СИСТЕМА ИНЖЕНЕРНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

1. **Состав системы инженерной инфраструктуры на застроенной территории.** Система инженерной инфраструктуры включает в себя:

- электроснабжения;
- теплоснабжения;
- газоснабжения;
- водоснабжения;
- водоотведения (хозяйственно-бытовая и дождевая канализация);
- связи (телефонная, телеграфная, интернет и т.п.);
- обращения с отходами производства и потребления .

Основные требования к проектированию системы на застроенной территории изложены в СП 42.13330.2026 в главе 7 «Система инженерной инфраструктуры и обращения с отходами» [1, с. 107]. В состав системы инженерной инфраструктуры входят линейные объекты (силовые кабели, линии связи, трубопроводы), которые располагают вдоль улиц, как над поверхностью земли, так и под землёй.

2. Иерархия подземных сетей. Подземные сети подразделяют на транзитные, магистральные и распределительные (разводящие). К *транзитным* относятся те подземные коммуникации, которые проходят через город, но в городе не используются, например, газопровод, нефтепровод, идущий от месторождения через данный город. К *магистральным* относятся основные сети города, по которым подаются или отводятся основные виды носителей в городе, рассчитанные на большое число потребителей. ***Их располагают обычно в направлении основных транспортных магистралей города***. К *распределительным* (разводящим) сетям относятся те коммуникации, которые ответвляются от магистральных сетей и подводятся непосредственно к домам.

3. Требования к расположению коммуникаций. Подземные коммуникации прокладывают вдоль улиц города, по возможности, параллельно элементам поперечного профиля улицы или красным линиям. Такой подход обеспечивает минимальное количество их пересечений.

Подземные сети проектируют, как правило, ***за пределами проезжей части и зеленых насаждений***, под тротуарами, техническими и разделительными полосами. В этом случае облегчается доступ к подземным сетям для их устройства, ремонта и содержания.

При ширине магистральных улиц более 22 м подземные коммуникации размещают с двух сторон улиц.

4. Способы прокладки сетей. Существует несколько способов прокладки сетей: в траншее (раздельно или совместно) и в железобетонном коллекторе. *Совмещенная прокладка сетей в одной траншее* позволяет уменьшить расстояние между сетями по сравнению с расстоянием при *раздельной прокладке*. Объём земляных работ при этом уменьшается на 20–40 %, стоимость – на 3–6 %. Однако в процессе эксплуатации сети, расположенные в одной траншее, находятся в несколько худших условиях, чем при раздельной прокладке, поскольку увеличивается вероятность повреждения расположенных рядом коммуникаций при ремонте вышедших из строя сетей.

Минимальные расстояния по горизонтали (в свету) от подземных сетей инженерно-технического обеспечения до конструктивных элементов зданий, строений, сооружений изложены в [1, приложение Д, табл. Д.1, с. 229] и [2]. В табл. 1 приведены некоторые сведения из этих документов.

Таблица 1 – Расстояния по горизонтали (в свету) до конструктивных элементов зданий, строений и сооружений

Инженерные сети	Расстояние, м, по горизонтали (в свету) от подземных сетей				
	Фундаментов зданий и сооружений	Бортового камня улицы, кромки проезжей части	Фундаментов опор воздушных линий передач		
			До 1 кВ наружного освещения, контактной сети трамваев и троллейбусов	Св. 1 до 35 кВ	Св. 35 до 110 кВ и выше
Водопровод и напорная канализация	5	2	1	2	3
Самотечная канализация (бытовая и дождевая)	3	1,5	1	2	3
Тепловые сети от наружной сети канала	2	1,5	1	2	3
Тепловые сети от оболочки бесканальной прокладки	5	1,5	1	2	3
Кабели силовые всех напряжений	0,6	1,5	1	5	10
Каналы, тоннели, коммуникационные коллекторы	2	1,5	1	2	3

Расстояния по горизонтали (в свету) между соседними подземными сетям и инженерно-технического обеспечения при их параллельном размещении приведены в [1, приложение Е, табл. Е.1, с. 237] и [2]. В табл. 2 приведены некоторые сведения из этих документов.

Таблица 2 – Расстояния по горизонтали (в свету) между соседними подземными сетям и инженерно-технического обеспечения при их параллельном размещении

Сети	Расстояние, м, по горизонтали (в свету) до						
	водо-провод	канализация		кабели		теплопровод	
		бытовая	дождевая	силовые	связи	наружная стенка канала	беска-нальный
Водопровод	-	1,5	1,5	1,0	0,5	1,5	1,5
Бытовая канализация	1,5	-	0,4	1,0	0,5	0,5	1,0
Дождевая канализация	1,5	0,4	-	1,0	0,5	1,0	1,0
Кабели силовые	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0
Кабели связи	0,5	0,5	0,5	0,5	-	1,0	1,0
Теплопроводы	1,5	1,0	1,0	2,0	1,0	-	-

5. Прокладка в тоннелях (коллекторах). Прокладка сетей в подземных коллекторах имеет большие эксплуатационные преимущества, но требует больших единовременных затрат и целесообразна при развитой сети подземных коммуникаций на магистральных улицах крупных городов. Прокладку в тоннелях (проходных коллекторах) следует предусматривать, как правило, при необходимости одновременного размещения тепловых сетей диаметром 500÷1000 мм, водопровода до 500 мм, кабелей (связи и силовых напряжением до 10 кВ) – свыше 10 мм, а также на пересечениях с магистральными улицами и железнодорожными путями. При недостаточной ширине улиц устройство тоннелей допускается при диаметре тепловых сетей от 200 мм [1].

В коллекторе не разрешается размещать трубопроводы хозяйственной и ливневой канализации, газопроводы высокого давления, силовые кабели с напряжением более 30 кВт. Эти подземные сети небезопасно размещать в общем коллекторе. Для прокладки большого количества силовых кабелей сооружают специальные коллекторы. Не допускается совместная прокладка газо- и трубопроводов, транспортирующих легковоспламеняющиеся и горючие вещества, с кабельными линиями.

Коллектор выполняют из сборных железобетонных элементов размером 2,0х2,4 м. Для систематического осмотра и ремонта сетей в центре коллектора оставляют проход шириной 0,8 м. Глубина заложения коллектора 1,0–1,5 м, считая от верха коллектора до дневной поверхности грунта. Внутри коллектора должна поддерживаться в течение всего года температура выше 0^0С, но не более 7 - 10^0С.

6. Требования к глубине заложения. Подземные сети имеют разную глубину заложения. *Сети мелкого заложения* располагают в зоне промерзания грунта, а *сети глубокого заложения* – ниже зоны промерзания. К сетям мелкого заложения относятся сети, эксплуатация которых допускает значительное охлаждение: электрические слаботочные и силовые кабели, кабели телефонной и телеграфной связи, сигнализации, газопроводы, теплосети. К сетям глубокого заложения относятся подземные коммуникации, которые нельзя переохлаждать: водопровод, канализация, водосток.

При размещении подземных сетей следует руководствоваться следующим правилом: по мере удаления от застройки глубина залегания подземных сетей должна увеличиваться. При таком размещении сетей обеспечивается устойчивость грунтов в непосредственной близости от фундаментов зданий.

7. Сети водоснабжения. В городских водопроводах для подачи воды к домовым ответвлениям водопроводные линии приходится прокладывать почти по каждому проезду и по каждой улице.

Магистральные линии и водоводы обычно прокладывают из чугунных, железобетонных и стальных труб, причем стальные трубы рекомендуется применять только для высоконапорных водоводов, в условиях действия динамических нагрузок и изгибающих усилий, а также в районах вечной мерзлоты, в просадочных, лессовидных и др. грунтах. *Разводящую сеть* делают обычно из чугунных и асбестоцементных труб. Выбор вида труб зависит от величины требуемого напора в водопроводных сетях, от геологических условий в районах укладки, способа прокладки (в земле, в каналах и т. д.), а также от экономических факторов и местных условий.

Диаметр труб принимают расчетом. Диаметр труб водопровода, объединенного с противопожарным, для городских районов составляет 100÷1000 мм. Минимальный диаметр распределительной (уличной) сети труб для городов составляет 100÷150 мм.

Водопровод, прокладывают ниже глубины промерзания грунтов. При ширине проезжей части более 22 м следует предусматривать размещение сетей водопровода по обеим сторонам улиц.

8. Теплосеть. Для транспортировки тепла к потребителям используют *трубопроводы* – тепловые сети, которые могут передавать тепло с помощью воды и пара, и в зависимости от теплоносителя они соответственно могут быть водяными и паровыми. Тепловые сети, которые подводят тепло к промышленным предприятиям, называют *промышленными*, к жилым и общественным зданиям –

коммунальными, к предприятиям и гражданским зданиям – *смешанными*. Тепловые сети делают двух- и многотрубными. Наиболее распространена двухтрубная система, при которой одна труба – подающая, другая – обратная. В этой системе вода циркулирует по замкнутому кругу: отдав свое тепло потребителю, возвращается в котельную. В жилых районах применяют два вида водяных систем теплоснабжения: открытую и закрытую. Их разница заключается в том, что при *закрытой* системе теплоснабжения в трубопроводах циркулирует постоянное количество воды, а при *открытой* часть воды непосредственно из системы разбирается на нужды горячего водоснабжения. В открытой системе теплоснабжения вода должна быть по качеству равноценна питьевой, а запас воды постоянно пополняться.

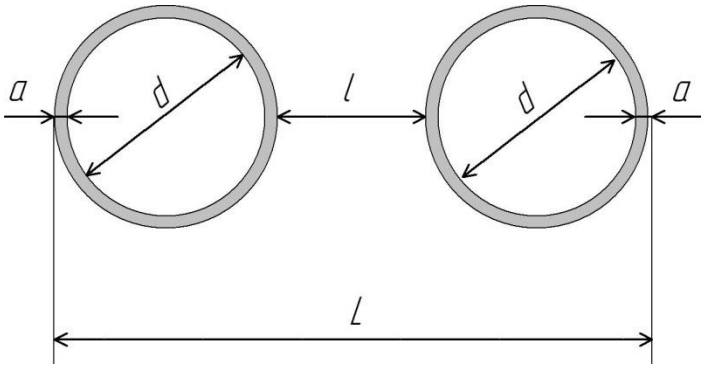


Рисунок 1 – Схема двухтрубной тепловой системы

Магистральные сети располагаются по главным направлениям от источника тепла и состоят из труб больших диаметров – от 400 до 1200 мм. *Разводящие сети* имеют диаметр трубопроводов ответвлений от магистральных от 100 до 300 мм, а диаметр трубопроводов, ведущих к потребителям, – от 50 до 150 мм.

Ширину двухтрубной системы можно рассчитать по формуле

$$L = 2(d + 2a) + l, \qquad (1)$$

где d – диаметр трубопровода, a – толщина утеплителя, l – расстояние между трубами в двухтрубной системе.

Толщину утеплителя и расстояние между трубами определяют специальными расчётами. В курсовом проектировании можно принять d = 10 мм, l = 50 мм.

Глубина заложения теплосети 1,0–1,5 м. Разрешается теплосеть закладывать выше глубины промерзания. Существует три способа прокладки теплопроводов.

Бесканальная прокладка – простой и дешевый способ заложения, поэтому он наиболее распространен. Этот способ имеет, однако, большие недостатки,

такие, как коррозия, трудность ремонта, отсутствие периодического надзора. Частично эти недостатки преодолевают путем защиты труб от внешних воздействий грунта с использованием изоляционного материала, цементной корки и гидроизоляции. Тепловые сети допускается прокладывать в общих траншеях с водопроводами, водостоками, канализацией и газопроводами давлением до 0,3 МПа включительно.

Прокладка в непроходных каналах – наиболее удобный способ, чем и объясняется его широкое применение. Трубопровод защищен от колебания давления в грунте, так как заключен в канал, где находится на специальных подвижных и неподвижных опорах. Внутри канала устраивают дренаж. Однако он имеет недостаток: нет постоянного наблюдения за состоянием сетей, а в случае аварии требуется разрыть некоторую часть канала, чтобы найти место повреждения. В непроходных каналах теплосети могут располагаться с водопроводами.

9. Канализация. Необходимой системой очистки населенных мест от сточных вод является канализация. Канализация может быть общесплавная и раздельная. *Общесплавная канализация* осуществляет отвод одной системой трубопроводов ливневых сточных вод, которые поступают после дождя с городских территорий через дождеприемные решетки, и хозяйственно-фекальных, поступающих из жилых домов. При *раздельной канализации* применяются две независимые системы отвода сточных вод: ливневая канализация (водосток), хозяйственно-фекальная. Сточные воды промышленных предприятий отводятся отдельной системой для обезвреживания их от специфических загрязнений. ***В настоящее время раздельная система канализации наиболее применима.***

По способу транспортировки различают самотечную и напорную канализацию. В *самотечной канализации* стоки под действием силы тяжести движутся в отстойник по трубам, уложенным под определенным уклоном. Преимуществами такой системы канализации являются ее дешевизна, удобство в обслуживании и независимость от внешних источников энергии, а единственный минус состоит в том, что отстойник должен находиться на ограниченном расстоянии от стоков.

Напорная система канализации позволяет производить транспортировку стоков на большие расстояния за счет подключения к трубопроводу насоса, на который также часто устанавливается размельчитель твердых отходов. Кроме того, в отличие от большинства самотечных систем, трубопровод при необходимости может изгибаться и поворачивать, но такая система зависима от

источника электроэнергии. Напорную канализацию, прокладывают ниже глубины промерзания грунтов.

Диаметры канализационных труб системы зависят от количества сточных вод, которое определяется степенью благоустройства, т.е. нормой водопотребления, наличием горячего водоснабжения. Так, норма расхода сточной воды при централизованном горячем водоснабжении и наличии ванны – 400 л/сут. на 1 чел., а при газонагревательных установках – 300 л/сут.

Наименьшую глубину заложения принимают в соответствии со СНиП 2.04.03-85 для канализационных труб диаметром до 500 мм на 0,3 м, для труб большого диаметра – на 0,5 м менее наибольшей глубины проникновения в грунт нулевой температуры, но не менее 0,7 м до верха трубы, считая от отметок планировки.

10. Энергоснабжение. Передача электроэнергии потребителям в пределах жилых районов осуществляется подземными кабельными линиями, которые прокладывают на полосе между красной линией и линией застройки. Силовые электрокабели трассируют на расстоянии 0,6 м от фундаментов зданий; 0,5 м – от ограждений предприятий; 1,5 м – бортового камня.

11. Электрокабели наружного освещения (до 1 кВ, 0,6 кВ) укладывают непосредственно на грунт на глубине 0,7 м и расстоянии 0,5 м от ближайшей грани бордюрного камня.

Прокладка подземных силовых кабельных линий ведется, как правило, в общих траншеях. В случаях пересечений с магистральными трассами и железными дорогами, при недостатке свободного места в поперечном профиле улицы и в некоторых других случаях прокладку силовых кабелей допускается вести в общих коллекторах, причем силовые кабели должны находиться в коллекторе выше других инженерных сетей.

Источники информации

1. СП 42.13330.2026 Градостроительство. Планировка и застройка территорий. Актуал. редакция СНиП 2.07.01-89* / Мин-во строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – М., 2026. – 339 с.

2. СП 18.13330.2019 Производственные объекты. Планировочная организация земельного участка. Актуал. редакция СНиП П-89-80* / Мин-во строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. – М., 2019. – 54 с.

4. Проектирование городских улиц и дорог: учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / сост. В.И. Жуков, С.В. Копылов; под ред. В.И. Жукова. – Электрон. дан. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2014. – 80 с.