

УДК 536.24

ПОДЗЕМНАЯ КАНАЛЬНАЯ ПРОКЛАДКА ТРУБОПРОВОДА В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ

Голубева Е.А.

Научный руководитель – аспирант Казаков Р.В.

Сибирский федеральный университет

Тепловые сети подземной канальной прокладки являются основными элементами систем централизованного теплоснабжения.

С ростом благоустройства городов и сельских населенных пунктов, технического уровня современных промышленных предприятий, добычи полезных ископаемых непрерывно растет насыщенность их территорий различными трубопроводами. Для строительства, проектирования и эксплуатации городских и промышленных объектов требуются точные данные о размещении в плане с указанием их технических характеристик. Это вызывает необходимость проведения большого объема инженерно-геодезических работ по съемке и составлению планов подземных трубопроводов. Характер обустройства местности, где проложены трубопроводы, во многом определяет особенности их размещения и технологических связей. Наиболее полно использовано подземное пространство города в пределах территорий городских улиц. Здесь размещение подземных трубопроводов осуществлено при преимущественно минимальных расстояниях и плане между отдельными прокладками, а также между ними и зданиями, сооружениями, дорогами и т. д.

При подземной канальной прокладке применяются различные теплоизоляционные конструкции тепловых сетей для каналов с разными поперечными размерами воздушных прослоек между изоляционными конструкциями трубопроводов и строительными конструкциями каналов.

При устройстве современных систем водоснабжения и водоотведения прокладываются напорные и безнапорные (самотечные) трубопроводы из различных видов труб.

Перед укладкой трубопровода проверяют глубину и уклоны дна траншеи, а также крутизну откосов. Если траншея устроена с креплениями, то проверяют правильность их установки, обращая особое внимание на плотность прилегания щитов к стенкам траншей.

Необходимым условием для надежной эксплуатации трубопровода является укладка его на проектную отметку с обеспечением плотного его опирания на дно траншеи по всей длине, а также сохранность труб и их изоляции при укладке. Поэтому подготовке траншей к укладке труб следует уделять особое внимание. При прокладке трубопроводов в городских условиях траншею часто пересекают действующие подземные коммуникации (трубопроводы, кабели). Если они находятся ниже строящегося трубопровода, то это не осложняет его прокладку, а если выше, то необходимо принимать меры по заключению их в специальные короба с надежным креплением. Приямки в траншеях для заделки раструбных и муфтовых стыковых соединений, а также сварки неповоротных стыков стальных труб отрывают для труб диаметром до 300 мм непосредственно перед их укладкой, а для труб больших диаметров – за 1—2 дня до их укладки.

Трубопроводы в системах водоснабжения и водоотведения укладывают на естественное или искусственное основание.

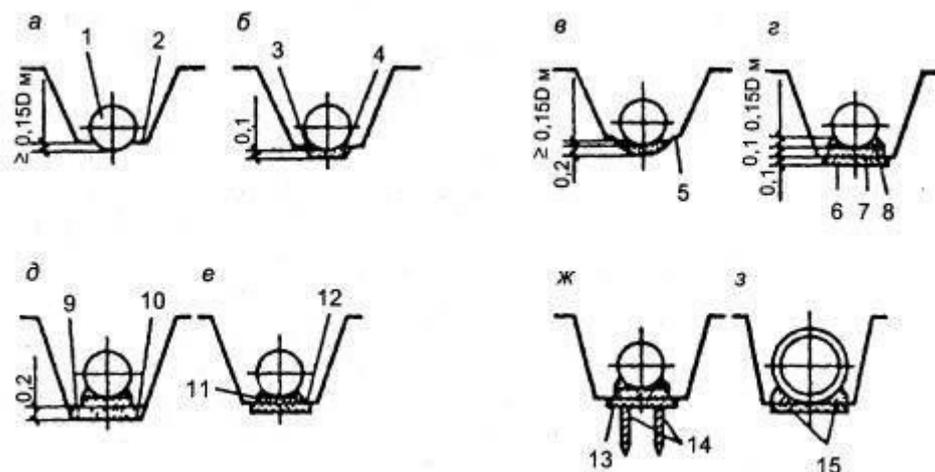


Рис.1. Типы оснований под трубопроводы:

1 — труба; 2 — дно траншеи; 3 — ложе; 4 — песчаная подушка; 5 — скальное основание; 6— толь; 7— бетонная плита; 8— монолитный бетон; 9— щебеночное основание; 10— дренаж; 11 — железобетонная плита; 12— бетонное основание; 13 — плита ростверка; 14 — железобетонные сваи; 15 — сборная плита

Одним из эффективных методов канальной прокладки трубопроводов является разработка американских ученых. Изобретение относится к области прокладки подземных трубопроводов, и в особенности трубопроводов пролегающих в областях, где главной движущей силой является пучение грунта.

Конструкции подземных трубопроводов в областях с постоянной и переменной мерзлотой должны соответствовать требованиям к конструкциям для трубопроводов теплых климатических зон. Такими требованиями являются: внутреннее давление, перепад температур, грунтовые условия и пр. В дополнение к этим требованиям, в холодных климатических условиях вечной мерзлоты, должны быть учтены: неравномерная осадка трубопровода, вследствие таяния; комплексное воздействие перепадами пучения; а так же такие глобальные воздействия как солифлюкция, оползание грунта и криотурбация. Эти условия становятся еще более критичными, в случае, когда трубопровод спроектирован для транспортировки природного газа под высоким давлением. Высокое давление требует нахождения трубопровода под землей. Как правило, в арктической и субарктической зонах, грунты крайне отличаются по составу, текстуре, влагосодержанию, и стабильности в условиях таяния. Так, грунты в высокой степени неодинаковы по критическим параметрам, определяющим устойчивость и несущую способность грунтовых масс, удерживающих конструкцию подземного трубопровода. Если трубопровод функционирует как холодное устройство в незамерзшем и неоднородном грунте, то имеет место перепад пучения грунта по причине возникновения асимметричных ледяных образований, появляющихся на трубе со временем. Если трубопровод функционирует как горячее устройство в областях с замерзшим грунтом, грунт может начать таять, что приведет к неравномерной осадке. Предельные условия возни-

кают на границе раздела между богатыми льдом замерзшими и незамерзшими грунтами. Эти неравномерные движения приводят к возникновению горизонтальных, вертикальных и поперечных напряжений, продольных напряжений и напряжений кручения на трубопроводе. Большая часть решений, направленных на устранение этих проблем, обращает внимание лишь на вертикальное пучение и вертикальные усадки грунта, вызывающие напряжение.

Например, одним из решений вертикального пучения грунта под холодным трубопроводом, является укладка под трубопроводом изоляции, а так же системы датчиков и регуляторов для поддержания равновесия под изолирующей прокладкой. Это решение было предложено в издании *Chilled gas pipeline-frost eave design*, Svec, O.J., in T.S. Vinson (ed) *The Northern Community: A search for a quality environment*, American Society of Civil Engineers Specially Conference, Seattle, Apr. 8-10, 1981, pp. 705-718. Предложенная система сложна, и требует как электроэнергии, так и системы датчиков для наблюдения за каждым участком грунта с отличными свойствами (чувствительности к пучению).

Настоящее изобретение преодолевает обозначенные проблемы. Оно удерживает грунт в стабильном состоянии путем окружения трубопровода материалом с незамерзающими компонентами, предотвращающими замерзание грунта. Труба окружена слоем спец.материала, желателен дробленого известняка, который имеет относительно низкую теплопроводность и низкий коэффициент теплового расширения. Твердый кальциево-магниевый ацетат (КМА) (в форме шариков), выступающий в качестве антифриза, для размещения в канале смешан с базовым материалом. Метод требует прокладки канала. Канал обычный. Затем в канале укладывается мембрана из геотекстильного материала, предотвращающая инфильтрацию жидкости в канал. Далее труба окружается смесью известняка с кальциево-магниевым ацетатом (КМА). Смесью засыпается до самого верха канала, где накрывается еще одной мембраной из геотекстильного материала, с целью полностью запаковать и изолировать канал. Этот верхний слой может быть засыпан грунтом для защиты мембраны. В этом случае трубопровод окружен материалом невосприимчивым к замерзанию. По сути, этот метод обеспечивает трубопроводу стабильную прослойку для предотвращения пучения.

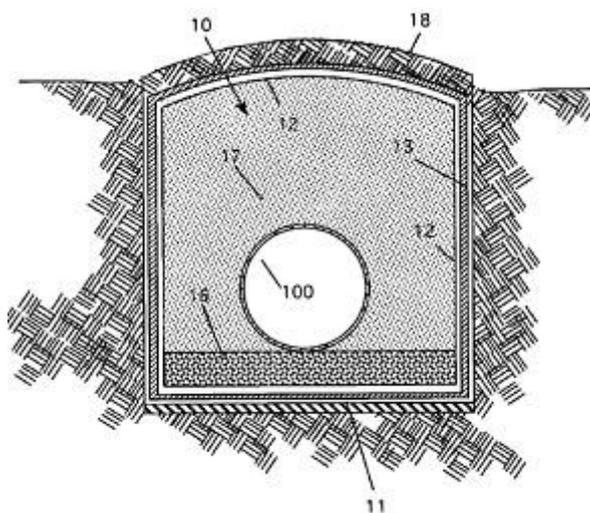


Рис. 2. Конструкторское решение, предотвращающее напряжения на охлажденном трубопроводе

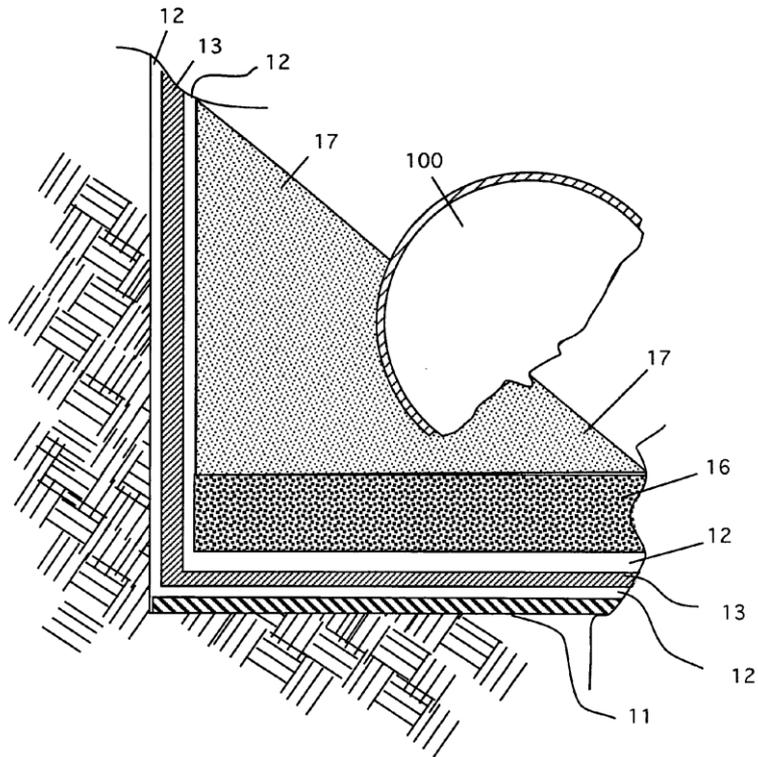


Рис. 3. Детальное изображение канала

На рисунке 2 показано конструкторское решение, обеспечивающее объем незамерзающего грунта вокруг подземного холодного трубопровода. Канал 10 обычный. Необязательный слой изоляции 11 может быть расположен внизу канала. Два слоя геотекстиля 12 с промежуточной непроницаемой мембраной 13 располагаются в канале в соответствии с рисунком (так же смотрите на рисунке 3). Подстилающий слой спец.материала 16 расположен внизу канала, труба 100 располагается на подстилающем материале 16. Дополнительно спец.материал, на ряду с кальциево-магниевым ацетатом (КМА) 17 присутствует в канале. Концентрация КМА достаточна для снижения температуры замерзания влаги в порах спец.материала, и дальнейшего снижения минимальной температуры холодного трубопровода. КМА может добавляться двумя способами. В предпочтительной модификации, КМА в виде шариков смешан с известняком. Шарика смешиваются с наполнителем любым простым известным способом. В качестве альтернативы, КМА может быть растворен в жидкость, которая впоследствии впрыскивается в наполнитель в нужной концентрации. Геотекстиль и непроницаемая мембрана запечатывают спец.материал с целью предотвращения инфильтрации подземных вод. Инфильтрация подземных вод в объемах от очень низкого до низкого не снижает эффективность конструкции. Затем сверху канала добавляется засыпка 18, теперь материал готов к восстановлению растительного покрова.

Метод подземной канальной прокладки имеет ряд преимуществ: решает проблемы вертикального пучения грунта, перепада пучения грунта, таяния грунта, возникновения горизонтальных, вертикальных и поперечных напряжений, продольных напряжений и напряжений кручения на трубопроводе. Обеспечивает не замерзание грунта вокруг трубопровода.