных железобетонных элементов заводского изготовления или изготовленных на полигоне. Выпускают стандартные железобетонные кольца с внутренним диаметром 700, 1000, 1500 и 2000 мм (КЦ = 7, КЦ=10, КЦ=15, КЦ = 20) и с высотой колец 290, 590 и 890 мм.

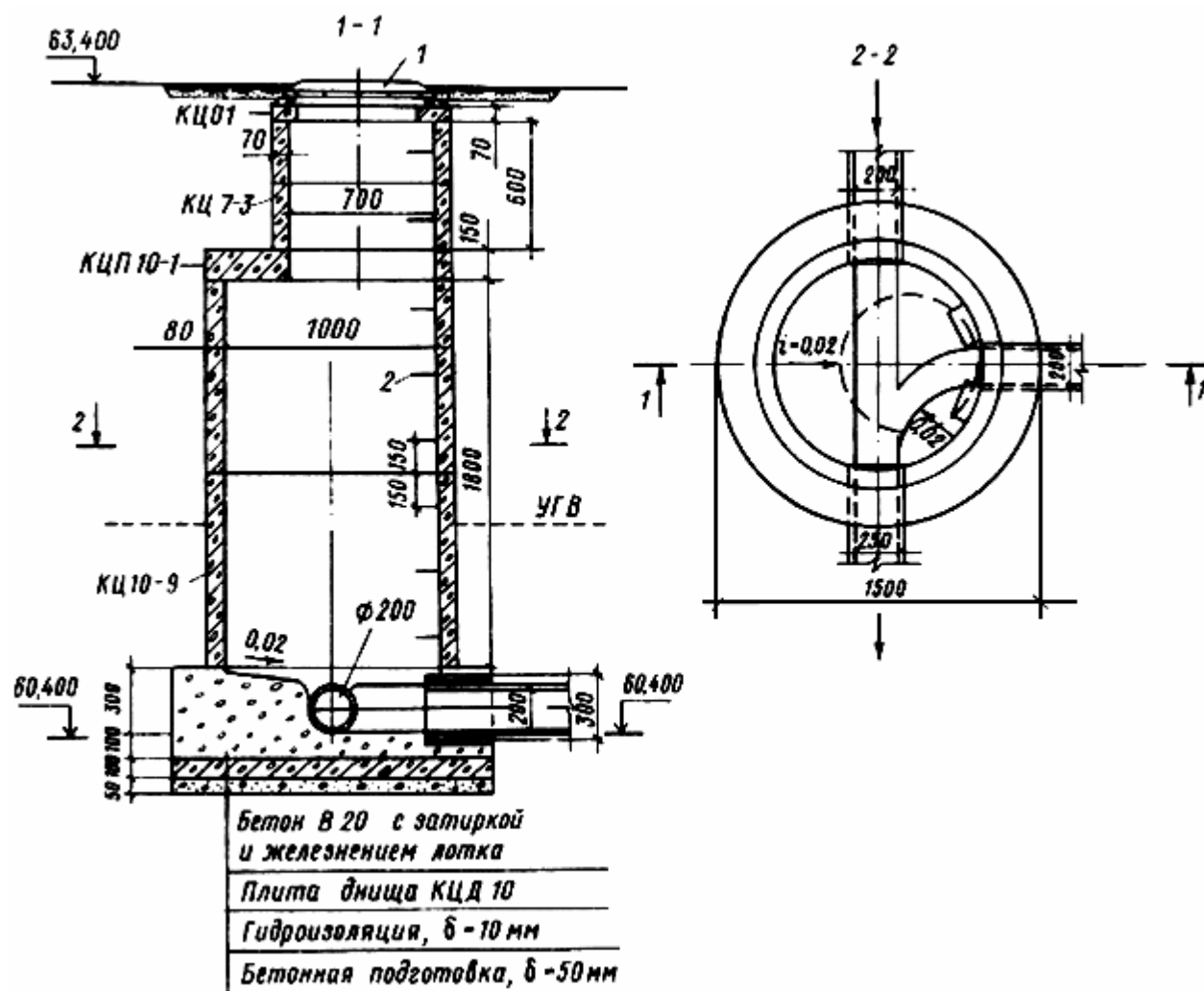


Рис.23. Колодец из сборных железобетонных элементов

а- поперечное сечение круглое;

б- поперечное сечение квадратное;

1- опорное кольцо;

2- горловина;

- 3- плита перекрытия;
- 4- объемный цилиндрический блок.

Внутри канализационных колодцев жидкость течет по открытым лоткам полукруглого сечения. Колодцы имеют горловину диаметром 700 мм и рабочую часть диаметром 1000...2000 мм высотой не менее 1,8 м. Прямоугольные смотровые колодцы, устанавливаемые на трубопроводах диаметром 700 мм и более, имеют следующие внутренние размеры (в плане): длину на 0,4 м и ширину на 0,5 м большую внутреннего диаметра трубы или ширины коллектора. Колодцы этого типа можно устанавливать и на трубопроводах меньшего диаметра. В таком случае их длину и ширину принимают равной 1 м.

Перепадные колодцы устраивают в местах присоединения к коллекторам притоков с меньшей глубиной заложения. Эти колодцы устраивают также и в тех случаях, когда коллекторы прокладывают по пересеченной местности с уклоном, превышающим максимально допустимый для труб данного диаметра. В первом случае перепад обычно выполняют в виде стояка из чугунных труб. Во втором случае, при диаметре трубопровода до 500 мм (включительно) перепады могут проектироваться с наружным стояком из металлических труб или с внутренним вертикальным прямоугольным каналом. Перепады на трубопроводах диаметром 600 мм и более устраивают в виде водосливов практического профиля с водобоями (рис.24), шахтных перепадов, быстротоков и обосновывают расчетами.

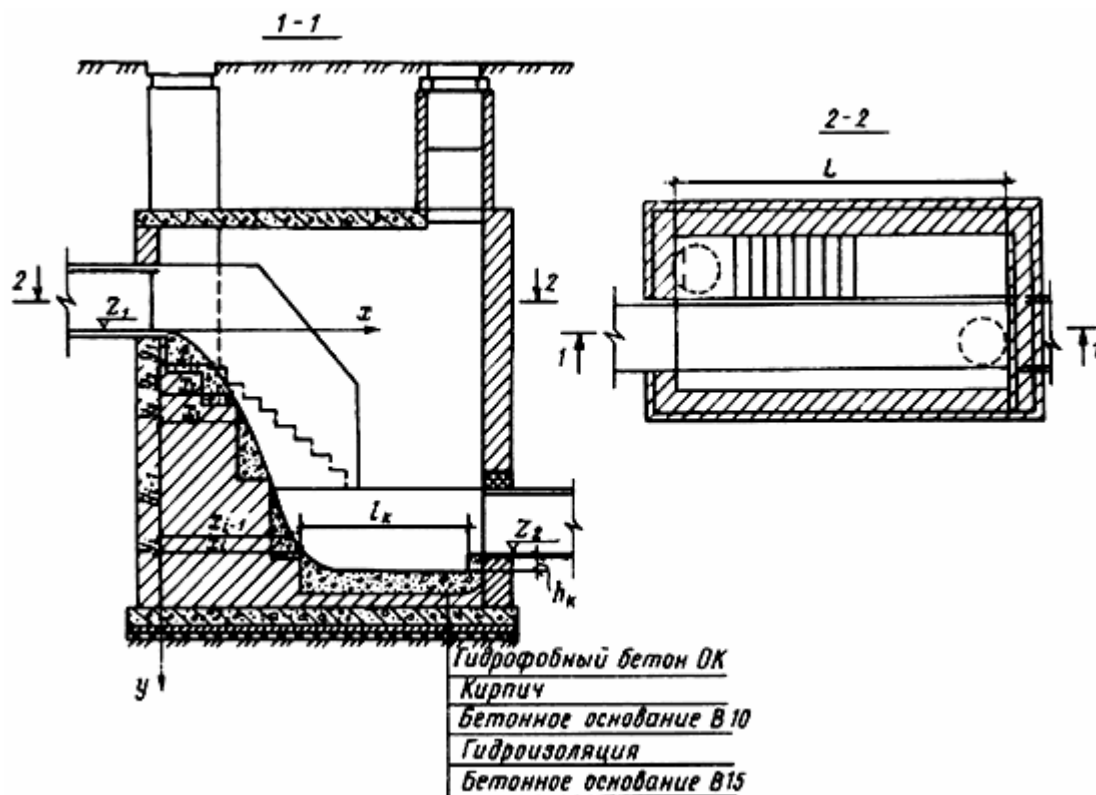


Рис.24. Перепад с водосливом практического профиля

На тоннельных коллекторах глубокого заложения, построенных методом щитовой проходки, где глубина заложения сети обычно более 8 м и диаметры трубопроводов могут достигать 4,5 м, вместо колодцев делают шахты. В них могут устраиваться перепады, по которым транспортируются сточные воды от сетей мелкого заложения в глубоководный коллектор (рис.25).

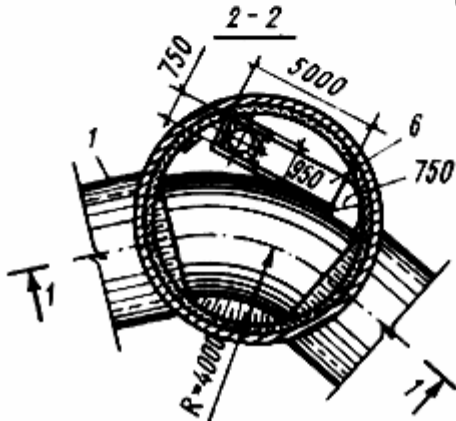


Рис.25. Шахтный трубчатый перепад с водобойным колодцем

- 1- глубокозаложенный коллектор;
- 2- подводящий трубопровод;
- 3- стояк;
- 4- лестница;
- 5- ограждающие перила;
- 6- водобойный колодец.

Коллекторы большого диаметра можно использовать в городах для сплава снега, в этом случае на сети устанавливают специальные шахты, через которые снег сбрасывается в канализационную сеть. Количество снега, допускаемого к сбросу в канализационную сеть, определяется на основе теплотехнических расчетов (температура сточных вод не должна быть ниже $+5^{\circ}\text{C}$).

Дюкеры. Для транспортирования сточных вод через реки, овраги и при пересечении канализационной сети с подземными сооружениями служат специальные устройства - дюкеры. Дюкеры через реки устраивают не менее чем в две нитки. Схема такого дюкера приведена на *рис. 26*. Он состоит из входной камеры, линий дюкера (трубопроводов) и выходной камеры.

Дюкеры работают полным сечением. Сточные воды в них движутся под давлением столба воды, обусловленным разностью уровней, во входной и выходной камерах дюкера.

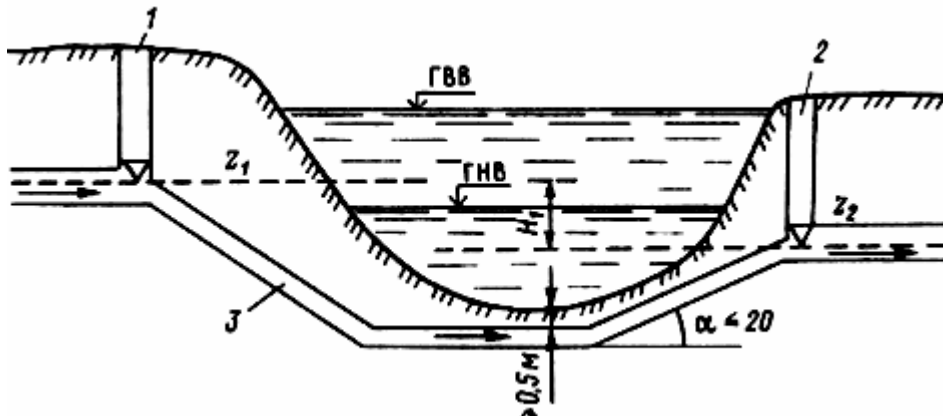


Рис.26. Схема дюкера

- 1- камера входная;
- 2- камера выходная;
- 3- стальной трубопровод.

Дюкеры обычно прокладывают из стальных труб, реже из чугунных раструбных. Камеры дюкера целесообразно устраивать из сборного железобетона.

Переходы. Под железными и шоссейными дорогами в зависимости от диаметра канализационного коллектора сооружают переходы из стальных, чугунных или железобетонных труб. Их конструктивное оформление не отличается от оформления переходов водопроводных линий.

Выпуски. Для спуска сточных вод в водоемы устраиваются выпуски. Они имеют разнообразные конструкции, могут быть сосредоточенными и рассеивающими. Последние устраивают с целью более эффективного смешения сточных вод с водой водоема. Дождевые воды и воды от ливнеотводов общесплавной канализации выпускают через сосредоточенные выпуски берегового типа. Во всех же других случаях оголовки выпуска выносят на некоторое расстояние от берега.

Вентиляция. Как правило, вентиляция бытовой канализационной сети осуществляется вытяжными устройствами внутридомовой канализации. Специальные вытяжные устройства предусматривают во входных камерах дюкеров, на перепадах. В отдельных случаях может устраиваться искусственная вытяжная вентиляция.

УСТРОЙСТВО ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Для разработки трассировки тепловой сети города или его района необходимы следующие исходные данные:

- план города в масштабе от 1:2000 до 1: 25 000;
- сводная таблица часовых максимальных расходов тепла потребителями города или района с перспективой развития его на 15...20 лет;
- данные распределения тепла по отдельным видам потребителей теплоты: на бытовое горячее водоснабжение, отопление, технологическое горячее водоснабжение и другие нужды промышленных и коммунальных предприятий за каждую смену.

По своему назначению тепловые сети, соединяющие источник теплоты с тепловыми пунктами, делятся на магистральные, распределительные и внутриквартальные.

Магистральные тепловые сети представляют собой участки, несущие основную тепловую нагрузку и соединяющие источники теплоты с крупными тепловыми потребителями. Распределительные, или межквартальные, сети транспортируют теплоту от тепловых магистральных сетей к объектам теплоснабжения. Они отличаются от магистральных сетей, как правило, меньшим диаметром и длиной. Внутриквартальные сети ответвляются от распределительных или непосредственно от магистральных тепловых сетей и заканчиваются в ТП потребителей теплоты. Они несут только ту тепловую нагрузку, которую имеет этот потребитель теплоты. Нагрузка распределительных сетей отличается большей часовой и суточной неравномерностью потребления теплоты по сравнению с нагрузкой магистральных сетей.

Трассировку сетей города начинают с магистральных сетей; ее начертание оказывает существенное влияние на построение распределительных и внутриквартальных сетей, на их протяженность и надежность подачи теплоты потребителям. Для правильного выбора трассы тепловых сетей, дающего наилучшее решение с технической, экономической и экологической точек зрения, необходимо выполнение следующих условий:

- магистральные сети следует прокладывать вблизи центров тепловых нагрузок;
- трассы должны иметь кратчайшие расстояния;
- тепловые сети не следует прокладывать в грунтах в затопляемых районах городов и промышленных предприятий;
- намеченные трассы не рекомендуется располагать на пятне намечаемой застройки, а также они не должны мешать работе транспортной системы города;
- трассировка систем теплоснабжения должна обеспечивать удобства при проведении ремонтных работ;
- выбранный вариант трассы тепловых сетей должен иметь наименьшую стоимость при строительстве и эксплуатации и обладать высокой надежностью;
- подземную прокладку тепловых сетей не следует намечать вдоль электрифицированных железнодорожных и трамвайных путей во избежание электрокоррозии металлических трубопроводов;
- в вечномёрзлых грунтах прокладка тепловых сетей должна быть только наземной; это правило необходимо соблюдать и при прокладке сетей в солончаковых грунтах, так как в весенне-осенний период во время намокания такого грунта усиливается его коррозионное действие.

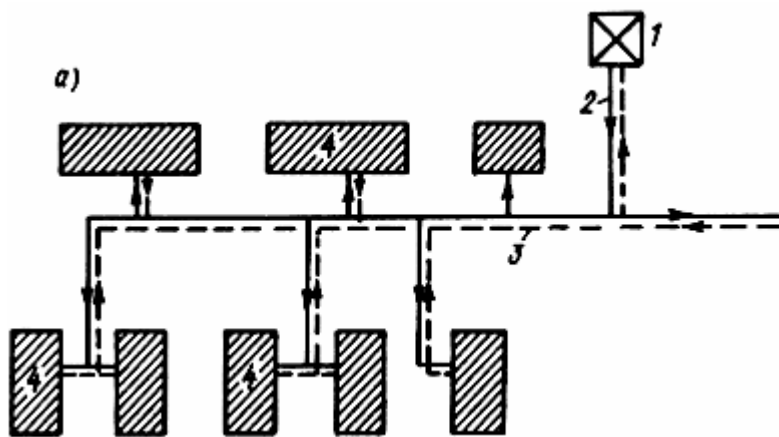


Рис.27а. Тупиковая конфигурация тепловых магистральных сетей

- 1- источник теплоты;
- 2- магистрали;
- 3- тепловые сети распределительные;
- 4- тепловые сети внутриквартальные.

Магистральные тепловые сети по конфигурации делятся на тупиковые и кольцевые (рис.27). Общая протяженность магистралей тупиковых сетей значительно короче кольцевых, но зато надежность кольцевых сетей значительно выше, чем тупиковых. В кольцевых сетях легче и быстрее выравниваются потери давления, возникающие при разной нагрузке систем теплоснабжения, особенно в период аварийных отключений отдельных участков. Подача тепла потребителям в кольцевых сетях является более надежной, чем в тупиковых, при ремонте отдельных участков или авариях на них.

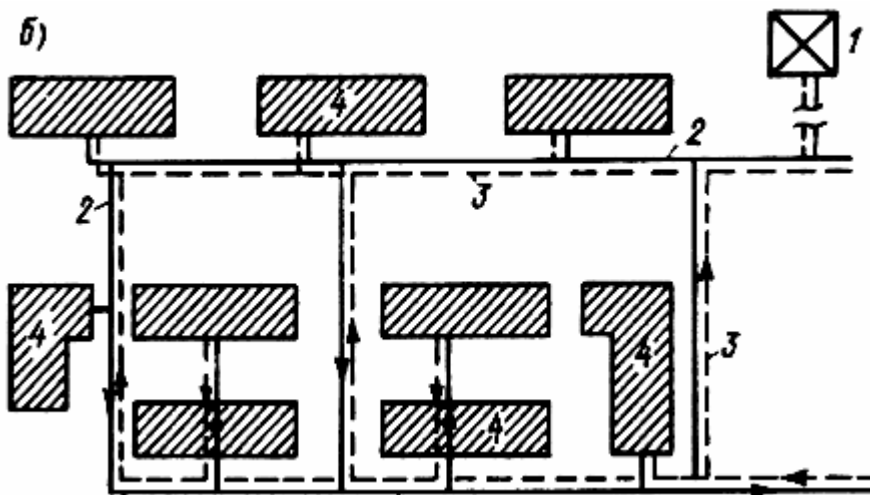


Рис.276. Кольцевая конфигурация тепловых магистральных сетей

- 1- источник теплоты;
- 2- магистрали;
- 3- тепловые сети распределительные;
- 4- тепловые сети внутриквартальные.

Устройство тепловых сетей

Для тепловых сетей наибольшее распространение получили стальные электросварные, стальные бесшовные трубы. Кроме названных металлических труб в последние годы находят применение неметаллические трубы. В экспериментальных целях для прокладки тепловых сетей используются асбестоцементные, железобетонные и с пластмассовым покрытием трубы. В дальнейшем предполагается применять и пластмассовые трубы. Тепловые сети из неметаллических труб значительно дешевле, но их надежность по сравнению с металлическими намного ниже.

Стальные трубы соединяются, как правило, сваркой. Этот вид соединения по прочностным свойствам не уступает прочности самих труб. Асбестоцементные трубы соединяются с помощью манжетных компенсаторов либо муфт с резиновыми уплотнительными кольцами, служащими одновременно и для компенсации температурных деформаций. Эти соединения менее надежны, чем сварные: при просадке грунта или нарушении соосности труб возможны нарушения стыков и утечка воды.

Трубопроводы тепловых сетей прокладываются параллельно рельефу местности с минимальным уклоном 0,002. В нижних точках сети предусматриваются выпуски для опорожнения сетей, в верхних - воздушники для выпуска воздуха.

Прокладка тепловых сетей может осуществляться в проходных, полупроходных и непроходных каналах, а также быть надземной. Первый вид прокладки широкого использования не нашел, хотя применение его целесообразно в крупных городах. В таких каналах (коллекторах) прокладываются большая часть инженерных подземных городских сетей: теплопроводы, водопроводы, силовые и осветительные кабели, кабели связи и др. (рис.28).

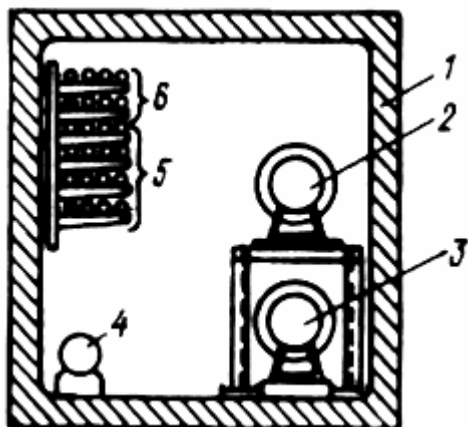


Рис.28. Городской коллектор

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

Размеры проходных каналов выбираются таким образом, чтобы они обеспечивали свободное обслуживание всех трубопроводов и оборудования (задвижки, сальниковые компенсаторы, дренажные устройства, КИП, вантузы и т.п.). Такие каналы оборудуются вентиляцией с целью поддержания температуры воздуха не выше 30°C, электрическим освещением (напряжение до 30В) и устройствами для быстрого отвода воды из каналов. Проходные каналы рекомендуется устраивать под основными городскими магистралями с усовершенствованными дорожными покрытиями. Ширина прохода в свету в тоннелях должна приниматься равной диаметру наибольшей трубы плюс 100 мм, но не менее 1000 мм. Проходные каналы требуют значительных капитальных затрат, но с точки зрения эксплуатации они являются наиболее приемлемыми.

В случаях когда количество прокладываемых трубопроводов невелико, но доступ к инженерным сетям необходим, устраиваются полупроходные каналы. Размеры этих каналов выбирают таким образом, чтобы была возможность прохода человека в полусогнутом состоянии. С учетом этого обстоятельства высота каналов должна быть не менее 1400 мм.

Прокладка теплопроводов в настоящее время преимущественно осуществляется в непроходных каналах, непосредственно в грунтах (бесканальная прокладка) и на опорах по выровненной поверхности земли.

При прокладке трубопроводов в непроходных каналах (рис.29) наибольшее распространение получили каналы лоткового (КЛ) и сборного (КС) типов. В том случае, если по каким-либо причинам монтаж железобетонных каналов невозможен, выкладывают кирпичные каналы.

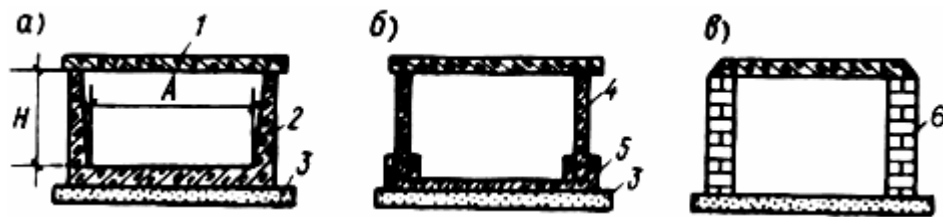


Рис.29. Непроходные каналы

- а- каналы из лотковых элементов (типа КЛ);
- б- каналы из сборных элементов (типа КС);
- в- каналы кирпичные;
- 1- плита перекрытия;
- 2- лотковый элемент;

3- песчаная или бетонная подготовки;

4 -стеновая плита;

5- плита днища;

6- кирпичная стенка.

Надземная прокладка (рис.30) может осуществляться на низких ($H_1 - 0,5 \dots 2,0$ м) и высоких опорах ($H_1 = 2 \dots 3$ м). Этот вид прокладки применяется на производственных предприятиях, в районах вечной мерзлоты, а также и в других случаях при достаточном обосновании.

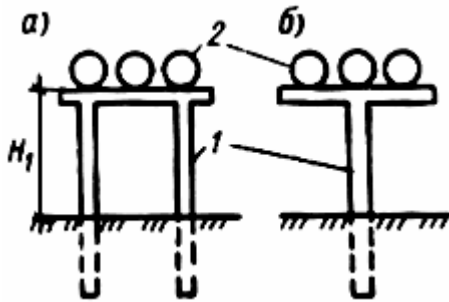


Рис.30. Надземная прокладка тепловых сетей на опорах

а, б- варианты опор;

1- опоры;

2- трубопроводы.

При бесканальной прокладке (рис.31, 32, 33) трубопроводы со специальной тепловой изоляцией (табл.1) укладываются непосредственно в грунт на специальную подготовку. На строительную площадку трубопроводы поступают уже с тепловой изоляцией, а на месте монтажа выполняется изоляция только стыков. Если на трассе тепловых сетей имеются грунтовые воды с высоким уровнем воды, то предусматривается водопонижение (дренаж).

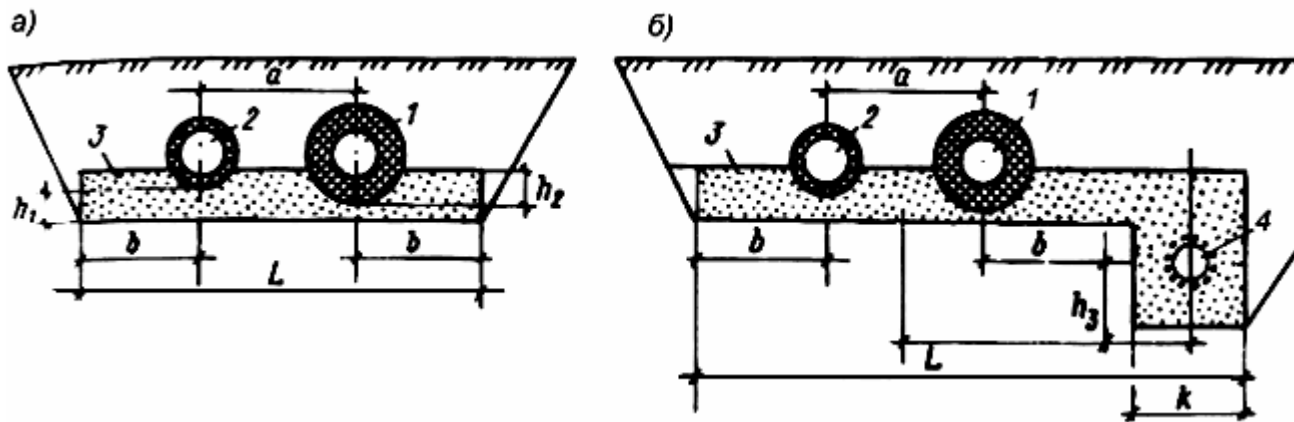


Рис.31. Бесканальная прокладка теплопроводов

а- в грунтах сухих;

б- в грунтах мокрых;

1- трубопровод подающий;

2- трубопровод обратный;

3- песчаная подготовка;

4- трубопровод дренажный.

С этой целью параллельно теплопроводам прокладываются дренажные трубопроводы, которые и удаляют грунтовые воды. Уклон труб попутного дренажа должен быть не менее 0,003, причем он может не совпадать с уклоном тепловых сетей.

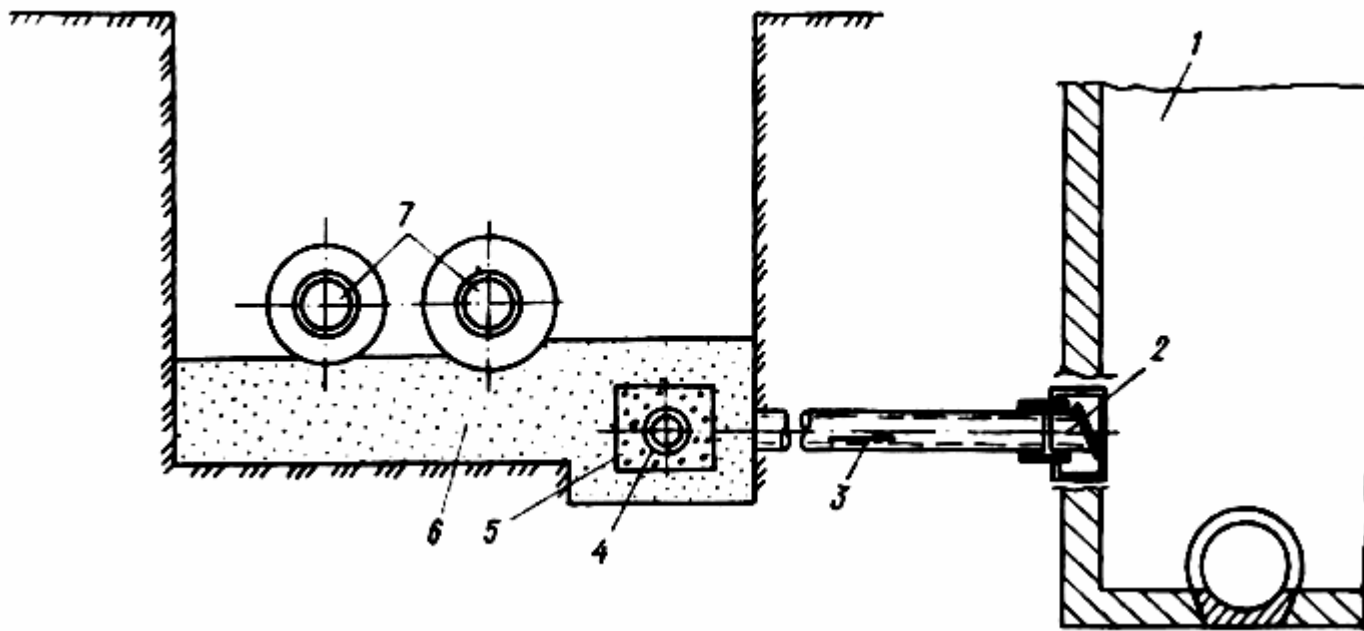


Рис.32. Бесканальная прокладка трубопроводов с продольным дренажом

1- канализационный или дренажный колодец;

2- обратный клапан - "захлопка";

3-асбестоцементная труба дренажного выпуска диаметром 100 мм;

4- асбестоцементная труба продольного дренажа диаметром 100 мм с отверстиями 3 X 150 мм;

5- обратный фильтр из гравия;

6- среднезернистый песок с содержанием пылеватых частиц (0,01...0,25 мм) не более 40%;

7- теплопроводы.

В последние годы нашла применение бесканальная прокладка теплопроводов в засыпных порошках. Изоляция трубопроводов с помощью засыпных гидрофобных порошков получила широкое распространение за рубежом. Одной из конструкций такого типа, разработанной Всесоюзным теплотехническим институтом, является прокладка теплопроводов в засыпных самоспекающихся асфальтитах. Основным компонентом для изготовления самоспекающегося порошка служит природный битум - асфальтит или искусственный битум - продукт нефтеперерабатывающих заводов. Процесс производства работ по прокладке таких трубопроводов состоит из двух основных операций засыпки труб в траншею порошкообразным асфальтоизолом, нагрева труб до температуры его плавления (140...150С) и поддержания этой температуры в течение 30...40 ч. В период разогрева трубопровода непосредственно на поверхности трубы образуется плотный слой из расплавленного асфальтоизола, имеющий адгезию к наружной поверхности стального трубопровода и защищающий ее от увлажнения и коррозии. За этим плотным слоем образуется второй спекшийся слой, который имеет пористую структуру и является основным теплоизоляционным слоем. Наружный, третий, порошкообразный неспекшийся слой асфальтоизола служит дополнительной тепло- и гидроизоляцией.

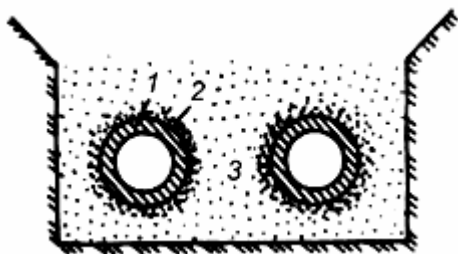


Рис.33. Бесканальная прокладка теплопровода в самоспекающемся асфальтоизоле

1- плотный слой;

2- слой пористый;

3- слой порошкообразный.

Бесканальная прокладка теплопроводов может быть выполнена также из литых конструкций (рис.34). В качестве материала для сооружения таких теплопроводов используется пенобетон или перлитобетон. Смонтированные в траншее стальные трубопроводы заливают жидкой композицией изолирующего материала, приготовленной непосредственно на трассе или доставленной в контейнере с производственной базы. После схватывания композиции траншея засыпается грунтом.

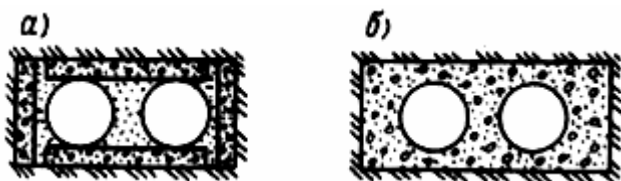


Рис.34. Бесканальная прокладка теплопровода в литом пенобетонном массиве

а- конструкция сборно-литая;

б- конструкция литая.

Прокладка сетей в каналах обходится дороже, чем бесканальная. Однако к достоинствам прокладки в каналах следует отнести меньшие потери тепла в окружающую среду, большую долговечность и удобство эксплуатации при вскрытии каналов во время ремонта тепловых сетей. Их недостатком является возможность заиливания каналов при попадании в них талых и дождевых вод.

Размеры конструкций при бесканальной прокладке с изоляцией из битумоперлита

Таблица 1

Диаметр теплопровода мм	Диаметр теплопровода с изоляцией мм		Размеры конструкций теплоизоляции, мм						
			в сухих грунтах			в мокрых грунтах			
	подающего	обратного	<i>a</i>	<i>в</i>	<i>L</i>	<i>a</i>	<i>в</i>	<i>L</i>	<i>c</i>
50	177/50	137/30	280	285	850	280	210	1400	700
65	216/60	156/30	280	310	900	280	210	1400	700
80	299/60	169/30	280	310	900	280	210	1400	700
100	248/60	188/30	400	325	1000	400	250	1600	800
125	273/60	213/30	400	325	1000	400	250	1600	800

150	249/60	219/30	400	350	1100	400	250	1600	800
200	359/60	299/30	540	380	1300	540	330	1900	950
250	413/60	283/30	540	380	1300	540	330	1900	950
300	465/60	405/30	660	520	1700	660	370	2000	1175

Примечание. В знаменателе приведена толщина теплоизоляции.

Размеры конструкций для прокладки теплопроводов в траншеях с готовой изоляцией в зависимости от их диаметров и толщины изоляции приведены в табл. 1. Дополнительно можно отметить, что толщина песчаной подушки должна быть не менее 0,25...0,30 м; размеры h^1 в сухих грунтах принимаются в пределах 120...180 мм, в мокрых - 220...230 мм, $h = 100...150$ мм, $h^3 \geq 500$ мм, а $L \approx 700...800$ мм.

Для отключения отдельных участков сети при проведении ремонтных работ предусматривается установка задвижек через 1000 м. Кроме того, задвижки необходимо устанавливать на всех ответвлениях от магистрали.

Глубину заложения тепловых сетей при прокладке в каналах принимают не менее 0,5 м до верха перекрытий каналов, при бесканальной - не менее 0,7 м до верха изоляционной оболочки трубопровода. В проходных, полупроходных и непроходных каналах трубопроводы покрываются изоляцией. Изоляция осуществляется сравнительно просто - нанесением теплоизоляционного слоя непосредственно на трубопровод или поверх его покровного гидрофобного рулонного материала.

С целью предохранения теплоизоляционных конструкций теплопроводов от внешних воздействий рекомендуется применять различные защитные покрытия. При подземной бесканальной прокладке можно применять полимерную оболочку из полиэтилена высокого давления, делать гидроизоляцию на изольной массе или же из асбестоцементной штукатурки по металлической сетке и др. Теплопроводы, уложенные в непроходных каналах и тоннелях, защищаются рулонным стеклопластиком, армопластмассовыми материалами, стеклотекстолитом, фольгорубероидом, фольгоизолом, рубероидом, покрытым стеклотканью, алюминиевой фольгой, асбестоцементной штукатуркой по металлической сетке и пр.

Особенно тщательно следует изолировать теплоизоляционные конструкции теплопроводов при их наземной прокладке. В этом случае применяются алюминиевые или из его сплавов листы, тонколистовая сталь, сталь листовая углеродистая общего назначения, стеклопластик рулонный, армопластмассовые материалы и др. При небольших объемах работ можно использовать асбестоцементную штукатурку по металлической сетке.

В случае применения в тоннелях защитного покрытия из трудногорючих материалов требуется устройство поясов из негорючего материала длиной не менее 5 м.

Устройства на тепловой сети

При подземной прокладке для размещения теплопроводов, компенсаторов, воздушников, выпусков, дренажей и других видов арматуры и КИП, а также их обслуживания устраиваются надземные павильоны или подземные камеры (рис.35, 36).

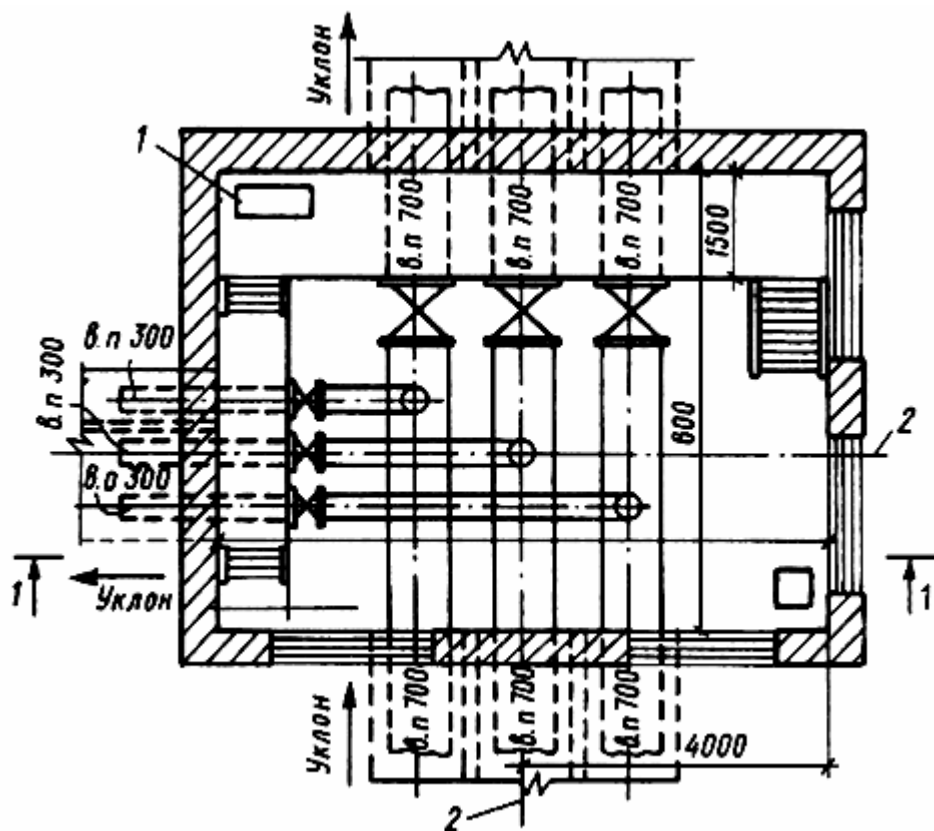


Рис.35. Надземный павильон узла установки задвижек с электроприводом на трехтрубном теплопроводе (план)

1- электрошкаф;

2- ось трассы;

в. п. - водопровод подводящий;

в. о. - водопровод отводящий.

Камеры тепловых сетей могут быть сборными железобетонными, монолитными и кирпичными. Высота камер должна быть не менее 2 м. Число люков при площади камеры до 6 м^2 принимается не менее двух, а при площади более 6 м^2 - четырех. В камерах предусматриваются водосборные приемки размером не менее $400 \times 400 \text{ мм}$ и глубиной 300 мм. Размеры камер зависят от диаметров трубопроводов, оборудования, которое в них устанавливается, от условий монтажа оборудования и требований к обслуживанию. Минимальные расстояния (мм) в свету между узлами трубопроводов, арматурой и строительными конструкциями приведены ниже.

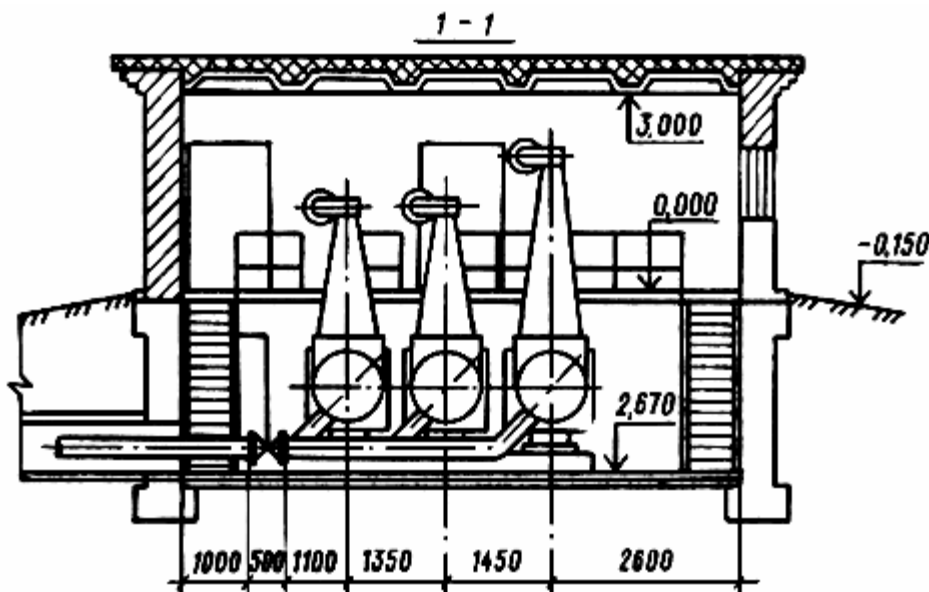


Рис.36. Надземный павильон узла установки задвижек с электроприводом на трехтрубном теплотрассе (разрез)

От пола или перекрытия до поверхности теплоизоляционных конструкций трубопроводов (для перехода) ≥ 700

Боковые проходы для обслуживания арматуры и сальниковых компенсаторов (от стенки до фланца арматуры или до компенсатора) при диаметрах труб, мм:

до 500 600

от 600 до 900 и более 700

То же, при диаметре труб 1000 мм и более 1000

От стенки до фланца корпуса сальникового компенсатора (со стороны патрубка, вдоль оси трубы) при диаметрах труб, мм:

до 500 600

600 и более 800

От пола или перекрытия до фланца или до оси болтов сальникового уплотнения 400

От пола или перекрытия до поверхности теплоизоляционной конструкции труб ответвлений 300

От выдвинутого шпинделя задвижки (или штурвала) до стенки или перекрытия 200

Для труб диаметром 600 мм и более между стенками смежных труб со стороны сальникового компенсатора 500

От стенки или от фланца задвижки до штуцеров для выпуска воды или воздуха 100

От фланца задвижки на ответвлении до поверхности теплоизоляционных конструкций основных труб 100

Между теплоизоляционными конструкциями смежных сильфонных компенсаторов до 500 мм 100

То же, при диаметрах компенсаторов 600 мм и более 150.

Сальниковые компенсаторы в камерах на подающих и обратных водяных теплотрассах допускается устанавливать со смещением на 150...200 мм относительно друг друга в плане, а фланцевые задвижки с диаметром более 150 мм и сильфонные компенсаторы - вразбежку с расстоянием по оси в плане между ними не менее 100 мм.

Задвижки и затворы (запорная арматура) устанавливаются в следующих случаях:

1) на всех трубопроводах выводов тепловых сетей от источников теплоты независимо от параметров теплоносителя и диаметров трубопроводов и на конденсатопроводах на вводе к сборному баку конденсата, при этом не допускается дублирования арматуры вне и внутри здания;

2) для проведения ремонтных работ на теплопроводах водяных систем устанавливаются секционирующие задвижки; расстояние (ℓ) между задвижками принимается в зависимости от диаметра трубопроводов (D_y):

D_y , мм	100	400...500	600
ℓ , м	1000	до 1500	до 3000

3) при надземной прокладке и когда $D_y \geq 900$ мм допускается установка секционирующих задвижек через 5000 м. В местах установки задвижек размещаются перемычки между подающим и обратным трубопроводами диаметром, равным 0,3 диаметра трубопровода, но не менее 50 мм; на перемычке предусматривается установка двух задвижек и контрольного вентиля между ними $D_y = 25$ мм;

4) в водяных и паровых тепловых сетях в узлах ответвлений на трубопроводах $D_y \geq 100$ мм, а также в узлах ответвлений на трубопроводах к отдельным зданиям. При длине ответвлений к отдельным зданиям до 30 м и при $D_y \geq 50$ мм допускается запорную арматуру на этих ответвлениях не устанавливать, а предусматривать установку ее для группы зданий с суммарной тепловой нагрузкой, не превышающей 0,6 МВт. На паровых и конденсатных тепловых сетях секционирующие задвижки не проектируются.

Для задвижек и затворов на водяных сетях $D_y \geq 500$ мм при $P_y \geq 1,6$ МПа и $D_y \geq 300$ мм при $P_y \geq 2,5$ МПа, а на паровых сетях $D_y \geq 200$ мм при $P_y \geq 1,6$ МПа проектируются обводные трубопроводы с запорной арматурой, диаметры обводных линий принимаются в зависимости от величины условного прохода задвижек:

Условный проход задвижки, мм	200...300	330...600	800	1000	1200...1400
Условный проход разгрузочных обводных линий, мм, не менее	25	50	80	100	150

Задвижки и затворы с $D_y \geq 500$ мм принимаются только с электроприводами. При дистанционном телеуправлении задвижками арматуру на обводных линиях принимают также с электроприводами.

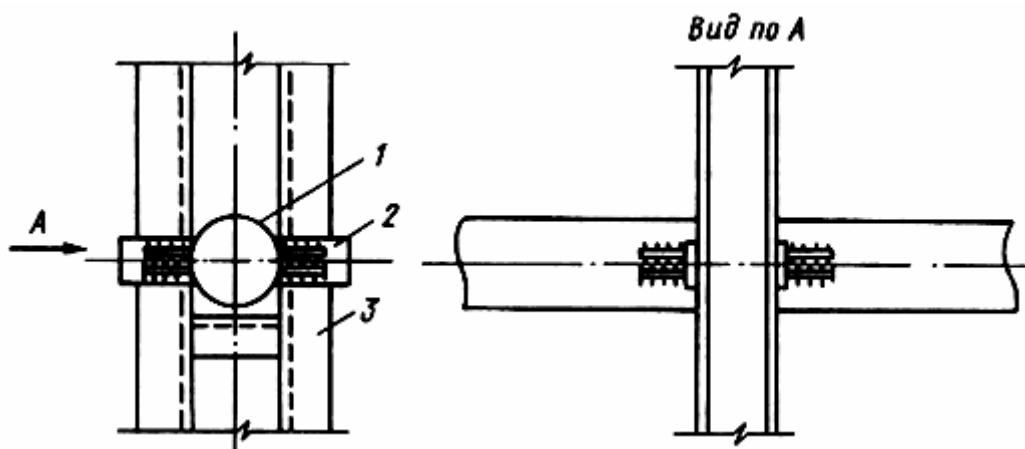


Рис.37. Лобовая неподвижная опора

1 - трубопровод;

2- упор;

3- швеллер.

Неподвижные опоры (рис.37, 38, 39)предусматриваются для заземления трубопроводов в специальных конструкциях и могут быть разделены на следующие типы - упорные, щитовые и хомутовые. Упорные неподвижные опоры устанавливаются при всех видах прокладки, щитовые - при бесканальной прокладке и прокладке в непроходных каналах, при размещении опор вне камер и хомутовые - при надземной прокладке и прокладке в тоннелях (на участках с гибкими компенсаторами и с самокомпенсацией). При бесканальной прокладке несущие конструкции неподвижных опор опираются на грунт.

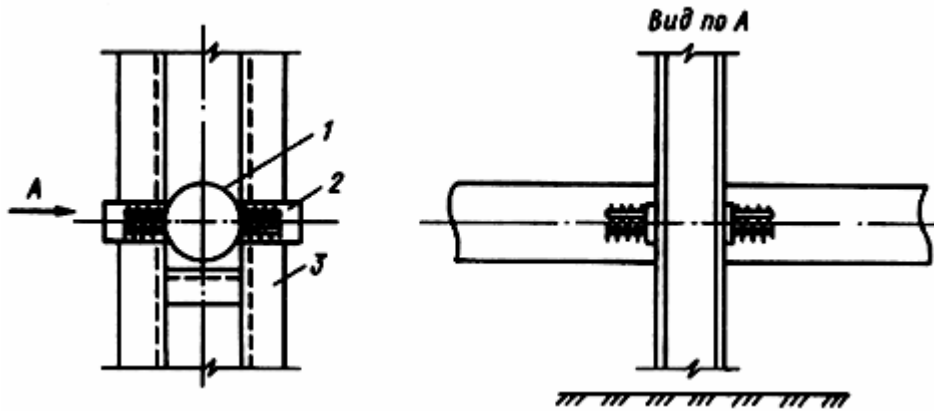


Рис.38. Щитовая неподвижная опора

1- трубопровод;

2- упор;

3- несущая железобетонная конструкция;

4 -подготовка из брони.

Выбор типа неподвижных опор и их конструктивное оформление зависят от усилий, оказывающих воздействие на опору. При расчете неподвижных опор различают концевые и промежуточные опоры.

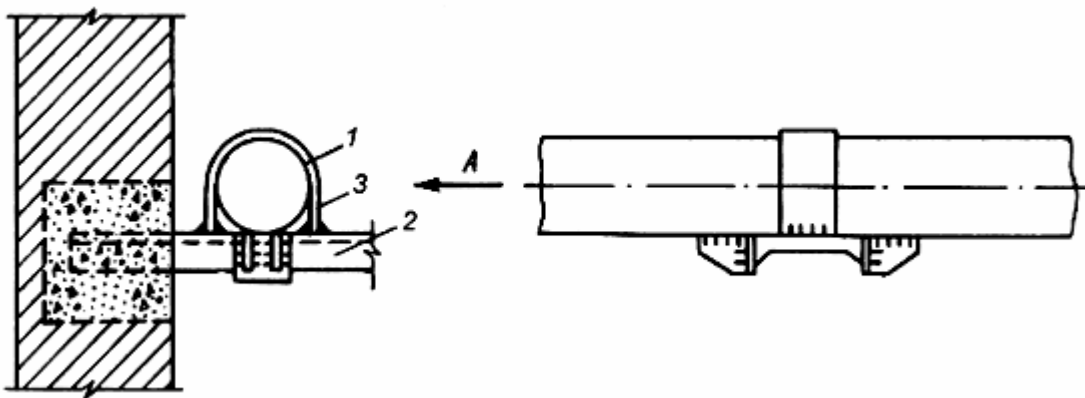


Рис.39. Хомутовая неподвижная опора

1- упор;

2- швеллер;

3- хомут.

Подвижные опоры (рис.40, 41, 42) могут быть скользящими, катковыми, шариковыми, пружинными (подвески) и жесткими подвесками.

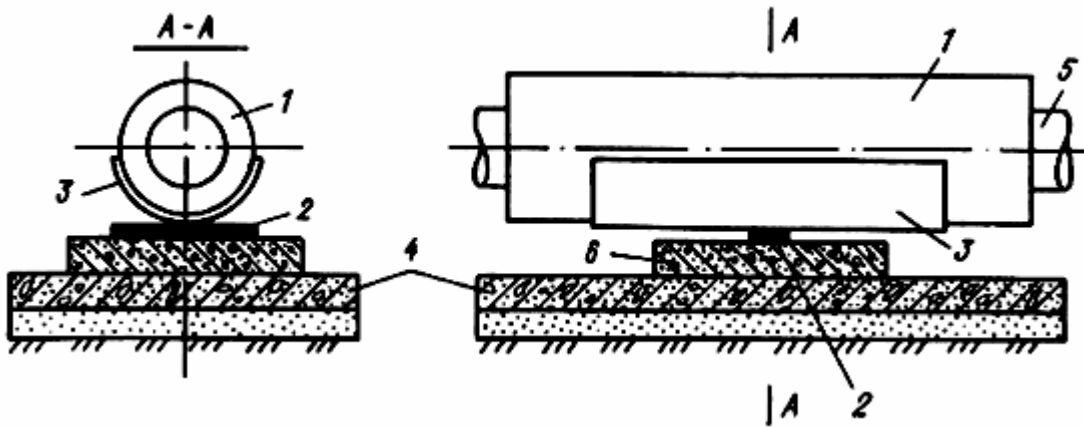


Рис.40. Скользящая подвижная опора

- 1- тепловая изоляция;
- 2- стальная подкладка;
- 3- опорный полуцилиндр;
- 4- цементно-песчаный раствор;
- 5- трубопровод;
- 6- бетонный камень.

Скользящие опоры проектируются независимо от направления горизонтальных перемещений трубопроводов при всех способах прокладки и для всех диаметров труб. Катковые опоры используются для труб диаметром 200 мм и более при горизонтальных перемещениях труб в тех случаях, когда они проложены в тоннелях, на кронштейнах, на отдельно стоящих опорах и эстакадах. Шариковые опоры рекомендуется применять в тех же случаях, что и катковые, но при наличии горизонтальных перемещений труб под углом к оси трассы.

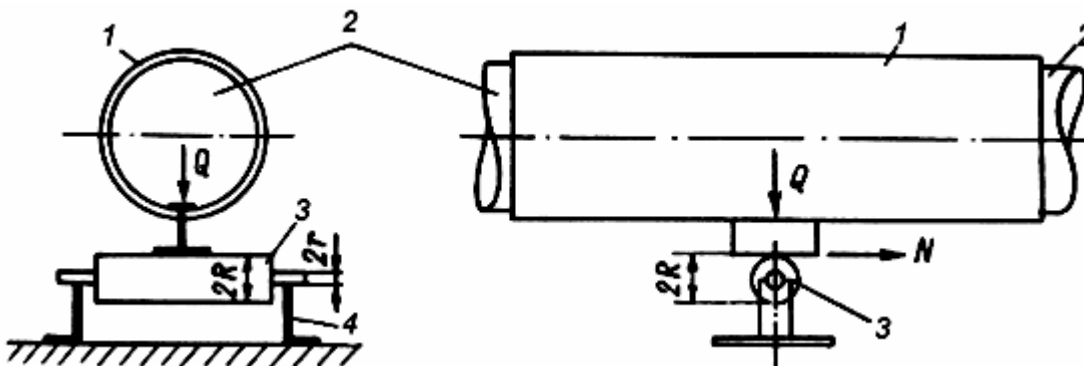


Рис.41. Роликовая подвижная опора

- 1- тепловая изоляция;
- 2- трубопровод;
- 3- ролик или каток;
- 4- цапфа.

Пружинные опоры, или подвески, предусматриваются для труб диаметром 150 мм и более в местах вертикальных перемещений труб и, наконец, жесткие подвески используются при надземной прокладке трубопроводов с гибкими компенсаторами и на участках самокомпенсации. Длина жестких подвесок для водяных и конденсатных трубопроводов должна быть не менее 10, а для паровых сетей не

менее 20-кратного теплового перемещения подвески, наиболее удаленной от неподвижной опоры.

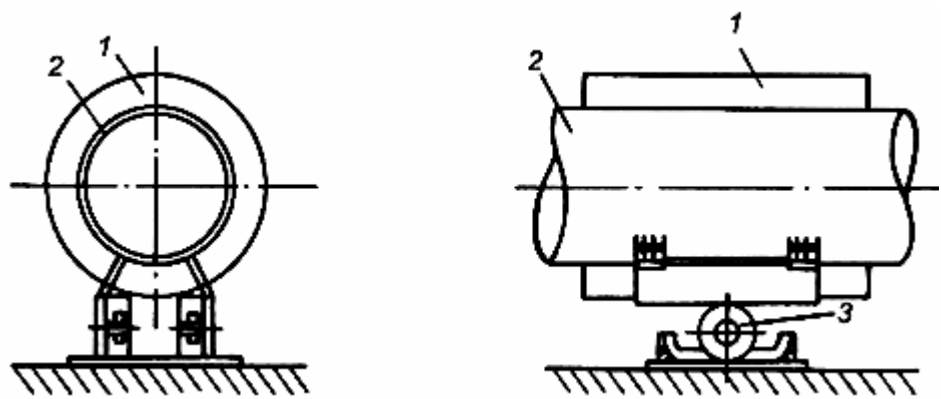


Рис.42. Катковая подвижная опора

- 1- тепловая изоляция;
- 2- трубопровод;
- 3- ролик или каток.

На участках трубопроводов с сальниковыми и сильфонными компенсаторами прокладка теплопроводов на подвесных опорах не разрешается. Расстояния между подвижными опорами определены исходя из условия прочности сварного шва и приведены в табл. 2.

Рекомендуемые расстояния между подвижными опорами

Таблица 2

D_y мм	Расстояния между подвижными опорами м при прокладке		D_y	Расстояния между подвижными опорами, м, при прокладке	
	подземной	надземной		подземной	надземной
25	1,7	1,7	100	4	5
32	2	2	125	4,5	6
40	2,5	2,5	150	5	7
50	3	3	175	6	8
70	3	3,5	200	6	9
80	3,5	4	250	7	11
			300	8	12

Компенсаторы (рис.43, 44), предназначенные для восприятия тепловых удлинений трубопроводов тепловых сетей, имеют компенсирующие

устройства гибкие из труб, сильфонные, линзовые, сальниковые и манжетные.

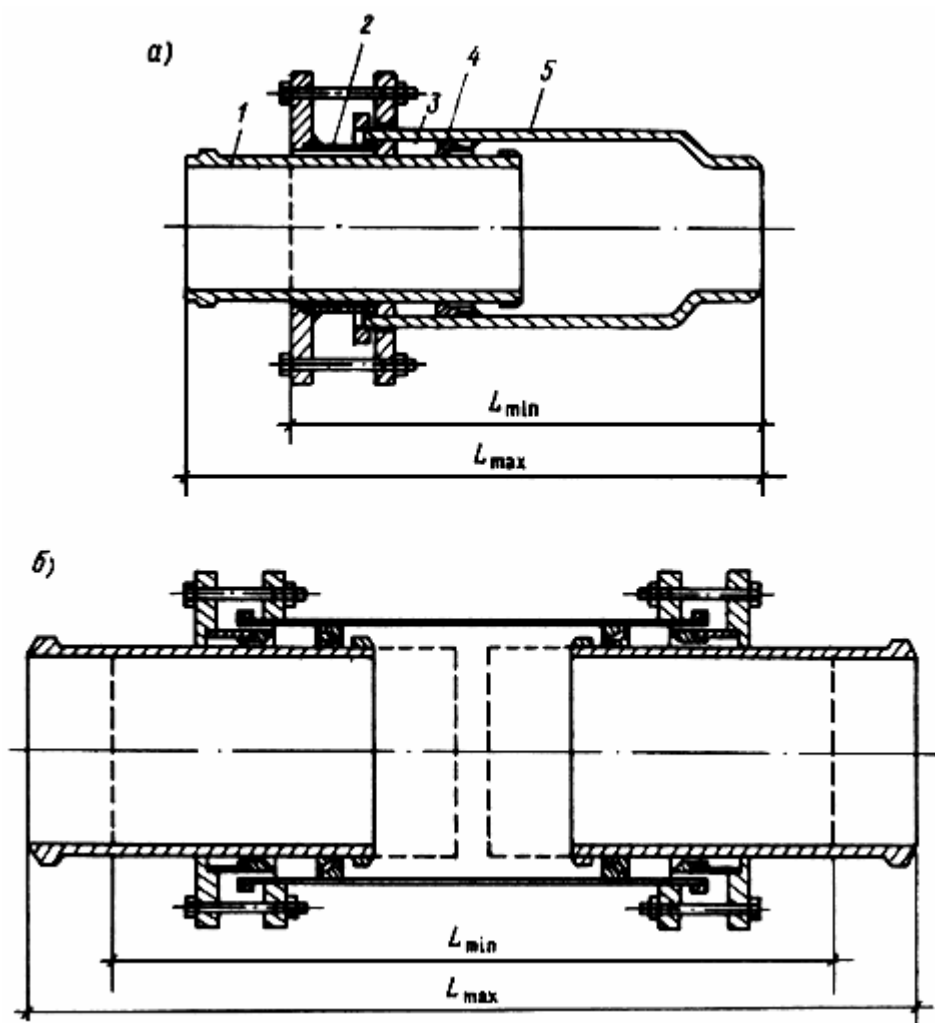


Рис.43. Компенсаторы сальниковый односторонний и двусторонний

1- стакан;

2- грунд-букса;

3- сальниковое уплотнение;

4- упорное кольцо;

5- корпус.

Гибкие П-образные компенсаторы из труб, а также углы поворотов трубопроводов от 90 до 130° (самокомпенсация) используются независимо от параметров теплоносителя, способов прокладки и диаметров труб. Сальниковые, сильфонные, линзовые и манжетные компенсаторы могут применяться для теплопроводов с определенными рабочими параметрами, допускаемыми для данных типов компенсаторов.

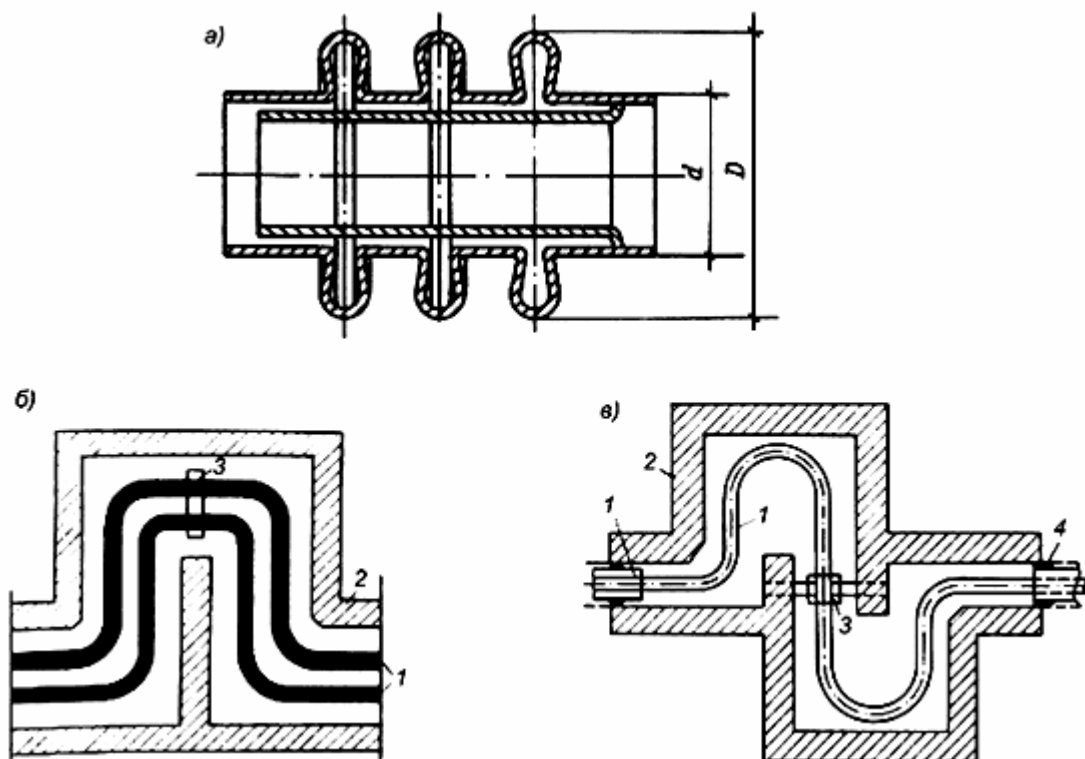


Рис.44. Компенсаторы сальниковый трехволновый линзовый, П-образный и двойной S-образный

1- теплопроводы;

2- стенки каналов;

3- скользящая опора;

4- заделка цементным раствором.

Гнутые компенсаторы устанавливаются вне камер. В этом заключается их достоинство. Недостатком их по сравнению с другими компенсаторами является повышенное гидравлическое сопротивление.

Выпуски воды (спускные устройства) устанавливаются в нижних точках водяных тепловых сетей и конденсатопроводов. Спускные устройства рассчитывают исходя из обеспечения продолжительности спуска воды и заполнения секционированного участка (одного трубопровода).

Если не обеспечивается спуск воды из трубопроводов из нижних точек за указанные сроки, то необходимо предусматривать промежуточные выпуски.

Выпуски воздуха осуществляются в высших точках трубопроводов, а также на каждом секционируемом участке с помощью штуцеров, диаметры которых в зависимости от условного прохода трубопровода приведены ниже:

Условный проход трубопровода, мм	25...80	100...150	200...300	350...400	500...700	800...1200	1400
Условный проход штуцера и запорной арматуры для выпуска воздуха, мм	15	20	25	32	40	50	65

Грязевики в водяных тепловых сетях устанавливаются на трубопроводах перед насосами и перед регуляторами. В узлах установки секционирующих задвижек не предусматривается. Устройство отводных линий вокруг грязевиков, как и регулирующих клапанов, не допускается.

Дренажи устанавливаются на паропроводах в нижних точках и перед вертикальными подъемами. В этих же местах, а также на прямых участках паропроводов через каждые 400...500 м при попутном уклоне и через 200...300 м при встречном уклоне предусматривается пусковой дренаж. Для пускового дренажа паровых сетей предусматриваются штуцера с запорной арматурой. При рабочем давлении 2,2 МПа и менее устанавливается по одной задвижке или вентилю, при давлении свыше 2,2 МПа - по два последовательно расположенных вентиля.

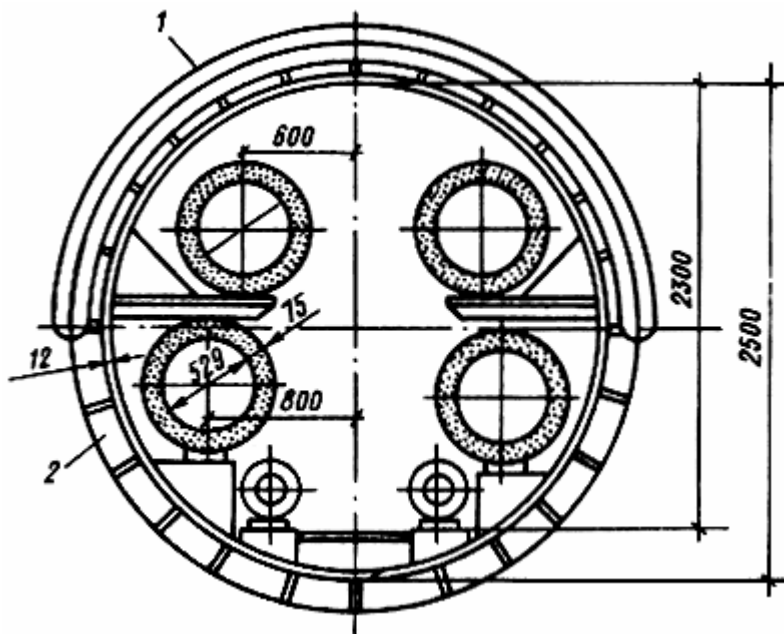


Рис.45. Поперечное сечение дюкера

1- пригрузочное кольцо;

2- кольцо жесткости.

Специальные сооружения устраиваются при пересечении тепловых сетей с водными протоками, железнодорожными путями, оврагами, подземными сооружениями и т. п. (рис. 45). В этом случае преодоление препятствий осуществляется с помощью дюкеров, тоннелей, мостовых переходов, эстакад, подземных переходов сетей в футлярах и тоннелях. В каждом конкретном случае проектируется наиболее подходящее для данных условий сооружение.

УСТРОЙСТВО ГАЗОПРОВОДОВ

Газовое хозяйство населенных мест состоит из следующих основных сооружений: газораспределительных станций ГРС (природный газ) или газовых заводов (искусственный газ), газгольдерных станций, наружных распределительных газопроводов различного давления, газорегуляторных пунктов ГРП, ответвлений и вводов на объекты, использующие газ, а также из внутренних газопроводов и приборов потребления газа.

В зависимости от максимального рабочего давления газа газопроводы подразделяют на следующие категории:

- 1) низкого давления - с давлением газа не более 5 кПа;
- 2) среднего давления - с давлением газа от 5 кПа до 0,3 МПа;
- 3) высокого давления; I категории с давлением газа более 0,6 и до 1,2 МПа; II категории с давлением газа более 0,3 и до 0,6 МПа.

Газопроводы низкого давления предназначены для снабжения газом жилых и общественных зданий, а также мелких промышленных и коммунально-бытовых предприятий.

Газопроводы среднего и высокого (II категории) давления прокладывают для питания распределительных газопроводов низкого и среднего давления (через газорегуляторные пункты), а также промышленных и коммунально-бытовых предприятий (через местные газорегуляторные установки).

Газопроводы высокого давления (с давлением газа более 0,6 МПа) предназначены для подачи газа к городским газорегуляторным пунктам, местным газорегуляторным пунктам крупных предприятий, а также к предприятиям, технологические процессы которых требуют применения газа высокого давления.

По начертанию в плане системы распределения газа, по аналогии с системами водоснабжения, делятся на тупиковые, кольцевые и смешанные. Конфигурация газовых сетей, а также принимаемые в них рабочие давления в условиях города влияют на размещение ГРС, ГРП.

По числу ступеней давления в газовых сетях системы газоснабжения подразделяются на одно-, двух-, трех- и многоступенчатые (рис.46). Необходимость совместного применения нескольких ступеней давления газа в городах возникает из-за большой протяженности городских газопроводов, несущих большие газовые нагрузки, наличия потребителей, которые требуют различных давлений, из-за условий эксплуатации и др.

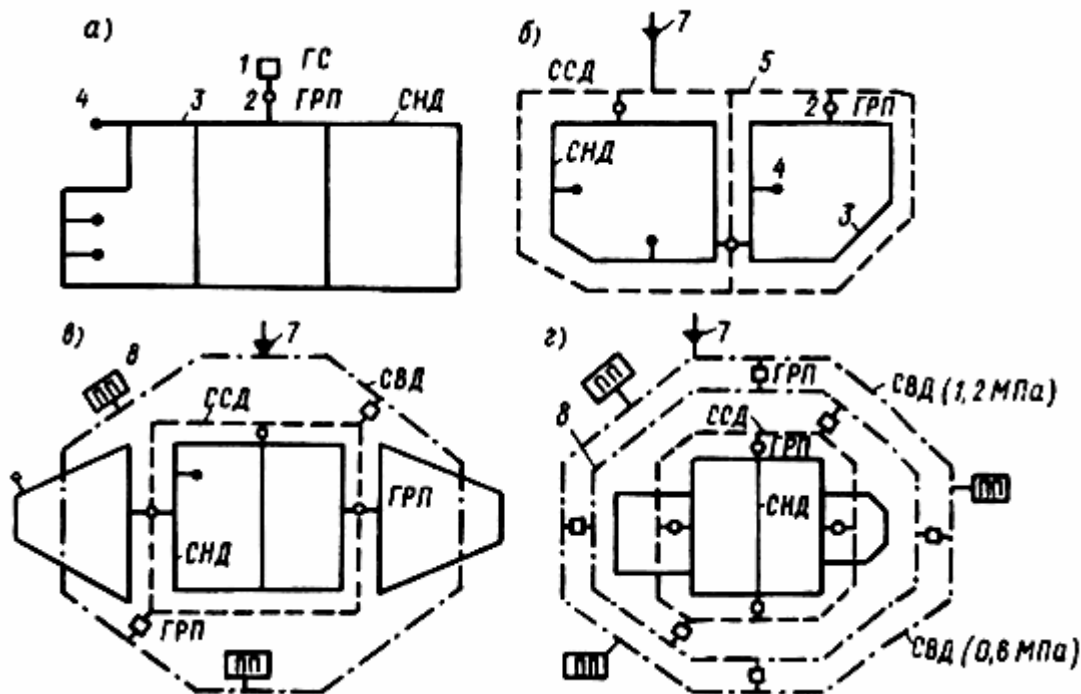


Рис.46. Системы газоснабжения населенных мест

а- одноступенчатая;

б- двухступенчатая;

в- трехступенчатая;

г- многоступенчатая;

1- групповая установка газа сжиженного (ГС);

2- газорегуляторный пункт (ГРП);

3, 5, 6- соответственно трубопроводы низкого (СНД), среднего (ССД) и высокого (СВД) давления;

4- ответвления к потребителям;

7- газораспределительная станция;

8- промышленное предприятие (ПП).

На рис.46, а представлена схема одноступенчатой системы распределения газа, состоящей из газгольдерной станции низкого давления,

конечного газорегуляторного пункта низкого давления, кольцевых газопроводов низкого давления, ответвлений к потребителям и тупикового газопровода низкого давления. При питании от одной точки газовые сети имеют большие диаметры, а распределение газа по сети характеризуется относительно большой неравномерностью. Поэтому обычно питание сети газом осуществляется в нескольких точках, для чего применяют газораспределительные станции.

На рис.46, бприведена схема двухступенчатой системы газоснабжения. Газ среднего давления по газопроводу подводится к газорегуляторным пунктам, размещаемым вне кварталов на свободных от застройки площадях. Из газорегуляторных пунктов после снижения давления газ поступает в газопроводы низкого давления, из которых через вводы он подводится к внутридомовой сети.

В крупных городах с развитой промышленностью при наличии потребителей газа среднего давления может применяться трех- или многоступенчатая система распределения газа: высокого (одной или двух категорий), среднего и низкого давления (рис.46, в, г). В этом случае газ от источника подается к отдельным районам города под высоким давлением (рис.46, г) на регуляторные пункты, снижающие давление газа до среднего. Внутри районов размещены ГРП, снижающие давление газа до низкого. На эти станции газ поступает по газопроводам среднего давления (пунктирные линии). Сеть низкого давления имеет наибольшее разветвление и протяженность (сплошные линии).

В системе газоснабжения могут быть предусмотрены также комбинированные ГРП, одновременно снижающие давление газа от высокого до среднего и от среднего до низкого.

В зависимости от потребности в определенном напоре газа отдельные потребители могут подключаться к любой сети при помощи индивидуальных регуляторных установок. Необходимость установки индивидуальных регуляторов давления, удорожающих строительство и усложняющих эксплуатацию газовых сетей, является недостатком распределительных сетей среднего и высокого давления.

При выборе той или иной схемы распределительной сети следует помнить, что самой рациональной из них будет та, которая удовлетворяет следующим основным требованиям:

- 1) обеспечивает подачу всем потребителям расчетного количества газа заданного давления;
- 2) имеет наименьшие строительную и эксплуатационную стоимости;
- 3) надежна в работе.

Тип распределительной сети для данного объекта выбирают в зависимости от конкретных местных условий: характера застройки, наличия тех или иных потребителей, необходимого давления газа, поступающего к объекту, и т. п.

В домовую систему распределения газа входят дворовые (внутриквартальные) газопроводы, стояки и внутриквартальная газовая разводка.

Газопроводы жилого дома присоединяют к внутриквартальным газопроводам низкого давления на расстоянии 6 м от здания. В каждой лестничной клетке прокладывают цокольный ввод и на каждом вводе снаружи здания устанавливают пробочный кран. Стояки прокладывают по кухням. На каждом ответвлении к стояку на первом этаже устанавливают отключающие краны. Перед каждым газовым прибором также ставят краны.

Схема газоснабжения жилого типового дома в общем случае состоит из городского газопровода низкого давления, ответвления, запорного устройства (задвижки, крана или гидрозатвора), цокольных вводов, монтажных заглушек (устанавливаются при неодновременном строительстве городского и объектного газопроводов), сборника конденсата (при необходимости их устройства). С целью обеспечения бесперебойности газоснабжения следует проектировать кольцевые и смешанные сети. Тупиковые сети сооружают только в тех случаях, когда возможен перерыв в подаче газа на объект потребления.

При трассировке газопроводов исходя из экономических соображений следует стремиться к тому, чтобы газ из сети поступал на объект по наименьшему расстоянию. Сети и сооружения необходимо проектировать с учетом очередности их строительства и дальнейшего развития. Проектируя трассу газопровода по незастроенным территориям, нужно учитывать возможность и характер будущей застройки.

Газопроводы высокого давления трассируют по окраине населенного места или по районам с малой плотностью населения, а газопроводы среднего и низкого давления - по всем улицам, причем газопроводы больших диаметров по возможности следует прокладывать по улицам с неинтенсивным движением.

Газовые сети обычно прокладывают в земле (подземные прокладки). На территориях промышленных и коммунально-бытовых предприятий возможно применение надземной прокладки по стенам и крышам зданий, по колоннам и эстакадам. Допускается надземная прокладка внутриквартальных (дворовых) газопроводов на опорах и по фасадам зданий.

Разрешается прокладывать два и более газопровода в одной траншее, но в этом случае расстояния между газопроводами в свету следует назначать из условий удобства монтажа и ремонта трубопроводов (не менее 0,4 м при диаметрах труб до 300 мм включительно и не менее 0,5 м при больших диаметрах). Расстояния по горизонтали между подземными газопроводами и другими коммуникациями и сооружениями должны быть не менее величин, указанных в табл. 3. Расстояния, указанные в табл. 3, не распространяются на совместные прокладки газопроводов с другими коммуникациями. На отдельных участках газопроводов при прокладке их между зданиями или под арками расстояния, приведенные в табл. 3, могут быть уменьшены (не более, чем в 2 раза для газопроводов с давлением до 0,6 МПа) при условии применения для этих участков бесшовных труб и гнутых или штампованных отводов. Бесшовные трубы на таких участках должны выходить на 5 м за пределы зданий и сооружений с каждой стороны.

При пересечении газопроводами других подземных коммуникаций расстояния между ними по вертикали в свету должны быть не менее: 0,15 м при пересечении водопровода, канализации, телефонной сети; 0,5 м - электрокабеля или телефонного бронированного кабеля; 1 м - маслonaполненного электрокабеля высокого напряжения. Арматуру, устанавливаемую на газопроводах, следует располагать не ближе 2 м от края пересекаемых коммуникаций и сооружений. При пересечении газопроводами каналов теплосети, канализационных коллекторов и тоннелей их прокладывают в футлярах, выходящих за наружные стенки пересекаемых сооружений на 2 м с каждой стороны. Переходы газопроводов через реки, каналы и другие водные преграды осуществляются подводными (дюкерами) и надводными (по мостам, эстакадам и др.) способами.

Минимальные расстояния по горизонтали в свету между подземными газопроводами и другими сооружениями и коммуникациями, м

Таблица 3

Расстояния до объектов и коммуникаций												
Характеристика газопроводов	Зданий и сооружений (до обреза фундамента)	Железнодорожного пути	Трамвайного пути	Водопровода (стенок трубы)	Канализации, водостока (до стенки трубы)	Тепловой сети (до начала стенки канала)	Силовых кабелей до 35 кВ	телефонных кабелей		Деревьев (до ствола)	воздушных электропроводов	
								бронированных	В канализации		До 1 кВ	Свыше 1 до 35 кВ
Низкого давления не более 5000 Па	2	3,8	2,8	1	1	2	1	1	1	1,5	1	5
Среднего давления 5000 Па...0,3 МПа	4	4,8	2,8	1	1,5	2	1	1	1,5	1,5	1	5
Высокого давления 0,3...0,6 МПа	7	7,8	3,8	1,5	2	2	1	1	2	1,5	1	5
Высокого давления 0,6...1,2 МПа	10	10,8	3,8	2	5	4	2	1	3	1,5	1	5

Газопроводы, транспортирующие влажный газ, прокладывают ниже уровня промерзания грунта (считая до верха трубы). Для стока и удаления конденсируемой влаги их кладут с уклонами не менее 0,002 и в нижних точках размещают сборники конденсата. Газопроводы, транспортирующие осушенный газ, прокладывают в зоне промерзания грунта на глубине не менее 0,8 м от поверхности земли (до верха газопровода или футляра). В местах, где не предусмотрено движение транспорта, глубину прокладки допускается уменьшать до 0,6 м.

Газовые сети сооружаются из металлических и пластмассовых труб. Их диаметры и протяженность в значительной степени зависят от количества и расположения ГРС. При выборе количества и мест размещения ГРС и ГРП необходимо учитывать поддержание заданного режима работы газовых сетей, возможность дублирования одного сооружения другим при аварии, соблюдение оптимального расстояния до наиболее удаленных точек, питаемых данным сооружением. Для приближенных расчетов рекомендуется принимать расстояния между ГРС по

внешнему кольцу сети в пределах 10...15 км, если на каждый километр длины кольца в среднем приходится 50...100 тыс. м³ расхода газа в 1 сут., радиус действия ГРП 500...1000 м и пропускную способность одного ГРП 500...5000 м³/ч.

Устройство газопроводов

Трубы. В современных условиях для прокладки газовых сетей различного назначения используются стальные (бесшовные и сварные) и пластмассовые (полиэтиленовые и винипластовые) трубы. Трубы, из других материалов (алюминиевые и асбестоцементные) применяются пока сравнительно редко.

Стальные трубы изготавливают из хорошо сваривающихся малоуглеродистых сталей. Максимальное содержание углерода в стали не должно превышать 0,27%, серы - 0,05, фосфора - 0,04. Выбор стальных труб для конкретных условий трассировки газопроводов должен производиться в соответствии с Инструкцией по применению стальных труб для строительства систем газоснабжения.

Диаметр газопроводов и толщину их стенок определяют расчетом, однако независимо от расчета толщина стенок надземного газопровода должна быть не менее 2 мм, а подземного - 3; минимальный диаметр подземных газопроводов: 50 мм - для распределительных сетей, 25 - для ответвлений к потребителям. На практике применяют стальные бесшовные горячедеформированные трубы наружным диаметром 57...426 мм. Достоинством этих труб является постоянство механических свойств по всему периметру поперечного сечения.

На практике применяются трубы стальные электросварные прямошовные наружным диаметром от 426 до 1620 мм с толщиной стенки от 7 до 16 мм, и со спиральным швом диаметром 159...1220 мм и стальные бесшовные холодно- и теплodeформированные наружным диаметром 10...45 мм; стальные водогазопроводные трубы, изготовленные на непрерывных станках, диаметром 10...150 мм.

Трубы считаются выдержавшими испытания, если в период, когда они находятся под давлением, не обнаруживается течи, отпотевания или остаточных деформаций.

Стальные газопроводы, прокладываемые в земле, соединяют сваркой (ручной дуговой, автоматической электрической под флюсом и газовой). Резьбовые соединения труб и арматуры при подземных прокладках газопроводов не допускаются. Фланцевые соединения допускаются только в колодцах, в местах установки арматуры с фланцами, а также при установке компенсаторов и других деталей.

Достоинствами пластмассовых труб являются высокая коррозионная стойкость, небольшая масса, а также более легкая обработка (пиление, гнутье, сварка). Для подземных газопроводов используются главным образом полиэтиленовые (наружным диаметром до 630 мм) и винипластовые (диаметром до 150 мм) трубы. К недостаткам пластмассовых труб следует отнести высокий коэффициент линейного расширения и ограниченность температурных пределов, в которых они могут работать: от -60 до +40°C - для полиэтиленовых и от 0 до +45°C - для винипластовых труб.

Арматура. На сети газопроводов устанавливают различную арматуру и фасонные части. Для устройства поворотов и ответвлений, а также переходов при изменении диаметра труб применяются фасонные части (отводы, тройники, крестовины, переходы, фланцы, заглушки), сварные или горячего гнутья. Для поворотов стальных газопроводов под разными углами в горизонтальной и вертикальной плоскостях используются стальные отводы (колена), которые по способу изготовления могут быть гнутыми, гладкими и сварными. Переходы (от одного диаметра труб к другому) по способу изготовления бывают с одним продольным швом, штампованные из двух половинок с двумя продольными швами и лепестковые. Тройники и крестовины (кресты) делают сварными. Они могут изготавливаться в заводских условиях или на месте строительства.

Запорные устройства служат для прекращения подачи или изменения расхода потока газа в трубопроводе. К основным видам запорной арматуры относятся краны и задвижки. Задвижки устанавливают на магистральных сетях высокого и среднего давления. На распределительных газопроводах низкого давления (включая ответвления и вводы) устанавливают задвижки, краны и гидравлические затворы. Гидравлические затворы представляют собой герметичные затворные устройства, они могут использоваться также в качестве сборников конденсата. Высоту гидравлического затвора следует принимать с таким расчетом, чтобы высота столба жидкости обеспечивала давление, на 200 мм столба жидкости больше, чем максимальное давление газа в сети. Задвижки на газопроводах устанавливают или в колодцах, или непосредственно в земле с защитными кожухами.

В зависимости от назначения и количества отключающих устройств, размещаемых в колодцах, последние имеют различные монтажные схемы (рис. 47).

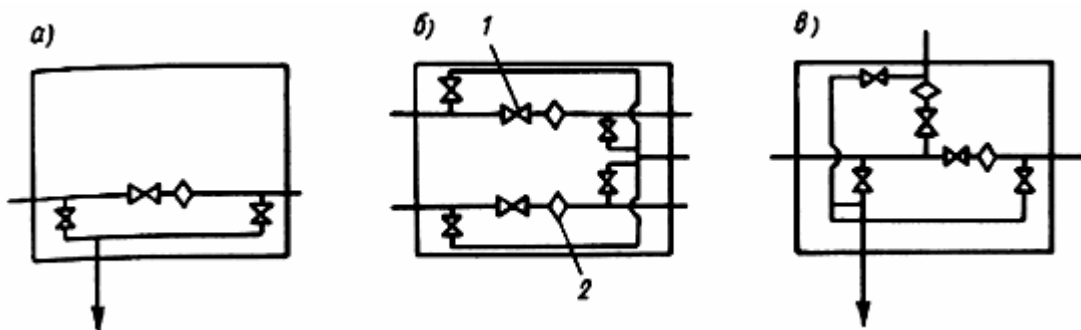


Рис.47. Схемы колодцев на газовой сети

а, б - с одним ответвлением;

в - с двумя ответвлениями;

1 - задвижки;

2 - компенсаторы.

Так как в период эксплуатации в колодцах может скапливаться газ, способный образовывать с воздухом взрывоопасную смесь, количество располагаемых в колодцах задвижек на сети низкого давления следует ограничивать, устанавливая их только в случае острой необходимости. При установке задвижек непосредственно в земле (рис.48) устраивают защитный кожух для сальника и шпинделя с выводом управления задвижкой (привода) на поверхность. Для защиты привода от повреждения транспортом устраивают металлические коверы на кирпичном, бетонном или ином твердом основании. Такие же коверы устраивают для защиты трубок гидравлических приводов, гидравлических затворов и конденсационных горшков, установленных в земле. Как в естественных, так и в искусственных газах обычно имеется некоторое количество водяных паров, которые при движении по газопроводам конденсируются на их стенках. Для сбора влаги и ее удаления применяют сборники конденсата.

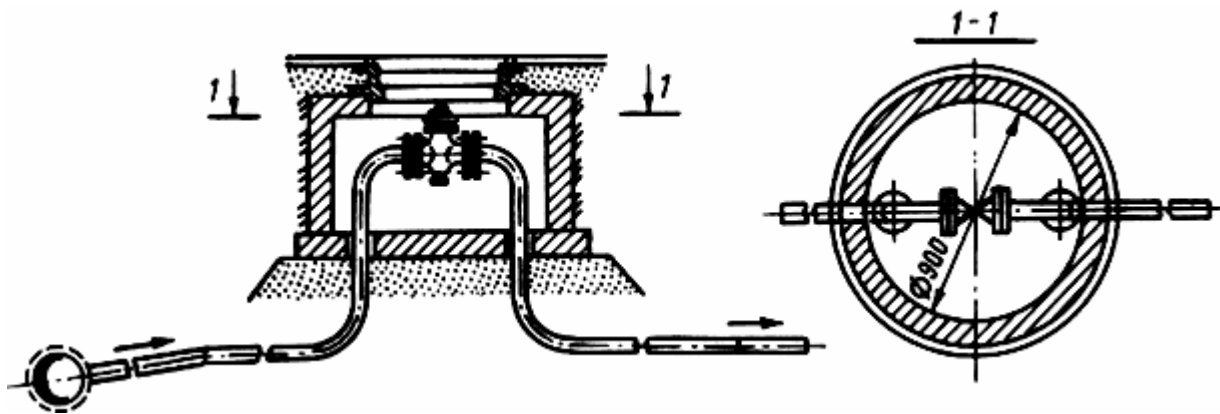


Рис.48. Задвижка в защитном кожухе

Наиболее распространена установка сборников конденсата на газопроводах низкого давления. На рис.49 показано устройство сборника конденсата для газопроводов влажного газа низкого давления. Он состоит из корпуса, ковера, подушки, на которую устанавливают ковер, и трубки для удаления конденсата. Колебания температуры грунта вызывают изменение напряжений в газопроводах и арматуре, на них установленной. С целью снижения этих напряжений, а также для удобства демонтажа и последующей установки задвижек применяются компенсаторы.

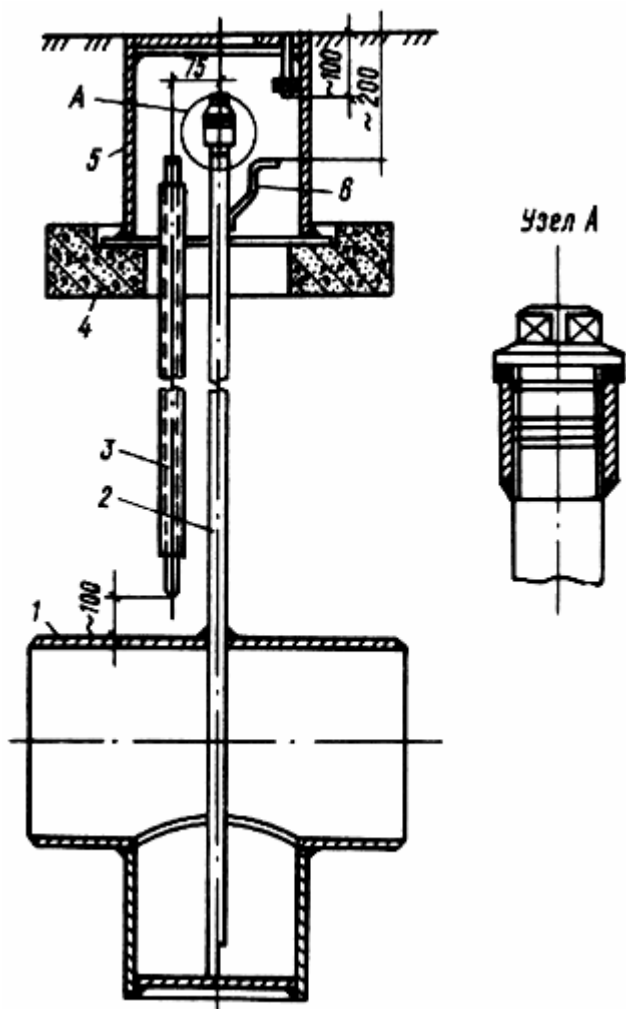


Рис.49. Сборник конденсата на газопроводах низкого давления

- 1- корпус;
- 2- труба для удаления конденсата;
- 3- электрод заземления;
- 4- подушка под ковер;
- 5- ковер;
- 6 - контактная пластина разности потенциалов "труба грунт".

При подземных прокладках газопроводов наибольшее распространение получили линзовые компенсаторы, которые устанавливаются в колодцах, как правило, совместно с задвижками или без них.

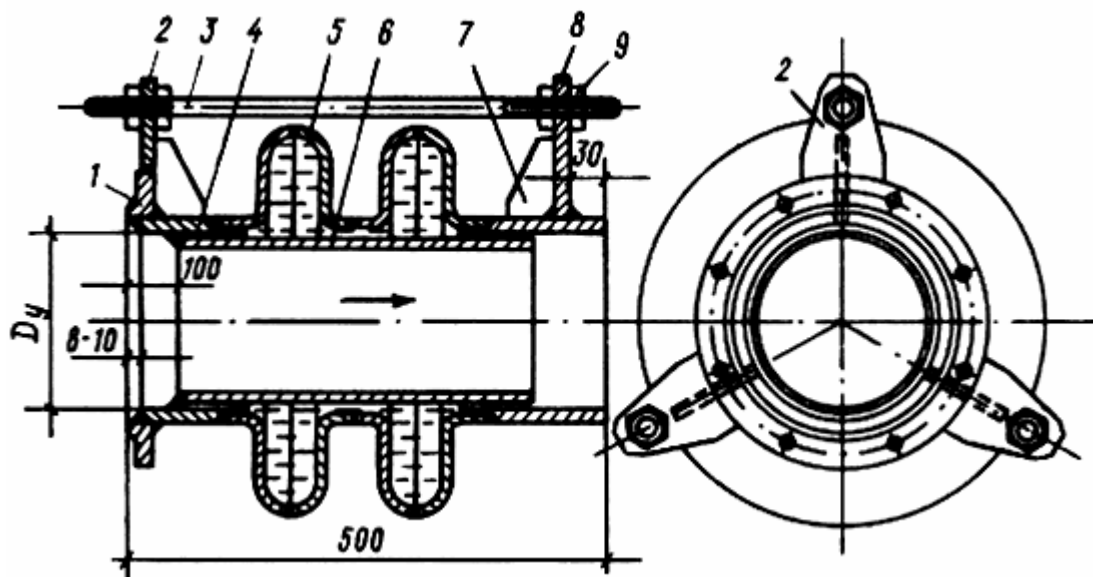


Рис. 50. Двухлинзовый компенсатор

- 1- фланец;
- 2, 8- стойки;
- 3- тяги;
- 4- патрубок;
- 5- полулинза;
- 6- стакан;
- 7- ребро;
- 9- гайка.

Двухлинзовый компенсатор с одним фланцем, показанный на рис. 50, состоит из четырех полулинз, кронштейна, рубашки, патрубка, фланца и тяги. Линзовые компенсаторы (отдельные свариваемые между собой линзы) изготавливают из тонколистовой стали. Кроме того, применяются сальниковые компенсаторы, которые имеют ту же конструкцию, что и компенсаторы, устанавливаемые на тепловых сетях, а также гнутые лиро- и П-образные компенсаторы.

Устройство колодцев и специальных сооружений

Колодцы. На подземных газопроводах следует предусматривать колодцы, как правило в местах установки отключающих устройств и компенсаторов. Их устраивают из влагостойких, негниющих и негорючих материалов (бетона, железобетона, кирпича), сборными или монолитными в основном по типовым чертежам. При сооружении сборных колодцев их элементы изготавливают из плотного водонепроницаемого вибрированного бетона марки 200 на портландцементе марок 400...500. Колодцы в водонасыщенных грунтах устраивают с гидроизоляцией. При влажных грунтах во избежание проникания в колодцы воды их стенки рекомендуется устраивать из железобетона и принимать меры по предохранению колодцев от воздействия пучения грунтов. Для устройства всех фланцевых соединений арматуры и оборудования в колодцах должны предусматриваться шунтирующие перемычки.

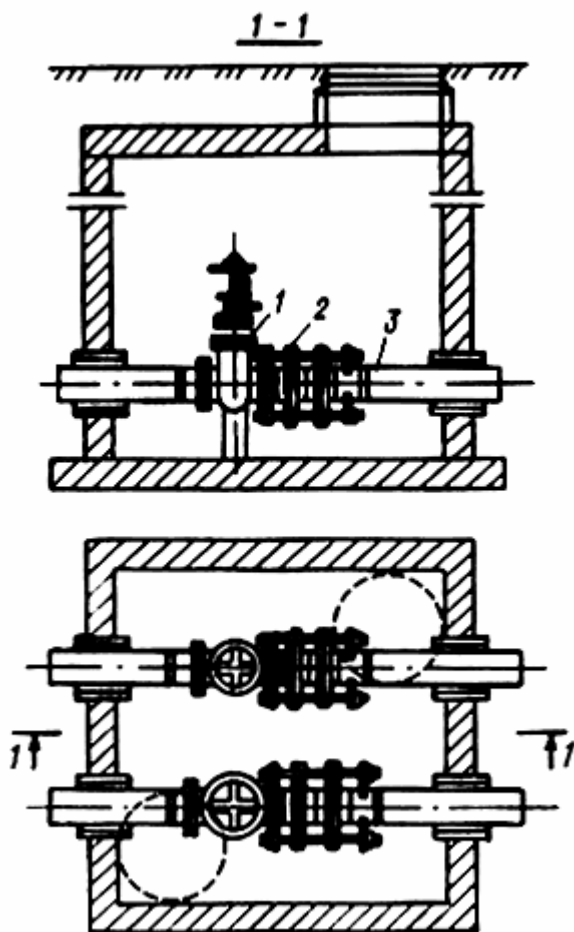


Рис.51. Колодец на газопроводе

1- параллельная задвижка;

2- двухлинзовый компенсатор;

3- газопровод.

На рис.51 показана конструкция железобетонного колодца для установки задвижки. С целью восприятия температурных удлинений предусмотрен двухлинзовый компенсатор. Труба газопровода проходит через стенки колодца в сальниковом уплотнении. Шток управления задвижки выведен через перекрытие колодца и защищен от механических повреждений ковером. Колодец оборудован круглым входным люком. На дне его устроен водосборник, закрытый металлической сеткой.

На пересечениях газопроводов с различными преградами - реками, каналами, трамвайными путями, железными дорогами и т. д. - устраивают сооружения специального назначения.

В городских условиях газопроводы прокладывают под водными потоками в виде дюкеров. Обычно дюкеры выполняют в две и более линии. Трасса их зависит от общей схемы газовой сети. Дюкер состоит из основной и резервной линий (если подача газа не может быть прекращена) и колодцев с отключающими задвижками. Пропускная способность каждой линии дюкера должна быть не меньше 70% пропускной способности подводных газопроводов.

Для обеспечения устойчивого положения дюкера на дне водоема трубы пригружают.

При транспортировании влажного газа подводные участки газопровода прокладывают с уклоном. В самых низких точках устанавливают сборники конденсата, снабженные трубками, выведенными на поверхность земли под ковер. Жидкость из сборников конденсата удаляется насосами с помощью вакуумци-стерн.

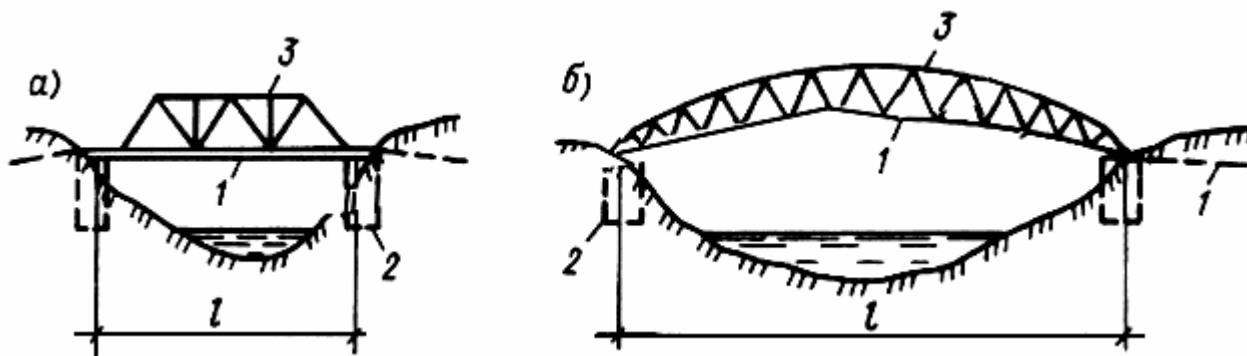


Рис.52. Схемы воздушных переходов газопроводов по фермам

1- трубопровод;

2 -фундаментные опоры;

3- ферма.

При устройстве надземных переходов (рис.52, 53, 54) газопроводы целесообразно подвешивать к конструкциям существующих металлических и железобетонных мостов или же сооружать для них специальные мосты. Иногда в таких случаях используется несущая способность самих труб путем устройства из них арочных и других переходов.

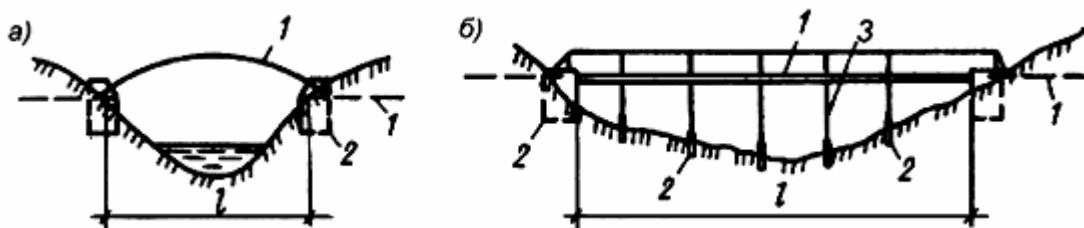


Рис.53. Схемы воздушных переходов газопроводов

а- арочный;

б- по эстакаде;

1- трубопровод;

2 -фундаментные опоры;

3- стойка.

При пересечениях газопроводами высокого давления железнодорожных и трамвайных путей по действующим правилам Госгортехнадзора сети следует прокладывать в футлярах из стальных труб. Схема пересечения содержит линию газопровода, стальной футляр, диаметр которого должен быть на 100 мм больше диаметра трубы, и отводную трубу с дефлектором и сальником. Глубина перехода должна быть не меньше 1,5 м (считая от подошвы шпал до верха футляра). При тупиковых сетях запорные устройства устанавливают с одной стороны перехода (по направлению движения газа), при кольцевых - с двух сторон, на расстоянии не менее 100 м от оси крайних подъездных путей.

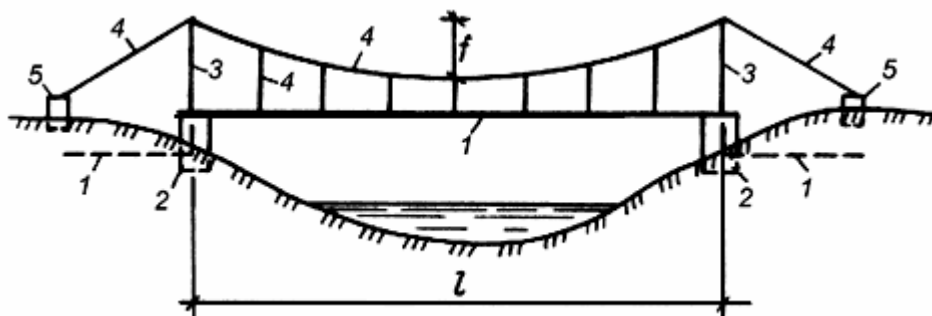


Рис.54. Висячая система воздушного перехода

- 1- трубопровод;
- 2 -фундаментные опоры;
- 3- пилон;
- 4- ванта;
- 5- якорь.

На одном конце перехода устанавливают контрольную трубку и выводят ее под ковер. На участках пересечения трамвайных путей газопроводы следует покрывать изоляцией усиленного типа и укладывать на диэлектрических прокладках. Концы футляров надо выводить на 2 м дальше крайних рельсов трамвайных путей.

При подземной прокладке газопроводов в городах с развитым подземным хозяйством неизбежны случаи вынужденных пересечений. При этом газопроводы низкого и среднего давления, пересекающие стенки канализационных коллекторов или тоннелей, следует прокладывать только в изолированных футлярах.

УСТРОЙСТВО ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Схемы городских электрических сетей

Принципиальная схема электроснабжения города показана на *рис.55*. В схеме различают следующие основные звенья:

I звено - электроснабжающая сеть напряжением 35 кВ и выше, в состав которой входят также понижающие подстанции и питающие их линии;

II звено - питающая сеть 6...10 кВ как совокупность питающих линий, распределительных подстанций (РП). На данной ступени электроснабжения электрические сети могут делиться по назначению и ведомственной принадлежности;

III звено - распределительная сеть 6...10 кВ. Ее питание осуществляется как от РП, так и непосредственно от центров питания;

IV звено - трансформаторные подстанции распределительных сетей;

V звено - распределительная сеть 0,38 кВ.

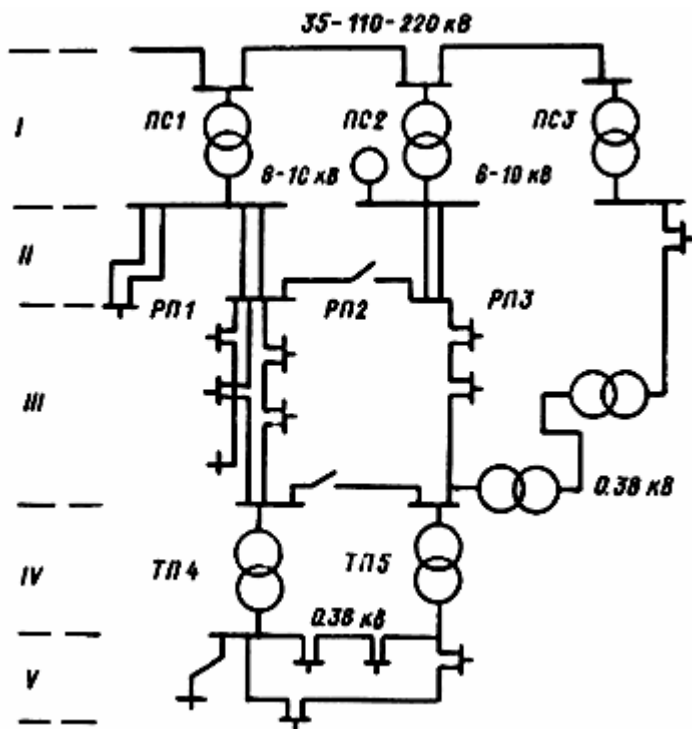


Рис.55. Схема электроснабжения города

ПС - понизительные подстанции;

ТП - трансформаторные подстанции.

Электроснабжающая сеть выполняет две основные функции: осуществляет параллельную работу источников питания и распределяет энергию среди районов города. Подобные сети выполняются в виде кольца. Напряжение кольцевой сети определяется размерами города. Для крупных и крупнейших городов она выполняется на напряжение 110...220 кВ.

Схемы питания цепей 6...10 кВ используются в системах электроснабжения крупных промышленных и коммунальных предприятий, а также для питания городской распределительной сети общего пользования. Пример построения схемы питающей цепи с автоматическим вводом резерва приведен на рис.56.

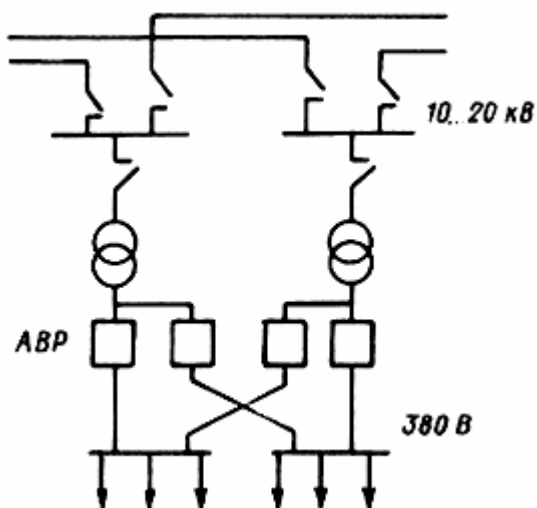


Рис.56. Питающая цепь с АВР

Распределительные сети в зависимости от уровня надежности потребителей подразделяются на следующие виды:

- простейшие радиальные сети с минимальной надежностью (рис.57, а);

- петлевые схемы (имеющие двустороннее питание) как наиболее распространенные для распределительных сетей города (рис.57, б);
- петлевые автоматизированные сети (рис.58). Автоматический ввод резерва применен для наиболее ответственных потребителей.

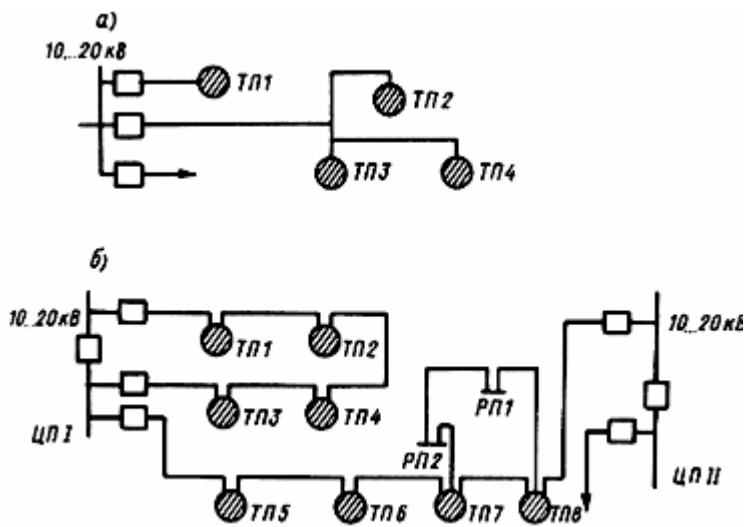


Рис.57. Петлевые схемы распределительных сетей и простейшие радиальные сети

Решающая роль электроэнергии в обеспечении нормальной жизнедеятельности города требует высокой надежности электроснабжения. Электроприемники потребителей делятся на три категории.

К первой категории относятся электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, нарушение функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства. Электроприемники первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания; перерыв электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания. Особая по надежности группа электроприемников первой категории должна предусматривать дополнительное питание от третьего независимого взаимного резервирующего источника питания.

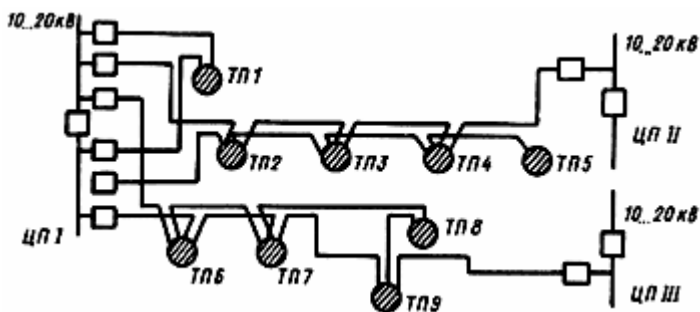


Рис.58. Петлевые автоматизированные сети

Ко второй категории относятся электроприемники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому уменьшению выработки продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности жителей города. Электроприемники второй категории обеспечиваются электроэнергией от двух независимых источников питания.

При нарушении электроснабжения от одного из источников питания допустимы перерывы, необходимые для включения резервного питания дежурным персоналом. Допустимо питание электроприемников одной воздушной линией (ВЛ) или двухцепной кабельной при обеспечении аварийного ремонта этой линии за время не более 1 сут.

К третьей категории относятся все остальные электроприемники, не подходящие к первым двум. Питание этих приемников допускается от одного источника питания при условии ремонта системы в течение не более суток.

В настоящее время разработана идеальная схема электроснабжения города, удовлетворяющая требованиям к рациональной схеме (рис.59). Схема базируется на системе напряжений 110/10 кВ. Сеть 110 кВ выполняется в виде двухцепного кольца, охватывающего город и выполняющего роль сборных шин, которые принимают энергию от центров питания, расположенных на окраинах или за пределами города.

Глубокие вводы в районы с высокой плотностью и этажностью застройки выполняются кабельными линиями 110 кВ. Пропускная способность кольца 110 кВ должна обеспечивать перетоки мощности в нормальных и послеаварийных режимах при отключении отдельных элементов сети.

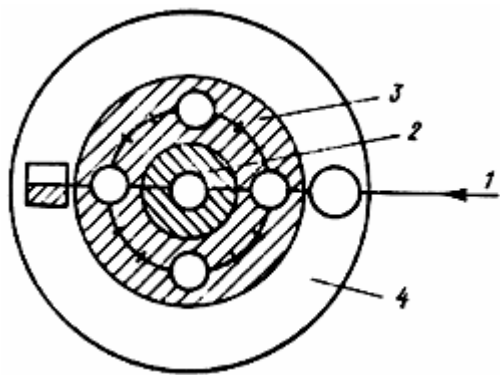


Рис.59. Идеальная схема электроснабжения города

1- энергосистема;

2- центральная часть города (с максимальной плотностью нагрузки);

3- средняя часть города;

4 -окраина.

Приведенная схема дает возможность дальнейшего расширения без коренной ломки сложившейся структуры. Пропускная способность сети 110 кВ может увеличиваться за счет разрезаний кольца и подключения его к новым центрам питания, а также за счет увеличения числа линий 110 кВ.

Прокладка кабельных линий

Устройство силовых кабелей на напряжения 1...35 кВ изображено на *рис.60*. Токосоведущие жилы кабелей выполняют из меди или алюминия. Различают кабели с изоляцией из бумажных лент со специальной пропиткой, из резины и из пластмассы. Для кабелей высокого напряжения (110...525 кВ) применяют маслонеполненные трубопроводы. При прокладке кабелей в местах с возможными механическими воздействиями используют бронепокровы. Броня выполняется из стальной ленты или проволоки. В почвах, содержащих вещества, разрушительно действующие на оболочку кабелей, а также в зонах, опасных из-за воздействия электрокоррозии, нашли применение кабели со

свинцовой оболочкой и усиленными защитными покровами типов $B_{\text{л}}$ и $B_{2\text{л}}$ либо с алюминиевой оболочкой и особо усиленными (в сплошном влагостойком пластмассовом шланге) защитными покровами типов $B_{\text{с}}$ и $B_{\text{ж}}$.

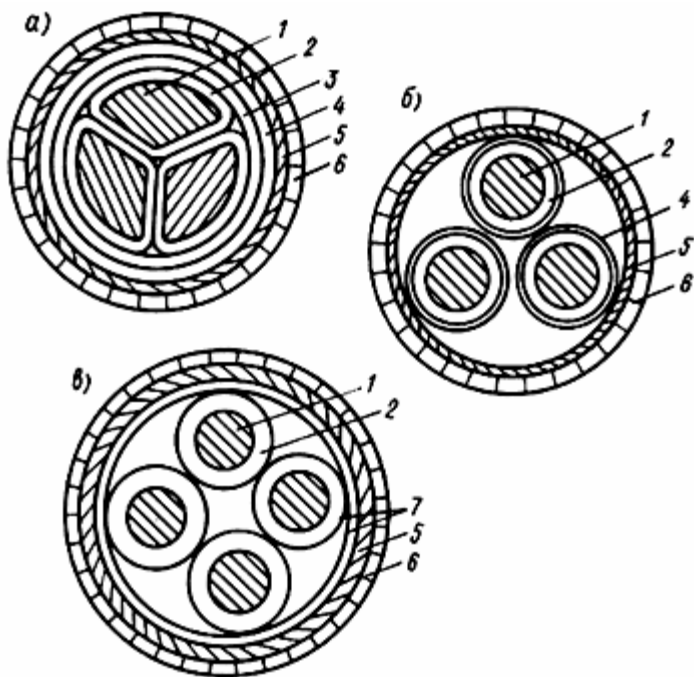


Рис.60. Конструкция кабелей 1...35 кВ

а- кабель на напряжение 1...10 кВ с бумажной изоляцией;

б- кабель на напряжение 1...10 кВ с резиновой изоляцией;

в- кабель на напряжение на напряжение 20 и 35 кВ;

1- токопроводящая сила;

2- фазная изоляция;

3- поясная изоляция;

4- свинцовая или алюминиевая оболочка;

5- броня;

6- защитные покровы;

7- обмотка лентой.

Буквенные обозначения в маркировке кабелей имеют следующие значения: *А*- жила кабеля из алюминия (в начале марки);

А- герметическая оболочка из алюминия (в середине марки);

Б- бронированный двумя стальными лентами;

В- оболочка из поливинилхлоридного пластика (первая или вторая буква в начале марки);

Г- не имеют защитных покровов на броне;

К- бронированный круглыми стальными проволоками (в конце марки);

Н- в резиновой негорючей оболочке;

П- полиэтиленовая изоляция (первая или вторая буква в начале марки);

П- бронирован плоской стальной проволокой (в конце марки);

С- с оболочкой из свинца;

$B_{л}, B_{с}$ - кабели бронированы стальными лентами с различной подушкой;

$B_{н}$ - броня с негорючим наружным покровом. Нормальные защитные покровы кабелей состоят из битума и кабельной пряжи, пропитанной битумом.

В настоящее время применяют, как правило, кабели с алюминиевыми жилами в алюминиевой или пластмассовой оболочке.

Выбор сечения кабельной линии производят по нормированным значениям плотности тока. Сечение жилы кабеля должно удовлетворять условиям допустимого нагрева в нормальных и послеаварийных режимах. Для каждой кабельной линии определяют допустимые токовые нагрузки, определяемые по участку трассы с наихудшими тепловыми условиями при длине участка не менее 10 м.

При прокладке трассы кабельной линии необходимо избегать участки с агрессивными грунтами по отношению к металлическим оболочкам кабелей. Укладывают кабели с запасом по длине с учетом возможных смещений почвы и температурных деформаций самого кабеля. Особое внимание уделяется защите от возможных механических повреждений кабеля и соблюдению температурного режима.

Соединение отрезков кабеля и заделку кабеля производят с помощью концевых соединительных муфт. Число соединительных муфт вновь прокладываемых линий на 1 км должно быть не более 4...6 штук, в зависимости от напряжения и сечения кабеля. Прокладывать кабели рекомендуется с соблюдением следующих основных правил.

1. Контрольные кабели и кабели связи размещаются под или над силовыми кабелями и отделяются перегородками.
2. Рекомендуется прокладывать силовые кабели до 1 кВ выше кабелей 1 кВ.
3. Кабели питания электроприемников I категории рекомендуется прокладывать на разных горизонтальных уровнях и разделять перегородками.
4. Маслонаполненные кабели обычно прокладывают в отдельных сооружениях, при прокладке совместно с другими кабелями они располагаются в нижней части сооружений и отделяются огнеупорной перегородкой.

При прокладке кабельных линий в земле в соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ) устанавливаются охранные зоны над кабелем:

- для КЛ выше 1 кВ - по 1 м от крайних кабелей;
- для КЛ до 1 кВ - по 1 м от крайних кабелей в сторону проезжей части и 0,6 м в сторону сооружений.

При прокладке кабельных линий непосредственно в земле кабели прокладываются в траншеях (табл. 4) и имеют снизу подсыпку, а сверху засыпку слоем грунта, не содержащего камней (рис. 61). Защита от механических повреждений заключается в установке железобетонных плит толщиной не менее 50 мм для напряжения выше 35 кВ, при напряжении ниже 35 кВ - плит или в укладке поверх кабеля обыкновенного кирпича в один слой поперек трассы (табл. 4).

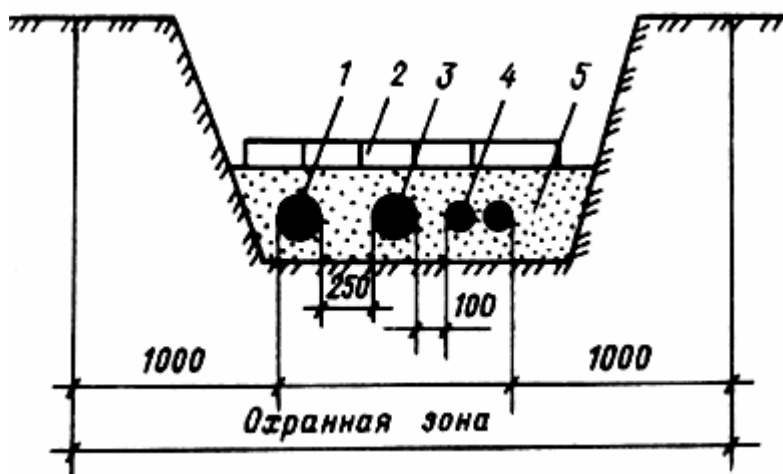


Рис.61. Прокладка кабелей в траншее

1- кабель на напряжение 35 кВ;

2- кирпич или железобетонные плиты;

- 3- кабель на 10 кВ;
- 4- контрольные кабели;
- 5- мягкий грунт или песок.

Размеры траншей для прокладки кабелей напряжением до 10 кВ

Таблица 4

Тип траншеи	Число кабелей в траншее	Ширина траншей (по дну), мм	
		с защитой кабеля	без защиты кабеля
T=1	1	350	350
T=2	2	470	350
T=3	3	600	600
T=4	4	720	650

Глубина заложения (м) кабельных линий от планировочной отметки должна быть не менее:

для линий до 20 кВ	0,7
для линий 35 кВ	1
для маслонаполненных кабелей 110...220 кВ	1,5

Уменьшение глубины прокладки до 0,5 м допускается для вводов в здания и промышленные сооружения.

При изменении конфигурации трассы радиусы изгиба кабелей следует выбирать в зависимости от конструкции кабеля, точнее, от материала изоляции и оболочки кабеля. При низких температурах окружающего воздуха прокладку кабелей допускается производить только после прогрева. Если трасса кабельной линии проходит через участки, насыщенные различными коммуникациями, а также существует необходимость защиты кабелей от механических повреждений и блуждающих токов, то применяются блоки. Блоки сооружаются преимущественно из железобетонных панелей или асбестоцементных труб.

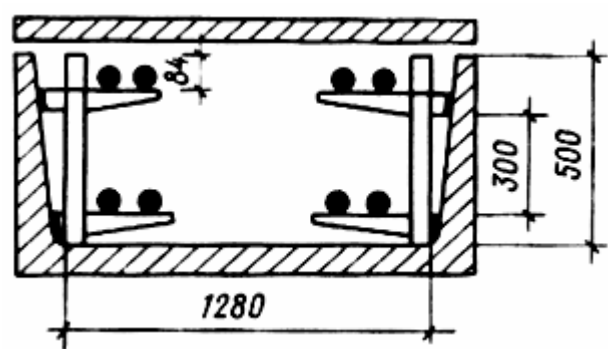


Рис.62. Кабельная канализация в каналах

Другой возможный способ прокладки кабелей - кабельные каналы и тоннели. Он применяется при числе кабелей в одном направлении более 20. Данные конструкции выполняют из сборного железобетона и засыпают поверх съемных плит слоем земли не менее 30 см (рис.62, 63).

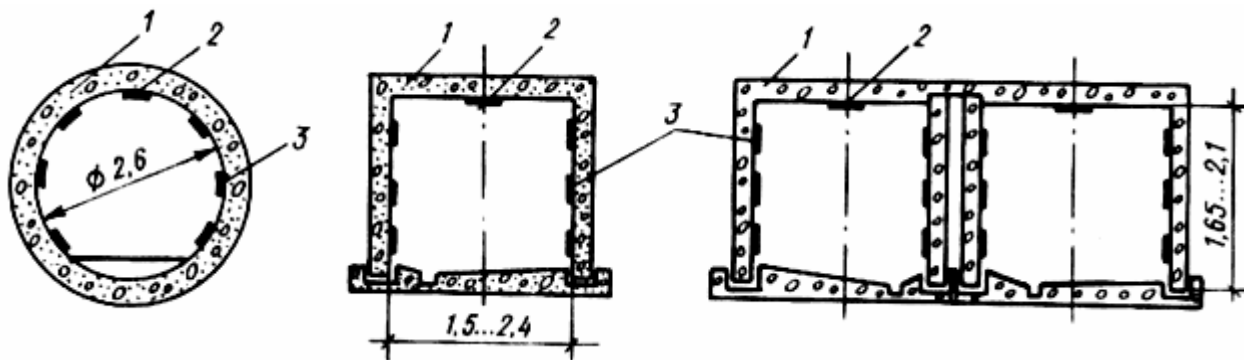


Рис.63. Кабельная канализация в тоннелях

- 1- блок тоннеля;
- 2- закладная деталь для светильников;
- 3- закладная деталь для кабельной конструкции (размеры в м).

Прокладка электрических линий через преграды

При прокладке кабельных и воздушных линий городского электроснабжения приходится преодолевать различного рода препятствия, обусловленные как природными факторами, так и развитием городской инфраструктуры. Прохождение линий через подобные преграды требует соблюдения дополнительных правил, которые могут стать определяющими при выборе и прокладке трассы электрических сетей. Кабельные линии, пересекающие водные преграды, выполняются кабелем, бронированным круглой проволокой. Желательно использовать кабели одной строительной длины, т. е. без применения соединительных муфт. Нитка кабеля, как правило, заглубляется в дно водных преград на глубину не менее 1 м, а на берегах предусматривается его резерв длиной не менее 10 м. Трасса линий может проходить по мостам и путепроводам. На мостах с интенсивным движением транспорта рекомендуются к применению бронированные кабели в алюминиевой оболочке. ПУЭ допускают прокладку кабельных линий по мостам в асбестоцементных трубах. При этом необходимо предусмотреть меры по предотвращению возникновения механических усилий в местах перехода с конструкций мостов на устои. В земляных плотинах, дамбах и пирсах прокладка осуществляется в земляной траншее, глубиной не менее 1 м.

Пересечение кабельной линии железных или автомобильных дорог осуществляется в тоннелях, блоках или трубах на глубине не менее 1 м от полотна дороги.

Для воздушных линий передачи при пересечении с железными и автомобильными дорогами, водными преградами применяются специальные усиленные (анкерные) опоры и нормируются наименьшие расстояния до проводов высоковольтной линии (ВЛ).

УСТРОЙСТВО ТЕЛЕФОННЫХ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Телефонные кабельные сети являются необходимой принадлежностью городского хозяйства. Основы прокладки и устройства этих сетей совпадают с принципами построения силовых электрических сетей. Прокладка трассы городской телефонной сети (ГТС) производится на основе рабочих чертежей. Она предусматривает монтаж трубопроводов, каналов, шахт и смотровых устройств, предназначенных для прокладки и эксплуатации кабелей связи.

Основным элементом ГТС являются подземные трубопроводы, прокладываемые под пешеходными и проезжими частями улиц. Трубопроводы собираются из отдельных труб или блоков с общим количеством отверстий (каналов) от 1 до 48 и более. По трассе трубопроводы разделяются на отдельные участки (пролеты) длиной до 150 м, соединяемые между собой подземными смотровыми устройствами (колодцами).

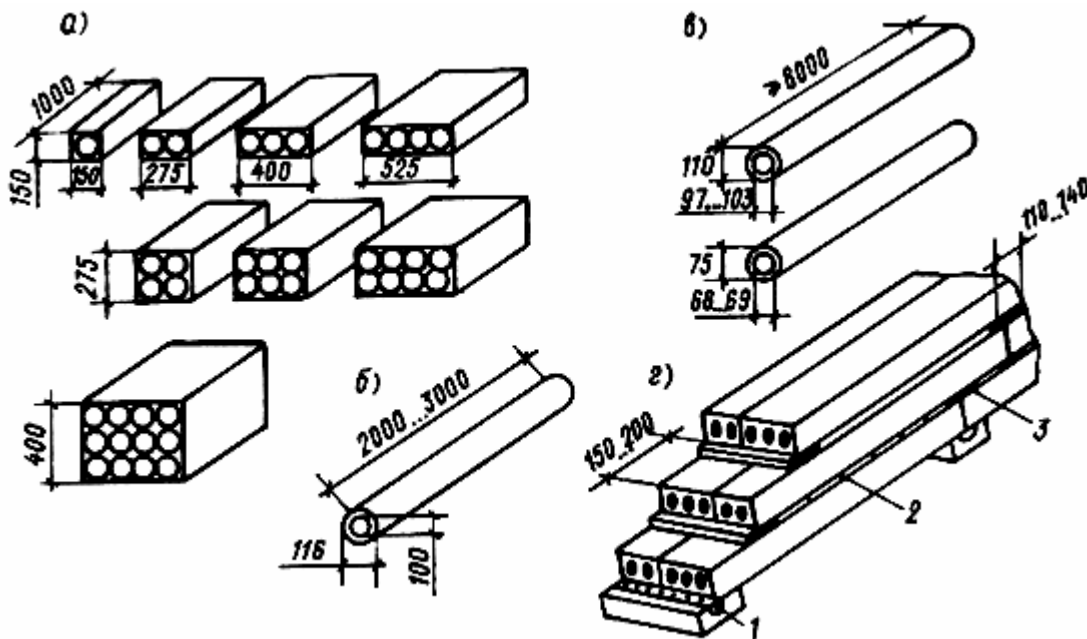


Рис.64. Конструкция труб и блоков кабельной канализации

а-бетонные;

б- трубы асбестобетонные;

в- полиэтиленовые;

г-блоки из нескольких рядов бетонных труб;

1- железобетонная прокладка;

2 -песок;

3- цементно-песчаная смесь.

На рис.64приведены рекомендуемые к применению основные формы и размеры труб и блоков кабельной канализации. При прокладке бетонных блоков кабельной канализации требуется проверка качества стыка соединяемых элементов с последующей обмазкой места соединения цементно-песчаным раствором. Бетонные трубы допускают прокладку в несколько рядов со сдвигом стыков верхнего ряда на 150...200 мм относительно стыков нижнего ряда. В кабельной канализации ГТС используются также полиэтиленовые трубы, которые применяются в особых условиях транспортировки, хранения и прокладки. Полиэтиленовые трубы используются преимущественно для малых и однорядных блоков, для тупиковых участков и вводов в здания.

К смотровым устройствам ГТС относятся колодцы кабельной канализации связи. При разработке проекта конкретного объекта определяются тип колодца (с учетом перспективы развития кабельной сети на заданный период) и способы гидроизоляции и предотвращения разрушения колодцев в грунтах, подверженных различным смещениям.

Кабельные телефонные сети выполняются также на столбах линий связи. Такая линия связи начинается с кабельной опоры, оборудованной кабельными ящиками и кабельной площадкой. Опоры линии устанавливаются, как правило, на пешеходной части улиц, а кабель подвешивают на семижильном стальном канате. При проведении ГТС по крышам домов и для подвески распределительных кабелей применяют стоечные линии. Трасса прокладывается по стоечным опорам, устанавливаемым, как правило, по гребням крыш. Длина пролета между опорами не должна превышать 80 м. Для каждой стоечной опоры предусматривается безопасный подход с рабочей площадкой для проведения ремонтно-восстановительных работ.

Ввод кабелей в здание от городской АТС осуществляется или из распределительных шкафов, или непосредственно от коммутационного щита ГТС. Он может быть подземным или воздушным.

При подземном способе кабель по опоре опускается в грунт и подается в здание по кабельной канализации либо применяется бронированный кабель.

Подземная кабельная канализация вводится непосредственно в подвал или техническое подполье, а также на наружные стены боковых фасадов через коллекторы малого сечения. Возможен подвод до стены здания бронированного кабеля с выводом по трубопроводу на стену.

Перед сдачей кабельной линии городских сетей связи в эксплуатацию производят ряд измерений и проверок электрических параметров, а также симметрирование линий связи.

Для предотвращения попадания влаги в кабель при повреждениях и обеспечения систематического контроля оболочки и муфт кабель устанавливают под постоянное избыточное воздушное давление (0,05 - 0,1 МПа). Для содержания кабелей ГТС под избыточным давлением используют стационарные и передвижные компрессорные установки. При эксплуатации кабелей контролируются величина воздушного давления, а также расход воздуха, нагнетаемого в кабель.

К городским кабельным сетям применяют меры по защите частей ГТС от коррозии. Основные причины коррозии оболочек кабелей: токи утечки электрических установок постоянного тока (в основном от электрифицированного транспорта) электрические процессы в агрессивной среде почвы. Для защиты от коррозии применяют следующие средства: изолирующие защитные покровы, изолирующие трубки и коллекторы, укладка кабелей, а также электрохимическая защита катодными установками.

Электронный текст документа подготовлен
ЗАО "Кодекс" и сверен по:
Общероссийский общественный фонд
"ЦЕНТР КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬСТВА"
г.Санкт-Петербурга