

**Данилова Екатерина Ивановна,**

Студент (магистратуры) промышленное и гражданское строительство:

технологии и организация строительства

Чувашский Государственный университет им. И.Н. Ульянова

(Россия, г. Чебоксары)

## **ИСКУССТВЕННОЕ СВАЙНОЕ ОСНОВАНИЕ ДЛЯ ПРОКЛАДКИ ТЕПЛОСЕТИ**

***Аннотация:** при устройстве теплотрасс для обеспечения их длительной и бесперебойной работы критическое значение приобретают характеристики несущего слоя, воспринимающего вес трубопроводной системы. Выбор типа подготовки под тепловую магистраль диктуется расчетной способностью грунта выдерживать нагрузки и величиной прикладываемых усилий извне. Целесообразность формирования искусственной постели определяется на этапе разработки проектной документации. К разновидностям таких оснований относят: песчаную подушку, гравийную обсыпку, щебеночный слой, бетонную подготовку (цельную или составную), деревянные конструкции и свайные поля. При опирании коммуникаций непосредственно на природный массив для повышения его устойчивости и исключения смещения элементов в ходе герметизации стыковочных узлов ложе формируется строго по контуру укладываемой трубы без образования пустот и углублений.*

***Ключевые слова:** теплотрасса, свайные элементы, фундаментная подготовка, инженерное проектирование, стабильность положения, усиление грунта, способ укладки.*

***Annotation:** during the construction of heat supply lines, the quality of the underlying bed that supports the pipelines is crucial for their reliable long-term operation. The selection of the foundation type depends directly on the bearing capacity of the local soils and the magnitude of external impacts. The necessity of*

*creating an engineered base is confirmed by the design solution. Engineered beds can be constructed using sand, gravel, crushed stone, concrete (both cast-in-place and precast), timber elements, or pile fields. When pipelines are placed directly on a natural subgrade, to enhance its load-bearing performance and prevent pipe displacement during joint assembly, the trench bottom must be profiled precisely to match the external curvature of the pipe, leaving no hollow spaces.*

**Keywords:** district heating lines, piles, subgrade, design engineering, structural stability, soil reinforcement, installation.

### **Выбор метода прокладки теплопроводов в процессе проектирования**

Решение о применении конкретного способа укладки коммуникаций базируется на накопленном опыте строительства в заданном регионе при схожих геологических параметрах участка.

- **Заглубленный способ.** Делится на траншейный (открытый) и бестраншейный (закрытый) варианты. Открытая технология сопряжена со вскрытием дневной поверхности грунта.

- **Наземный (надземный) способ.**

Наибольшее распространение получила подземная прокладка, требующая выполнения целого комплекса технологических операций. Укладка сетей открытым методом включает разработку выемок (траншей), укладку трубных секций и последующее восстановление грунтового массива. Разработка траншеи может вестись с организацией откосов или устройством вертикальных стенок с применением крепежных систем. При этом учитываются данные геологических изысканий о типе почвы, положение уровня подземных вод, климатическая глубина промерзания в районе работ, а также проектный диаметр и материал труб.

Геометрические параметры трубы и свойства грунтовой толщи определяют ширину траншеи по дну. Данная величина регламентируется требованиями СНиП 12-03-2011 «Безопасность труда в строительстве». При обнаружении воды в траншее проектная организация обязана предусмотреть меры по осушению

котлована. Глубина заложения инженерных сетей жестко привязана к отметке промерзания – подошва трубопровода должна располагаться ниже этого уровня.

Закрытые способы работ включают:

- **Горизонтальное направленное бурение (ГНБ).** При помощи специализированного оборудования под землёй создаётся пилотная скважина, через которую впоследствии протягивается рабочая плеть трубы.

- **Прокол грунта.** Метод основан на вдавливании трубных секций с конической оконечностью, что ведет к радиальному уплотнению окружающей почвы.

- **Продавливание.** Разрушение породы в забое осуществляется под напором ножевой части, с параллельным извлечением разрушенного материала из рабочей зоны.

Закрытый способ является безальтернативным при необходимости пересечения автомагистралей, железнодорожных путей, трамвайных линий, а также в районах плотной городской или поселковой застройки.

Наземный тип предусматривает монтаж трубопроводной арматуры выше планировочной отметки земли на специальных опорных конструкциях. В роли опор могут выступать железобетонные или металлические мачты и эстакады. Такой вариант актуален на пересечённой местности с резкими перепадами рельефа и в зонах распространения многолетнемерзлых пород.

Любая выбранная технология укладки не должна приводить к деградации экологической обстановки. Поэтому на этапе подготовки проекта осуществляется всесторонняя оценка воздействия будущих работ на сложившуюся инфраструктуру, результаты которой включаются в соответствующий раздел проектной документации.

Именно от заложенного в проекте способа подземной прокладки зависит нормативный срок службы сетей и стабильность поставок ресурсов конечным потребителям.

## **Специфика устройства теплотрасс**

Для сооружения тепловых магистралей допустимы оба вышеуказанных способа. На урбанизированных территориях разрешена исключительно подземная прокладка. Она реализуется либо бесканальным методом, либо с применением защитных каналов, либо в проходных коллекторах совместно с иными инженерными системами.

Бесканальная технология подразумевает непосредственный контакт теплоизолированной трубы с грунтом засыпки. Комплекс работ в этом случае включает: отрывку траншеи, устройство песчаной подготовки, монтаж предизолированных труб с защитной оболочкой и обратную засыпку пазух. В местах прохода под автомобильными дорогами теплотрассы заключаются в защитные гильзы (футляры), длина которых должна превышать ширину дорожного полотна не менее чем на три метра с каждой из сторон.

Канальная прокладка предполагает размещение трубопровода внутри сборной или монолитной железобетонной конструкции (лотка), перекрываемой плитами. При такой схеме трубопровод с нанесенной изоляцией не испытывает прямого давления грунта и изолирован от агрессивного воздействия почвенной среды.

Коммуникационный коллектор является протяженным подземным сооружением, предназначенным для совместного размещения нескольких инженерных сетей. Однако при температуре теплоносителя свыше 350 °С и рабочем давлении более 2,2 МПа объединение тепловой сети с другими коммуникациями категорически запрещено. В менее жестких условиях допускается соседство с водопроводами, силовыми кабелями, линиями связи и напорной канализацией.

Надземный вариант прокладки используется преимущественно за границами жилых зон, при форсировании естественных преград (оврагов, рек) и искусственных сооружений (железные дороги). В границах населенных пунктов такой способ возможен только при наличии убедительного технико-

экономического обоснования и лишь вне территорий школ, детских садов, больниц и прочих социальных учреждений.

**Достоинства применения труб из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) в системах теплоснабжения:**

- **Повышенная сопротивляемость коррозионным процессам.**
- **Высокий темп сборки линейной части.**
- **Отсутствие потребности в узкопрофильных специалистах для стыковки элементов.**
- **Допустимость укладки без установки компенсаторов температурных удлинений и неподвижных опор.**

### **Структурная иерархия тепловых сетей**

Тепловые сети классифицируются на магистральные транзитные, распределительные (внутриквартальные) и ответвления, ведущие к отдельно стоящим объектам капитального строительства. Границы ответственности между участками устанавливаются проектной или обслуживающей организацией.

По критерию надежности теплоснабжения потребители ранжируются на три категории:

- **Первая категория** – абоненты, для которых недопустимы сбои в подаче расчетного объема теплоты и падение температуры внутреннего воздуха ниже нормативов ГОСТ 30494. К ним относятся: стационары, родильные отделения, детские сады с круглосуточным пребыванием, музейные комплексы, а также взрыво- и химически опасные производства.

- **Вторая категория** – объекты, допускающие снижение температурного фона на период устранения технологического нарушения (но не дольше 54 часов): жилые и общественные здания – до плюс 12 °С, промышленные цеха – до плюс 8 °С.

## **Технологическая последовательность устройства свайного основания**

Возведение свайного поля под тепловую магистраль состоит из следующих ключевых стадий:

**Подготовительный этап.** Установка временных ограждений площадки, удаление строительного мусора, крупных камней и растительного покрова.

**Геодезическая разбивка.** Определение точек погружения свайных элементов строго по вынесенным в натуру главным разбивочным осям сооружения.

**Погружение свай.** Работы выполняются копровыми механизмами. Процесс забивки или вдавливания непрерывно контролируется во избежание отклонений от проектной вертикали и плановых координат.

**Срезка оголовков.** Верхние части погруженных конструкций обрезаются до единой проектной отметки.

**Формирование ростверка.** Свайный куст связывается монолитной железобетонной балкой (ростверком). Для этого производится отсыпка песчаной подготовки по свайному полю, монтаж щитовой опалубки, вязка арматурного пространственного каркаса и бетонирование конструкции.

## **Ключевые преимущества технологии**

**Стабильность и несущая способность.** Свайные конструкции транслируют весовые и эксплуатационные нагрузки от надземных и наземных частей сквозь толщу слабых или рыхлых отложений на прочные глубинные горизонты.

**Применимость в сложной геологии.** В условиях заболоченных территорий и водонасыщенных плавунных грунтов, где естественное основание склонно к неравномерным осадкам, свайное поле предотвращает деформации и переломы трубопроводных секций.

**Экологическая нейтральность.** Несмотря на временное охлаждение массива при заборе тепла, в периоды пониженного теплоснабжения происходит регенерация температурного режима земли за счет циркуляции подземных вод.

## **Сферы практического применения**

Тепловые магистрали на свайном основании востребованы в следующих направлениях:

- **Автономное теплоснабжение зданий и горячее водоснабжение.**

Подобные системы позволяют задействовать геотермальный потенциал приповерхностных слоев литосферы посредством теплонасосных установок.

- **Стабилизация вечномёрзлых грунтов в процессе возведения фундаментов.** Встроенные в тело свай термостабилизационные устройства обеспечивают принудительное охлаждение почвы, исключая ее деградацию и, как следствие, потерю несущей способности основания и разрушение конструкций.

## **Конструктивные особенности**

**Свайные элементы:** Как правило, используются заводские железобетонные изделия или стальные трубы, которые погружаются методом забивки или устанавливаются в предварительно пробуренные лидерные скважины.

**Опорные части:** На забитые сваи монтируются несущие конструкции (опоры), служащие ложем для труб. Материал опор подбирается с учетом высокой коррозионной стойкости.

**Трубная продукция:** Применяются трубы из углеродистой стали, полимерных материалов или композитных смесей, исходя из параметров транспортируемой среды и внешних условий.

## **Монтажные работы**

**Проектная подготовка:** Обязательным условием является проведение комплекса инженерно-геологических изысканий и детальная проработка проекта, учитывающая силовые воздействия, термический режим теплоносителя и специфику эксплуатации.

**Установка свайного поля:** Погружение ведется в строгом соответствии с проектом, с соблюдением нормативных допусков по глубине заложения и шагу между элементами.

**Укладка линейной части:** По завершении работ по устройству опорной системы производится монтаж теплопроводов, при этом особое внимание уделяется качеству теплоизоляционного покрытия для минимизации непроизводительных потерь энергии.

### **Изоляция и защитные мероприятия**

Для сокращения теплотерь трубопроводы покрываются эффективными изоляционными материалами. Кроме того, конструкция должна предусматривать барьеры, защищающие от случайных механических повреждений и электрохимической коррозии.

### **Регламент технического обслуживания**

Периодический мониторинг состояния трубопроводной системы и свайного основания является обязательным условием безаварийной работы. Осмотры включают проверку целостности изоляции, состояния опорных узлов и металла труб.

### **Финансово-экономическая составляющая**

Капитальные вложения в устройство теплотрассы на сваях могут превышать сметную стоимость традиционных методов укладки в траншею. Однако в условиях неблагоприятной геологии и плотной застройки данное техническое решение оказывается экономически более целесообразным и надежным в долгосрочной перспективе. Проектирование тепловых сетей на свайных опорах требует тщательного подхода и детальных расчетов для обеспечения эффективности и безопасности всей системы теплоснабжения.

### **Список литературы:**

1. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети»;
2. СП 315.1325800.2017 «Тепловые сети бесканальной прокладки»;
3. СП 341.1325800.2017 «Подземные инженерные коммуникации. Прокладка горизонтальным направленным бурением»;
4. Доклад о подготовке к отопительному сезону. [Электронный ресурс] [https://repair.sibgenco.ru/krasnoyarsk/remontj\\_razvitie\\_teplo/](https://repair.sibgenco.ru/krasnoyarsk/remontj_razvitie_teplo/);
5. Новиков И.Б. Особенности прокладки трубопроводов тепловых сетей в России - сегодняшние тенденции в повышении надежности теплоснабжения / Новиков И.Б. - Москва: Новости теплоснабжения, 2011- 130с.
6. И.Л. Москалёв, В.В. Литвак. Повреждаемость основных узлов сетей теплоснабжения городов Российской Федерации / И.Л. Москалёв, В.В. Литвак . - Томск: Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 2015 - 70 с.
7. Прокладка трубопровода. [Электронный ресурс] [https:// ru.wikipedia.org / wiki / Прокладка трубопровода/](https://ru.wikipedia.org/wiki/Прокладка_трубопровода/).

### **List of literature:**

1. SP 124.13330.2012 "Heating networks";
2. SP 315.1325800.2017 "Heating networks of ductless laying";
3. SP 341.1325800.2017 "Underground utilities. Laying by horizontal directional drilling";
4. Report on preparations for the heating season. [Electronic resource] [https://repair.sibgenco.ru/krasnoyarsk/remontj\\_razvitie\\_teplo/](https://repair.sibgenco.ru/krasnoyarsk/remontj_razvitie_teplo/);
5. Novikov I.B. Features of laying pipelines of heating networks in Russia - current trends in improving the reliability of heat supply / Novikov I.B. - Moscow: Heat Supply News, 2011- 130с.
6. I.L. Moskalev, V.V. Litvak. Damage to the main nodes of heat supply networks in cities of the Russian Federation / I.L. Moskalev, V.V. Litvak. Tomsk: Proceedings of Tomsk Polytechnic University. Georesource Engineering, 2015 - 70 p

. 7. Pipeline laying. [Electronic resource] [https:// ru.wikipedia.org / wiki / Laying the pipeline/](https://ru.wikipedia.org/wiki/Laying_the_pipeline/).