

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ, МОЛОДЕЖИ И СПОРТА
ХАРКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ
ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Л. В. Гапонова

КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

по дисциплине

**ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА И МОНТАЖА
СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ
И ВЕНТИЛЯЦИИ**

*(для студентов 4 курса дневной и заочной форм обучения,
слушателей второго высшего образования направления
(0921) 6.060101 «Строительство» специальности
7.092108(7.06010107) «Теплогазоснабжения и вентиляция»)*

Харьков – ХНАГХ – 2012

Гапонова Л. В. Конспект лекций по дисциплине «Технология строительного производства и монтажа систем теплогазоснабжения и вентиляции» (для студентов дневной и заочной форм обучения, слушателей второго высшего образования направления (0921) 6.060101 «Строительство» специальности 7.092108 (7.06010107) «Теплогазоснабжения и вентиляция») / Л. В. Гапонова; Харьк. нац. акад. гор. хоз-ва. – Х.: ХНАГХ, 2012. – 107 с.

Автор: Гапонова Л. В.

Рекомендовано кафедрой эксплуатации газовых и тепловых систем,
протокол № 1 от 7. 09. 2010 р.

© Л. В. Гапонова, ХНАГХ, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

СМ 1.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ.....	4
ТЕМА 1.1. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	4
ТЕМА 1.2. НОРМАТИВНАЯ И ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ.....	5
ТЕМА 1.3. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА. СОСТАВЛЕНИЕ ГРАФИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ.....	7
СМ 1.2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ.....	11
ТЕМА 2.1. СТРОИТЕЛЬСТВО НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ ТРУБОПРОВОДОВ.....	11
ТЕМА 2.2. БЕСТРАНШЕЙНАЯ ПРОКЛАДКА ТРУБ ПОД ДОРОГАМИ И ПРЕГРАДАМИ. СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ.....	19
ТЕМА 2.3. СТРОИТЕЛЬСТВО ТЕПЛОВЫХ СИСТЕМ.....	45
ТЕМА 2.4. БЕСТРАНШЕЙНАЯ РЕНОВАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.....	52
ТЕМА 2.5. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ.....	67
СМ 1.3. СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ....	71
ТЕМА 3.1. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СТАЛЬНОГО И ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ГАЗОПРОВОДОВ.....	71
ТЕМА 3.2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ.....	91
ТЕМА 3.3. МОНТАЖ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ.....	97
ТЕМА 3.4. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ТЕПЛОЗАЩИТЫ ЖИЛИЩНЫХ ЗДАНИЙ.....	99
ТЕМА 3.5. МОНТАЖ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ПРИЕМА ИХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ.....	102
ИСТОЧНИКИ.....	105

СМ 1.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВЛЕНИЮ НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

ТЕМА 1.1. ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Содержание строительных процессов:

- подготовительные;
- транспортные;
- заготовительные;
- монтажные.

При помощи заготовительного процесса объект обеспечивается полуфабрикатами, деталями и трубами.

Транспортные – доставка материалов на место проведения работ.

Подготовительные – обеспечивают эффективность монтажных работ.

Монтажные – обеспечивают производство работ на объекте.

Также процессы классифицируются по участию машин и механизмов при выполнении работ:

- механизированный – выполняется при помощи машин;
- полумеханизированный – характеризуется тем, что вместе со строительной техникой используется ручная работа.

Специализированные бригады организовываются при большом объеме работ с однородным процессом.

Комплексные – формируются при необходимости объединения.

2. Строительные нормы – регламентируют организацию и технологию строительного производства. Содержат указания и требования в технологии строительно-монтажных работ, их приема, безопасности проведения работ, определяют специфику производства работ в экстремальных условиях, а также указания к контролю качества.

Нормативным документом на базе которого составляются нормирование и оплата труда рабочих, занятых на строительномонтажных и ремонтномонтажных работ является ЕНиР.

В сборниках ЕНиР приведены нормы времени и расценки на основные части строительномонтажных работ, которые сгруппированы в каждом отдельном параграфе:

- наименование работ;
- характеристика машин;
- состав работ.

В числителе норма времени (H_{ep}), в знаменателе – расценка (P).

Норма времени – это количество рабочего времени необходимого для выполнения рабочим соответствующей квалификации объема работ в условиях объекта.

Норма машинного времени – это количество времени работы машины необходимое для проведения работ соответствующего качества на объекте.

Трудоемкость (чел./часы, маш./часы)

$$Q = H_{ep} \cdot V, \quad (1)$$

где V – объем выполненных работ.

ТЕМА 1.2. НОРМАТИВНАЯ И ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Технологическая карта, входящая в состав ППР (проект производства работ) разрабатывается на сложные виды работ и работы, выполняемые новыми методами.

Основное назначение – оказать помощь строителям и проектировщикам при разработке документации.

Различают три вида карт:

- типовые технологические – не привязаны к строящему объекту;

- типовые технологические привязаны к объекту, но не привязаны к местным условиям;

- рабочие технологические карты.

Технологическая карта состоит из:

1. Область применения – это условия выполнения строительного процесса, состав строительного процесса, номенклатура необходимых материалов.

2. Организация и технология выполнения строительного процесса – требования к завершенности предшествующих процессов, состав звеньев и состав рабочих, схемы складирования материалов и конструкций.

3. Требования к качеству приемки работ.

4. Калькуляция затрат труда, времени работы машин и заработная плата: перечень выполняемых работ и процессов с указанием объемов работ, нормы рабочего и машинного времени, заработной платы.

5. График производства работ.

6. Материально-технические ресурсы.

7. Техника безопасности.

8. Техничко-экономические показатели.

Карта трудового процесса состоит из:

1. Назначение и эффективность применения.

2. Исполнители и орудия труда.

3. Подготовка процесса и условия его выполнения.

4. Технология и организация процесса.

5. Приемы труда.

ТЕМА 1.3. ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА. СОСТАВЛЕНИЕ ГРАФИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

Календарный план строительства газопровода является главным документом проекта производства работ. От правильности составления календарного плана производства работ зависят все остальные разделы проекта.

Выбор метода производства работ является основным вопросом при календарном планировании, от которого, в конечном счете, зависит продолжительность и технико-экономические показатели строительства.

Поточный метод строительства - это совмещенный метод, при котором увязка отдельных процессов во времени производится по определенным закономерностям:

- каждый процесс выполняет специализированная бригада или звено;
- общий фронт работ разбивается на ряд отдельных участков, захватки;
- работа по каждому процессу потока выполняется бригадами постоянного состава;
- работа организуется таким образом, что в любой данный момент времени на данной захватке выполняется только один любой процесс.

Основная цель разработки календарного плана установить оптимальные сроки производства работ, увязать их во времени с таким расчетом, чтобы сократить общий срок строительства объекта в целом по сравнению с нормативным сроком.

Последовательность выполнения работ на объекте устанавливается исходя из требований технологии строительно-монтажного производства. Весь процесс строительства разделяют на основные этапы:

- подготовительный период;
- строительные виды работ;
- сварочные работы;
- монтажные работы;
- специальные работы.

Для каждого этапа работ определяют состав ведущих работ, т.е. работ имеющих значительные объемы. Выполнение работ подготовительного периода совмещают со строительными видами работ. Сварочные работы совмещают с монтажными работами. К специальным работам относятся испытания газопровода на прочность и герметичность.

Временные здания и сооружения для обслуживания строительства следует предусматривать в минимальном объеме. Административно-хозяйственные здания и сооружения предназначаются для размещения контор производителей работ проходных, всякого рода складов.

Здания для бытового обслуживания работников строительства служат для размещения гардеробных, уборных, душевых, пунктов питания.

1.3.1. Порядок разработки календарного графика:

1. Составляем перечень (номенклатуру) работ;
2. В соответствии с перечнем по каждому виду работ определяем их объем;
3. Производим выбор методов производства основных работ и ведущих машин;
4. Рассчитываем нормативную машино- и трудоемкость;
5. Определяем состав бригады и звеньев;
6. Выявляем технологическую последовательность выполнения работ;
7. Устанавливаем сменность работ;
8. Определяем продолжительность отдельных работ и их совмещение между собой; одновременно по этим данным корректируем число исполнителей и сменность;
9. На основе этих данных разрабатываем график движения рабочих.

Перечень работ заполняется в технологической последовательности выполнения с группировкой и по видам и периодам работ.

При группировке необходимо придерживаться определенных правил:

1. Следует по возможности объединять, укрупнять работы с тем, чтобы график был лаконичным и удобным для чтения.

2. В то же время укрупнение работ имеет предел в виде двух ограничений: нельзя объединять работы, выполняемые разными исполнителями (бригадами или звеньями), а в комплексе работ, выполняемых одним исполнителем, необходимо выделить и показать отдельно ту часть работ, которая открывает фронт для работы, следующей бригады.

Таким образом, укрупнение перечня работ ограничено факторами технологическими - последовательностью процессов и организационными - распределением работ по исполнителям.

Объемы работ определяют из ведомости объемов работ. Объемы работ следует выдерживать в единицах, принятых в ЕниР. «Единичные нормы и расценки».

Трудоемкость принимают из калькуляции.

Число смен работы при использовании основных машин принимают не менее 2. Работы без применения машин как правило, должны вестись только в одну смену.

Расчет состава бригады производится в определенной последовательности:

- 1) намечается комплекс работ, поручаемых бригаде укрупненный процесс;
- 2) по трудоемкостям укрупненных монтажных процессов устанавливают продолжительность ведущего процесса;
- 3) рассчитывают численный состав звеньев и бригады.

Количественный состав бригады определяется на основе затрат труда на работах, порученных бригаде, Q_p (чел.дн) и продолжительности выполнения укрупненного монтажного процесса T (дн) по формуле:

$$n_{зс} = \frac{Q_p}{T}, \text{ чел} \quad (2)$$

Трудоемкость с учетом процента перевыполнения определяется путем умножения продолжительности выполнения укрупненного монтажного процесса и количественного состава бригады.

График производства работ – правая часть календарного графика наглядно отображает ход работ во времени, последовательность и увязку работ между собой. Календарные сроки выполнения отдельных работ устанавливают из условия соблюдения строгой технологической последовательности с учетом необходимости в минимально возможный срок предоставить фронт для осуществления последующих работ.

Составление графика следует начинать с первого укрупненного монтажного процесса, откладывая его продолжительность в днях. Далее, выбирая продолжительность захватки, откладываем продолжительность укрупненного процесса и т.д.

1.3.2. График движения рабочей силы

На основании календарного плана составляем график движения рабочей силы. Для этого по оси ординат откладываем количество рабочих, а по оси абсцисс - продолжительность монтажа в днях. Площадь под графиком размечаем в зависимости от специальностей рабочих.

В графике движения рабочих не должно быть провалов. График показывает распределение рабочих по объекту.

Далее рассчитываем коэффициент неравномерности рабочих на данном строительном объекте по формуле:

$$K_n = \frac{R_{cp}}{R_{max}}, \quad (3)$$

где R_{max} - максимальное число рабочих, чел;

R_{cp} - среднее число рабочих, чел.

$$R_{cp} = \frac{\Sigma Q}{T}, \text{ чел} \quad (4)$$

где ΣQ - суммарная трудоемкость, чел.дн;

T - суммарная продолжительность строительства данного объекта.

СМ 1.2. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ.

ТЕМА 2.1. СТРОИТЕЛЬСТВО НАРУЖНЫХ СЕТЕЙ

ТРУБОПРОВОДОВ

2.1.1. Строительство надземных переходов

Проект производства работ и технологическая карта по сооружению надземных переходов через судоходные водные препятствия, оросительные каналы, железнодорожные и автомобильные дороги строительная организация согласовывает с соответствующими эксплуатирующими организациями.

Монтаж узлов кранов и задвижек, как правило, производится из укрупненных заготовок, сваренных, закодированных и предварительно испытанных в базовых условиях, так как при отказе во время испытания всего трубопровода приходится опорожнять весь трубопровод, что приводит к удорожанию работ. Комплекс работ по компоновке узлов кранов или задвижек выполняется в следующем порядке:

- разработка котлована;
- планировка дна, подсыпка под фундамент и ее трамбовка;
- укладка фундаментных плит;
- транспортировка монтажных заготовок к месту установки крановых узлов и задвижек;
- сборка узла из заготовок в котловане;
- контроль сварных стыков;
- изоляция стыков;
- гидравлическое испытание кранового узла (задвижки);
- присоединение кранового узла (задвижки) к нити трубопровода.

Основной составляющей магистрального трубопровода является часть, представляющая собой непрерывную нить, сваренную из отдельных труб и уложенную по трассе подземно, наземно или надземно. При этом применяются трубы длиной 12,18 и 24 м. Чем длиннее применяемая труба,

тем меньше количество сварных стыков и, следовательно, выше надежность трубопровода. Способ прокладки трубопровода – подземный, наземный или надземный, зависит от географических, геологических, гидрогеологических и климатических условий. Наряду с участками, обладающими большой несущей способностью, по трассе встречаются участки с грунтами малой несущей способности (болотистые участки, обводненные участки, участки с многолетнемерзлыми грунтами). Кроме того, трубопровод пересекает множество рек, ручьев, озер, железных и автомобильных дорог, каналов. Поэтому применяются различные способы прокладки с целью обеспечения устойчивости трубопровода и удешевления строительства.

2.1.2. Подземный способ прокладки трубопровода

Подземный способ прокладки трубопровода является наиболее распространенным. При этом заглубление трубопровода до верха трубы принимается 0,6-1,1 м в зависимости от диаметра трубопровода и грунтовых условий. Это диктуется необходимостью исключения повреждения трубопровода от проезжающей техники и при выполнении сельскохозяйственных работ на пахотных землях. Минимальное заглубление 0,6 м разрешается на заболоченных участках, где движение техники или транспортных средств исключается.

2.1.2. Наземный способ прокладки трубопровода

Наземный способ прокладки трубопровода предполагает укладку трубопровода на дневной поверхности земли или выше на грунтовых подушках или сплошной подсыпке с последующей обваловкой привозным или местным грунтом. Высота обваловки от верхней образующей трубы должна быть 0,8-1,0 м в зависимости от диаметра трубопровода. Такой способ прокладки применяется в основном на заболоченных участках и многолетнемерзлых грунтах, крайне редко, так как требует выполнения дорогостоящих грунтотранспортных работ, открытия специальных карьеров грунта, закрепления откосов обваловки против эрозии, рекультивации

карьеров. Кроме того, обваловка препятствует естественным потокам поверхностных вод, миграции диких животных.

2.1.3. Особенности прокладки трубопровода

Надземная прокладка трубопровода предусматривает сооружение его над земной поверхностью на опорных устройствах различного рода. В качестве опорных устройств используются железобетонные или металлические сваи, на которые непосредственно укладывается трубопровод; или на сваи сначала укладываются несущие балки, а затем сверху трубопровод (по типу моста). Используются также висячие на тросах конструкции (по типу висячих мостов). Надземная прокладка в основном применяется на пересечениях рек, озер, глубоких оврагов и каньонов с целью снижения объемов земляных работ и исключения повреждения трубопровода водотоками.

Прокладка трубопровода на сваях без дополнительных пролетных строений, когда используется несущая способность трубы (так называемые «балочные переходы»), широко применяется на многолетнемерзлых грунтах. Дело в том, что в таких грунтах газопровод, благодаря наличию высокой температуры, воздействует на мерзлые грунты, они начинают таять, в результате чего трубопровод теряет устойчивость, возникают разрывы. А нефтепровод прокладывают на многолетнемерзлых грунтах надземно для того, чтобы избежать остывания нефти от воздействия мерзлых грунтов, в результате которого нефть загустевает и ее перекачка затрудняется. При надземной прокладке нефтепровода трубы покрывают тепловой изоляцией, а иногда осуществляют попутный подогрев (с помощью электрического кабеля) для поддержания температуры нефти.

Подводная прокладка трубопровода производится при эксплуатации морских месторождений нефти и газа, все более удаленных от суши. Подводные трубопроводные системы являются эффективными средствами

транспорта при освоении нефтегазовых ресурсов континентального шельфа морей и океанов.

На надземных трубопроводах монтируют через определенные расстояния компенсаторы (искривленные участки), которые «гасят» продольные перемещения трубопровода от воздействия переменной атмосферной температуры, что позволяет избежать возникновения опасных напряжений в стенках труб.

При параллельной прокладке нескольких трубопроводов в общем техническом коридоре между нитками выдерживается безопасное расстояние, величина которого зависит от способа прокладки трубопровода, назначения трубопровода и диаметра трубопровода и колеблется от 5 м до 100 м. Не допускается прокладка магистральных трубопроводов в тоннелях железных и автомобильных дорог, совместно в тоннелях с электрическими кабелями связи, а также по мостам железных и автомобильных дорог, за исключением газопроводов диаметром до 1000 мм с рабочим давлением 2,5 МПа (25 кгс/см²) и нефтепроводов диаметром 500 мм и менее.

Безопасные минимальные расстояния от оси трубопровода до зданий и сооружений изменяются в широком диапазоне – от 25 м до 350 м и зависят от назначения трубопровода, его диаметра и вида здания и сооружения.

К конструктивным элементам трубопровода предъявляются следующие требования:

- толщина стенки труб подбирается расчетом; при этом основными параметрами, определяющими толщину стенки труб, являются рабочее давление, диаметр трубопровода, прочность стали труб (нормативное сопротивление растяжению или сжатию); толщина стенки труб по трассе все время меняется в зависимости от категории участков;
- минимальный радиус изгиба трубопровода определяется исходя из условия прохождения очистных и диагностических устройств и составляет не менее пяти его диаметров;

- длина патрубков («катушек»), ввариваемых в трубопровод при соединении уложенных плетей в нитку или при ремонте поврежденных участков, составляет не менее 250 мм;

- запорная арматура устанавливается на расстоянии, определяемом расчетом, но не более 30 км. Кроме того, запорная арматура устанавливается на обоих берегах водных преград, в начале трубопроводов-отводов, на ответвлениях к ГРС, по обеим сторонам автомобильных мостов, на обоих берегах болот III типа протяженностью свыше 500 м;

- для контроля наличия конденсата и выпуска его из газопровода устанавливаются конденсатосборники;

- параллельно прокладываемые трубопроводы одного назначения связываются между собой перемычками для обеспечения совместной работы (для перепуска продукта в случае остановки какой-либо нитки).

При взаимном пересечении трубопроводов расстояние между ними принимается не менее 350 мм, а пересечение выполняется под углом не менее 60°. Норма просвета между пересекаемыми трубопровода диктуется возможностью обеспечения ремонтных работ при эксплуатации.

При прокладке трубопровода в скальных и каменистых грунтах, мерзлых грунтах предусматривается его защита от механических повреждений: обсыпка из мягкого грунта, защитные обертки из прочных материалов и др. Во избежание всплытия трубопровода диаметром 80 мм и более применяется балластировка из железобетонных и бетонных грузов, полимерно-грунтовых контейнеров или закрепления трубопровода на дне траншеи анкерными установками. На проектных уклонах трассы крутизной свыше 20% устраиваются противоуклонные экраны и перемычки из глинистых грунтов, каменных или полимерно-грунтовых контейнеров (мешки с песком), на поперечных уклонах трубопровод прокладывается на полках, устраиваемых путем срезки грунта. При этом на крутых косогорах (поперечный уклон свыше 35°) для удержания срезанного грунта

устраиваются подпорные стены. В ряде случаев во избежание срезки грунтов а также во избежание свода леса трубопроводы прокладывают в тоннелях. При этом диаметр в тоннелях принимается из расчета доступа во внутрь ремонтной бригады и эксплуатационного персонала. В последнее время трубопроводы в тоннелях начали прокладывать и на пересечениях через реки.

При прокладке трубопровода в сейсмических районах применяют реальные решения, позволяющие избежать разрыв трубопровода: стенки трубопровода, по возможности обход косогорных участков, 100%-й контроль качества физическими методами сварных изделий, установка компенсаторов на входах трубопровода в здания и др.), подсыпка и присыпка трубопровода крупнозернистым песком или торфом, применение надземной прокладки с установкой демпферов в пролетах, установка автоматически срабатывающей запорной арматуры, установка автоматической системы контроля положения трубопровода, установка сейсмометрических станций для записи колебаний трубопровода и окружающего грунта и др.

Конструкция переходов трубопроводов через естественные и искусственные преграды несколько сложнее. На переходах через водные преграды применяются следующие технические решения:

- величина заглубления в дно водных преград выбирается с учетом возможных деформаций русла и перспективных дноуглубительных работ;
- переходы нефтепровода и нефтепродуктопровода прокладываются ниже по течению от мостов, пристаней, гидротехнических сооружений и других аналогичных объектов;
- расстояния между осями трубопровода на переходах увеличиваются;
- запорная арматура на обоих берегах размещается за пределами границ водоразлива;

- склоны берега вдоль трубопровода закрепляются специальными конструкциями (железобетонными решетками, георешетками, гравийной наброской и др.);

- на больших водоемах (шириной более 75 м) прокладывается резервная нитка;

- на обоих берегах судоходных рек и каналов устанавливаются сигнальные знаки.

На пересечениях с железными и автомобильными дорогами применяются следующие технические решения:

- угол пересечения трубопровода с железными и автомобильными дорогами должен быть, как правило, 90° (с целью снижения поражающего эффекта);

- трубопровод на переходе прокладывается в защитном кожухе («труба в трубе»); защитный кожух предохраняет трубопровод от воздействия движущихся по дороге транспортных средств и в случае разрыва трубопровода под дорогой отводит вытекающий продукт подальше от дороги;

- трубопровод в кожухе опирается на опорные кольца, изготавливаемые из диэлектрических материалов, что позволяет исключить электрический контакт между трубопроводом и кожухом и, следовательно, электрохимическую коррозию;

- на концах кожуха устанавливаются герметизаторы межтрубного пространства; отвод газа (при утечке) осуществляется через свечку, а нефти и нефтепродуктов – через патрубки, которые привариваются к одному концу кожуха.

Трубопроводы, проложенные подземно, наземно или надземно защищаются от коррозии комплексно: защитными покрытиями и средствами электрохимической защиты. Защитные покрытия наносятся на трубы в заводских условиях, на базах или на трассе. В последнее время все большее

применение находят трубы с заводским противокоррозионным покрытием, так как они наносятся в горячем состоянии гарантируют высокое качество, в то время как на трассе покрытия наносятся в основном в холодном состоянии и не часто обеспечивается требуемое качество.

В зависимости от конкретных условий прокладки и эксплуатации трубопроводов применяются два этапа защитных покрытий: усиленный и нормальный, которые отличаются толщиной и количеством слоев покрытия, а также марками применяемых материалов. Усиленный тип покрытий применяется на трубопроводах диаметром 1020 мм в более засоленных грунтах, на болотах, на поливных землях, на пешеходных переходах, на переходах через автомобильные и железные дороги, на участках с температурой трубы $+ 40^{\circ}\text{C}$ и выше. Во всех остальных случаях применяются покрытия нормального типа.

Надземные трубопроводы защищают от атмосферной коррозии лакокрасочными, стеклоэмалевыми, металлическими покрытиями. Металлические опоры и другие металлические конструкции трубопроводов так же защищаются покрытиями от коррозии; кроме того, на них устанавливаются средства электрохимической защиты.

В многолетнемерзлых грунтах также применяется комплексная защита трубопроводов. Но если температура стенок трубопровода и грунта вокруг него в процессе эксплуатации не превышает -5°C , то электрохимическая защита не используется.

ТЕМА 2.2. БЕСТРАНШЕЙНАЯ ПРОКЛАДКА ТРУБ ПОД ДОРОГАМИ И ПРЕГРАДАМИ.

СПОСОБЫ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДОВ

2.2.1 Надземные и наземные газопроводы

Надземные газопроводы следует прокладывать на отдельно стоящих опорах, этажерках и колоннах из негорючих материалов или по стенам зданий.

При этом разрешается прокладка:

- на отдельно стоящих опорах, колоннах, эстакадах и этажерках - газопроводов всех давлений;

- по стенам производственных зданий с помещениями, относящимися по пожарной опасности к категориям Г и Д - газопроводов давлением до 0,6 МПа;

- по стенам общественных и жилых зданий не ниже III степени огнестойкости - газопроводов давлением до 0,3 МПа;

- по стенам общественных зданий и жилых зданий IV-V степени огнестойкости - газопроводов низкого давления с условным диаметром труб, не более 50 мм. Высоту прокладки газопроводов по стенам жилых и общественных зданий следует принимать по согласованию с эксплуатирующей организацией.

Запрещается прокладка транзитных газопроводов:

- по стенам зданий детских учреждений, больниц, санаториев, учебных заведений, зданий культурно-зрелищных, досуговых и культовых учреждений - газопроводов всех давлений;

- по стенам жилых зданий - газопроводов среднего и высокого давления.

В обоснованных случаях допускается прокладка транзитных газопроводов среднего давления диаметром до 100 мм по стенам только одного жилого здания не ниже III степени огнестойкости.

Запрещается прокладка газопроводов всех давлений по зданиям со стенами из панелей с металлической обшивкой и горючим утеплителем и по стенам зданий относящимся по взрывопожарной опасности к категориям А, Б и В. Соединение подземных стальных газопроводов-вводов со стояком немного (цокольного) ввода должно быть сварным с применением гнутых или круто изогнутых отводов. Сварные стыковые соединения на участках подземных газопроводов-вводов должны быть проверены неразрушающими методами контроля.

На вводах снаружи зданий (на стояках надземного ввода) должны быть установлены стальные пробки диаметром условного прохода 20-25мм.

Газопроводы высокого давления до 0,6 МПа разрешается прокладывать по глухим стенам, над окнами и дверными проемами одноэтажных и над окнами верхних этажей производственных зданий с помещениями, относящимися по пожарной опасности к категориям Г и Д и сблокированных с ними вспомогательных зданий, а также зданий отдельно стоящих котельных.

В производственных зданиях допускается прокладка газопроводов низкого и среднего давлений вдоль переплетов неоткрывающихся окон и пересечение указанными газопроводами световых проемов, заполненных стеклоблоками.

Расстояния между проложенными по стенам зданий газопроводами и другими инженерными сетями следует принимать в соответствии с требованиями, предъявляемыми к прокладке газопроводов внутри помещений.

Не допускается предусматривать разъемные соединения и запорную арматуру на газопроводах под оконными проемами и балконами жилых и общественных зданий.

Надземные и наземные газопроводы, а также подземные газопроводы на участках, примыкающих к местам входа и выхода из земли, следует

проектировать с учетом продольных деформаций по возможным температурным воздействиям.

Высоту прокладки надземных газопроводов следует принимать в соответствии с требованиями СНиП II-89.

На свободной территории вне проезда транспорта и прохода людей допускается прокладка газопроводов на низких опорах на высоте не менее 0,5 м при условии прокладки одной или двух труб на опоре. При прокладке на опорах больше двух труб высоту опор следует принимать с учетом возможности монтажа, осмотра и ремонта газопроводов во время эксплуатации.

Газопроводы в местах входов и выходов из земли следует заключать в футляры, надземная часть которых должна быть не менее 0,5 м. Конец надземных частей футляров должен быть уплотнен битумом, для предотвращения попадания атмосферных осадков в межтрубное пространство.

В местах, где исключена возможность механических повреждений газопроводов, установка футляров не обязательна.

В этих случаях надземные участки газопроводов следует покрыть защитным изоляционным покрытием весьма усиленного типа на высоту 0,5 м над уровнем земли.

Газопроводы, транспортирующие неосушенный газ, следует прокладывать с уклоном не менее 3‰, с установкой в низших точках устройств для удаления конденсата (дренажные штуцера с запорным устройством). Для указанных газопроводов следует предусматривать тепловую изоляцию.

Расстояния по горизонтали в свету от надземных газопроводов, проложенных на опорах, и наземных (без обвалования) до зданий и сооружений следует принимать не менее значений, указанных в таблице 2.

Таблица 2 – Расстояния по горизонтали в свету от надземных газопроводов, проложенных на опорах, и наземных (без обвалования) до зданий

Здания и сооружения	Расстояния в свету, м, до зданий и сооружений от проложенных на опорах надземных газопроводов и наземных (без обвалования) давления			
	низкого (до 0,005 МПа)	среднего (от 0,005 до 0,300 МПа)	высокого (от 0,3 до 0,6 МПа)	высокого (от 0,6 до 1,2 МПа)
1.Производственные здания промышленных предприятий и здания сельскохозяйственных предприятий, складские здания, котельные категорий А и Б	5	5	5	10
2.То же категорий В, Г и Д	-	-	-	-
3.Жилые, общественные, административные и бытовые здания I-III, IIIа степени огнестойкости	-	-	5	10
4.То же IV, IVа и V степени огнестойкости	-	5	5	10
5. Открытые надземные склады:				
а) легковоспламеняющихся жидкостей емкостью, м ³				
- более 1000 до 2000	30	30	30	30
- более 600 до 1000	24	24	24	24
- более 300 до 600	18	18	18	18
- менее 300	12	12	12	12
б) горючих жидкостей емкостью, м ³ :	30	30	30	30
- более 5000 до 10000	24	24	24	24
- более 3000 до 5000	18	18	18	18
- более 1500 до 3000	12	12	12	12
- менее 1500				
6.Закрытые склады легковоспламеняющихся и горючих жидкостей	10	10	10	10
7.Железнодорожные и трамвайные пути (до ближайшего рельса)	3	3	3	3
8. Подземные инженерные сети: водопровод, канализация, тепловые сети, телефонная канализация, электрические кабельные блоки (от края фундамента опоры газопровода)	1	1	1	1
9. Автодороги (от бордюрного камня, внешней бровки кювета или подошвы насыпи дороги)				
10. Ограда открытого распределительного устройства и открытой подстанции	1,5	1,5	1,5	1,5
	10	10	10	10

Расстояние между надземными газопроводами и другими инженерными коммуникациями надземной и наземной прокладки следует принимать с учетом возможности монтажа, осмотра и ремонта каждого из трубопроводов, но не менее диаметра прокладываемой трубы.

При прокладке газопроводов на опорах совместно с трубопроводами, по которым транспортируются коррозионно-активные жидкости, газопроводы должны прокладываться сбоку или выше этих трубопроводов на расстояние не менее 250 мм.

При наличии на трубопроводах с коррозионно-активными жидкостями фланцевых соединений обязательно устройство защитных козырьков, предотвращающих попадания этих жидкостей на газопроводы.

При совместной прокладке нескольких надземных газопроводов допускается крепление к газопроводу других газопроводов, если несущая способность газопроводов и опорных конструкций позволяет это сделать. Возможность такого крепления должна определяться проектной организацией.

Кронштейны должны привариваться к кольцевым ребрам или косынкам, которые приварены к газопроводам, имеющим стенки толщиной не менее 6 мм.

Косынки или кольцевые ребра могут привариваться к газопроводам, принятым в эксплуатацию только организацией, эксплуатирующей данный газопровод.

Совместную прокладку газопроводов с электрическими кабелями и проводами, в том числе предназначенными для обслуживания газопроводов (силовыми, для сигнализации, диспетчеризации, управления задвижками), следует предусматривать согласно с требованиями ПУЭ.

Допускается предусматривать прокладку газопроводов по негорючим покрытиям зданий I и II степеней огнестойкости, где

расположены помещения с производствами, относящиеся по пожарной опасности к категориям Г и Д.

Газопроводы, при прокладке по покрытиям зданий, должны размещаться на опорах, высота которых обеспечивает удобство монтажа и эксплуатации газопровода, но не менее 0,5 м.

Для обслуживания арматуры, размещенной на газопроводах, должны предусматриваться площадки из негорючих материалов с лестницами.

Газопровод не должен ухудшать условий вентиляции и освещения зданий, имеющих на крышах фонари.

Прокладка газопроводов по железнодорожным мостам не допускается. Прокладку газопроводов по автомобильным мостам следует предусматривать согласно с требованиями СНиП при этом прокладку газопроводов следует осуществлять в местах, исключающих возможность скопления газа (в случае его утечки) в конструкциях моста.

Газопроводы, проложенные по металлическим и железобетонным мостам, а также по другим сооружениям, должны быть электрически изолированы от металлических и железобетонных частей этих сооружений.

2.2.2. Пересечения газопроводами водных преград

Переходы газопроводов через реки могут предусматриваться подводными (дюкерами) или надводными (по мостам, на отдельно стоящих опорах, вантовыми, балочными и другими).

Подводные переходы газопроводов через водные преграды следует предусматривать на основании данных инженерно-гидрометеорологических, инженерно-геологических и инженерно-геодезических изысканий.

Створы подводных переходов через реки следует предусматривать на прямолинейных устойчивых плесовых участках с пологими неразмываемыми берегами русла при минимальной ширине заливаемой поймы. Створы подводных переходов следует предусматривать

перпендикулярно динамическим осям потоков. Участков, сложенных скальными грунтами, следует избегать.

Подводные переходы газопроводов при ширине водных преград при меженном горизонте 75 м и более следует предусматривать в две нитки с пропускной способностью каждой по 0,75 расчетного расхода газа. Допускается не предусматривать вторую (резервную) нитку газопровода при прокладке:

- закольцованных газопроводов, если при отключении подводного перехода обеспечивается бесперебойное снабжение газом потребителей;
- тупиковых газопроводов к промышленным потребителям, если данные потребители могут перейти на другой вид топлива на период ремонта подводного газопровода.

При пересечении водных преград шириной менее 75 м газопроводами, предназначенными для газоснабжения потребителей, не допускающих перерывов в подаче газа, или при ширине заливаемой поймы более 500 м по уровню горизонта высоких вод (ГВВ) при десятипроцентной обеспеченности и продолжительности затопления паводковыми водами более 20 дней, а также горных рек и водных преград с неустойчивым дном и берегами допускается прокладка второй (резервной) нитки.

Минимальные расстояния по горизонтали от мостов до подводных стальных и полиэтиленовых газопроводов и надводных стальных, прокладываемых на отдельно-стоящих опорах (вантовые, блочные и т.п.) следует принимать в соответствии с табл. 3.

**Таблица 3 – Минимальные расстояния по горизонтали от мостов до
подводных стальных и полиэтиленовых газопроводов**

Водные преграды	Тип моста	Расстояния по горизонтали			
		выше моста по течению		ниже моста по течению	
		от надводного газопровода	от подводного газопровода	от надводного газопровода	от подводного газопровода
Судоходные замерзающие	Всех типов	300	300	50	50
Судоходные незамерзающие	Тоже	50	50	50	50
Несудоходные замерзающие	многопроектные	300	300	50	50
Несудоходные незамерзающие	Тоже	20	20	20	20
Несудоходные для газопроводов давления: - низкого	одно- и двухпролетные	2	20	2	10
- среднего и высокого	То же	5	20	5	20

На подводных переходах газопроводов следует применять:

- стальные трубы с толщиной стенки на 2 мм больше расчетной, но не менее 5 мм;
- полиэтиленовые трубы и соединительные детали с коэффициентом запаса прочности не менее 3,15.

Для стальных газопроводов диаметром менее 250 мм допускается увеличивать толщину стенок труб для обеспечения отрицательной плавучести.

Границами подводного перехода газопровода, определяющими его длину, следует считать участок, ограниченный ГВВ не ниже отметок десятипроцентной обеспеченности. Запорную арматуру следует размещать вне границ подводного перехода.

Расстояния между осями параллельных газопроводов на подводных переходах следует принимать не менее 30 м.

На несудоходных реках с руслами, не подверженными размыву, а также при пересечении водных преград в пределах населенных пунктов допускается предусматривать укладку двух газопроводов в одну траншею. Расстояние между газопроводами в свету в этом случае должно быть не менее 0,5 м.

При прокладке газопроводов на пойменных участках расстояние между газопроводами допускается принимать таким же, как для линейной части газопровода.

Прокладку газопроводов на подводных переходах следует предусматривать с заглублением в дно пересекаемых водных преград. Проектную отметку верха забалластированного газопровода следует принимать на 0,5 м, а на переходах через судоходные и сплавные реки на 1 м ниже прогнозируемого профиля дна, определяемого с учетом возможного размыва русла в течение 25 лет после окончания строительства дюкера.

На подводных переходах через несудоходные и несплавные водные преграды, а также в скальных грунтах допускается уменьшение глубины укладки газопроводов, но верх забалластированных газопроводов во всех случаях должен быть ниже отметки возможного размыва дна водоема на расчетный срок эксплуатации газопровода.

Ширину траншей по дну следует принимать в зависимости от методов ее разработки и типа грунтов, режима водной преграды и необходимости проведения водолазного обследования.

Крутизну откосов подводных траншей необходимо принимать в соответствии с требованиями СНиП.

Для подводных газопроводов следует выполнять расчеты против их всплытия (на устойчивость).

Выталкивающую силу воды q_v , Н/м, приходящуюся на единицу длины полностью погруженного в воду газопровода при отсутствии течения воды, следует определять по формуле

$$q_v = \pi D_{\text{ни}}^2 / 4 * \gamma_v * g, \quad (5)$$

где $D_{\text{ни}}$ - наружные диаметры труб газопроводов (для стального газопровода с учетом изоляционного покрытия и футеровки), м;

γ_v - плотность воды с учетом растворенных в ней солей, кг/м³;

g - ускорение свободного падения - 9,81 м/с².

На обоих берегах судоходных и лесосплавных водных преград следует предусматривать опознавательные знаки установленных образцов. На границах подводных переходов необходимо предусматривать установку постоянных реперов: при ширине преграды при меженном горизонте до 75 м - на одном берегу, при большей ширине - на обоих берегах.

Высоту прокладки надводных переходов стальных газопроводов следует принимать (от низа трубы или пролетного строения):

- при пересечении несудоходных, несплавных рек, оврагов и балок, где возможен ледоход, - не менее 0,2 м над уровнем ГВВ при двухпроцентной обеспеченности и от наивысшего горизонта ледохода, а при наличии на этих реках корчехода - не менее 1 м над уровнем ГВВ при однопроцентной обеспеченности;

- при пересечении судоходных и сплавных рек - не менее значений, установленных нормами проектирования мостовых переходов на судоходных реках.

Пересечение газопроводом водных преград могут предусмотреть:

- подводными (дюкерами);
- надводными по мостам на отдельно стоящих опорах;
- вантовыми, палочными.

Подводные преграды газопроводов следует предусмотреть на основании данных инженерной гидрометеорологических и инженерно-геодезических изысканиях.

Переходы газопроводов всех давлений через реки располагают как правило ниже по течению от мостов. При расположении перехода выше от мостов расстояние 300 м может быть уменьшено по согласованию с органами ответственными за ведение ледовзрывных работ.

Для подводных газопроводов следует выполнять расчеты против их всплытия на устойчивость.

Выталкивающая сила воды приходится на 1 единицу времени полностью погруженного в воду газопровода и определяется по формуле:

$$g_{\text{в}} = \frac{\pi D_{\text{нд}}^{\alpha}}{4 \cdot \gamma_{\text{в}} \cdot g}, \quad (6)$$

где $D_{\text{нд}}$ – наружный диаметр труб газопровода (для стального газопровода с учетом изоляционного покрытия и футеровки); $\gamma_{\text{в}}$ – плотность воды с учетом растворенных в них солей.

Переходы через реки должны по возможности проектироваться на прямолинейных участках параллельно оси потока в местах с минимальными глубиной и шириной русла, положительными берегами, не подвергающиеся подмываниям и оползням.

Дюкера укладываются на глубину не менее 1 м на судоходных реках и 0,5 м на не судоходных, считая от уровня возможного размыва в русле реки.

Ширина траншеи по дну в зависимости от методов разработки, но во всех случаях она должна быть на 1 м больше чем диаметр газопровода с грузами.

Прокладка газопровода на переходах через реки может производиться методом протаскивания, свободного погружения и секционным способом.

В работы по сооружению подводных переходов входит:

- устройство подводных береговых траншей;
- сборка;
- сварка;
- гидроизоляция труб;
- балансировка;
- укладка;
- засыпка.

2.2.3. Пересечения газопроводами железнодорожных и трамвайных путей, автомобильных дорог

Пересечения газопроводами железнодорожных путей и автомобильных дорог следует предусматривать в местах прохождения их по насыпям или в местах с нулевыми отметками и в исключительных случаях, при соответствующем обосновании, в выемках.

Пересечение газопроводов с указанными сооружениями следует предусматривать под углом 90° . Допускается в стесненных условиях в обоснованных случаях уменьшать угол пересечений до 60° .

При невозможности выполнения такого требования, необходимо согласовать угол пересечения с организацией, которой подчинены эти сооружения и организацией эксплуатирующей газопроводы.

Прокладка газопроводов в теле насыпи не допускается.

Способы и сроки производства работ по строительству переходов через указанные выше сооружения должны быть согласованы с организациями, эксплуатирующими эти сооружения и указываются в проекте.

Минимальные расстояния от подземных газопроводов в местах их пересечения с железными дорогами, трамвайными путями и автомобильными дорогами следует принимать:

- до мостов, труб, тоннелей, пешеходных мостов и тоннелей железных дорог общей сети, трамвайных путей и автомобильных дорог I-III категорий – 30 м, а для железных дорог промышленных предприятий, автомобильных дорог IV-V категорий - 15 м;
- до стрелок (начало остряков, хвоста крестовин); 3 м для трамвайных путей и 10 м для железных дорог;
- до опор контактной сети – 3 м.

Уменьшение указанных расстояний допускается по согласованию с организациями, которым подчинены пересекаемые сооружения. Необходимость установки опознавательных столбиков (знаков) и их оформление на переходах газопроводов через железные дороги общей сети решается по согласованию с эксплуатирующими их организациями.

Прокладку подземных газопроводов всех давлений в местах пересечений с железнодорожными и трамвайными путями и автомобильными дорогами I, II и III категорий, а также магистральными дорогами и улицами в черте городов, магистральными улицами районного значения следует предусматривать в стальных футлярах.

Необходимость устройства футляров на газопроводах при пересечении железных дорог промышленных предприятий, дорог местного значения, сельских дорог, а также улиц в населенных пунктах определяется проектной организацией.

На полиэтиленовых газопроводах, прокладываемых открытым способом, при пересечении сельских дорог и улиц в поселках и селах устройство футляров не требуется.

Допускается, в случае необходимости (кроме пересечений, указанных в первом абзаце), предусматривать неметаллические футляры из асбестоцементных, полиэтиленовых и железобетонных труб.

Концы футляров должны быть уплотнены. На одном конце футляра следует предусматривать контрольную трубку, выходящую под защитное устройство, а на межпоселковых газопроводах, при пересечении железных дорог общей сети вытяжную свечу диаметром 50 мм, высотой 5 м над уровнем земли, с устройством для отбора проб, выведенную на расстоянии не менее 50 м от края земляного полотна (крайнего рельса).

В пространстве между газопроводом и футляром допускается прокладка эксплуатационного кабеля связи, телемеханики, телефона,

дренажного кабеля электрозащиты, предназначенных для обслуживания системы газоснабжения.

Концы футляра следует выводить на расстояния не менее, м:

- от крайнего водоотводного сооружения земляного полотна (кювета, канавы, резерва) железной дороги - 3;
- от крайнего рельса железной дороги общей сети - 10, а от железных дорог промышленных предприятий - 3;
- от крайнего рельса трамвайного пути - 2;
- от края проезжей части улиц - 2;
- от края проезжей части автомобильных дорог - 3,5.

Во всех случаях концы футляров должны быть выведены за пределы подошвы насыпи на расстояние не менее 2м.

Глубину укладки газопроводов под железными и трамвайными путями и автомобильными дорогами следует принимать в зависимости от способов производства строительных работ и типа грунтов с целью обеспечения безопасности движения.

Минимальную глубину укладки газопроводов до верха футляров от подошвы рельса или верха покрытия на нулевых отметках и выемках, а при наличии насыпи, от подошвы насыпи, следует предусматривать, м:

- под железными дорогами общей сети - 2,0 (от дна водоотводных сооружений - 1,5), а при производстве работ методом прокола - 2,5;
- под трамвайными путями, железными дорогами промышленных предприятий и автомобильными дорогами при производстве работ:
 - открытым способом - 1,0;
 - методом продавливания, горизонтального бурения или щитовой проходки - 1,5;
 - методом прокола - 2,5.

При этом на пересечениях железных дорог общей сети глубина укладки газопроводов на участках за пределами футляров на расстояниях 50 м в обе стороны от земляного полотна должна приниматься не менее 2,1 м от поверхности земли до верха газопроводов.

На пересечении железных дорог общей сети необходимо:

- для стальных газопроводов принимать толщину стенок труб на 2-3 мм больше расчетной;
- для полиэтиленовых газопроводов применять трубы с коэффициентом прочности - 2,8.

Высоту прокладки надземных стальных газопроводов в местах пересечения железных дорог, трамвайных путей, автомобильных дорог следует принимать в соответствии с требованиями СНиП II-89.

Минимальные расстояния (в свету) между футлярами, м, которые прокладываются в одном месте закрытым способом (без разрытия), определяют по формуле:

$$B = 1 + 0,015L, \quad (7)$$

B - расстояние между футлярами в свету, м;

L - длина футляра, м.

Расстояние между футлярами должно быть не менее 1,5 м в свету.

Подземные переходы под дорогами. Способы и сроки производства работ по сооружению переходов под автомобильными и железными дорогами согласовывают с эксплуатирующими эти дороги организациями. На строительство таких пересечений разрабатывается отдельный проект производства работ (ППР) или технологическая карта.

В зависимости от интенсивности движения, категоричности дорог, диаметра трубопровода, методов производства работ, грунтовых условий укладка трубопроводов может осуществляться следующими способами:

- открытым, при котором трубопровод с защитным футляром (кожухом) или без него укладывается в траншею, устроенную в насыпи дороги;
- закрытым, при котором для укладки футляра (кожуха) через дороги применяются методы бестраншейной проходки.

Открытый способ используется при отсутствии защитного футляра (кожуха) или тогда, когда есть возможность временно прекратить движение транспорта и устроить временные объезды. На дорогах с низкой интенсивностью движения, если возможно выбрать период («окно») отсутствия движения транспорта, допускается не устраивать объезд. При открытом способе работы выполняются в следующем порядке:

- планировка площадок, доставка труб, машин и другого оборудования;
- сварка кожуха (футляра) и трубной (рабочей) плети;
- изоляция кожуха и плети;
- оснащение плети опорными устройствами;
- насадка кожуха на плеть;
- разборка покрытия дороги (рельсового пути);
- разработка траншеи на переходе;
- укладка плети с кожухом в траншею;
- засыпка траншеи с послойной трамбовкой грунта в пазухах траншеи;
- испытание плети;
- восстановление твердого покрытия дороги (или рельсового пути);
- приварка вытяжных свечей (сливных патрубков);
- вварка плети в общую нитку трубопровода;
- установка герметизирующих сальников на кожухе;
- испытание плети совместно с прилегающими участками.

Большой интерес представляет *закрытый способ* (бестраншейная проходка), который может применяться без ограничений, т. е. независимо от категории дорог, интенсивности движения транспорта, категории грунтов и диаметра трубопровода. При закрытом способе работы выполняются в следующем порядке:

- планировка площадок, доставка труб, машин и другого оборудования;
- сварка кожуха (футляра) и трубной плети, разработка рабочего и приемного котлованов, изоляция кожуха (футляра);
- прокладка кожуха (футляра) под насыпью и наращивание его до проектной длины, изоляция плети;
- оснащение плети опорно-центрирующими устройствами и оголовником;
- очистка полости кожуха (футляра), шлифовка заусенцев и других неровностей на кольцевых стыках;
- протаскивание плети через кожух;
- контроль электроизоляции «кожух-плеть»;
- предварительное испытание плети;
- вварка плети в общую нитку трубопровода;
- установка герметизирующих манжет и испытание герметичности межтрубного пространства;
- приварка свечей (сливных патрубков);
- засыпка трубопровода на участках, выступающих за полотно дороги;
- испытание плети совместно с прилегающими участками.

При закрытом способе прокладки кожухов (футляров) применяют три способа проходки: прокалывание, горизонтальное бурение и подливание.

Прокалывание (прокол) рекомендуется применять в мягких грунтах для трубопроводов малых диаметров (до 300 мм). К этому методу следует обращаться при неглубоком заложении (менее 2 м) кожуха во избежание

образования вертикального выпора фунта и нарушения полотна дороги. Прокалывание, как правило, осуществляется при наличии статического силового воздействия (гидродомкратами).

Горизонтальное бурение рекомендуется применять для трубопроводов средних и больших диаметров (530-1420 мм) в грунтах I-IV категории. Проходка скважины ведется установками горизонтального бурения. Этот метод не следует использовать на слабых (водонасыщенных и сыпучих) грунтах во избежание просадки дорожного покрытия, так как грунт насыпи может «утекать» через кожух.

Продавливание является наиболее универсальным способом прокладки кожухов и наилучшим образом обеспечивает сохранность дорожных насыпи и полотна. В случае «утечки» грунта применяют затвор в кожухе. Как правило, продавливание кожухов осуществляется гидродомкратами.

Переходы через подземные и наземные коммуникации. Разработка траншеи на пересечениях через подземные коммуникации (трубопроводы, кабельные линии связи и электропередачи) производится при наличии письменного разрешения организации, эксплуатирующей эти коммуникации, и в присутствии ответственных представителей строительной и эксплуатирующей организаций.

Укладка трубопровода на переходе через подземные коммуникации производится продольным перемещением в траншее под коммуникациями предварительно заизолированной трубной плети.

Переходы через овраги, балки и малые водотоки. Ввиду сложности и ответственности переходов трубопроводов через овраги, балки и малые водотоки, когда профиль трассы имеет сложную конфигурацию, их строительство выполняется по индивидуальному чертежу. В рабочих чертежах отметки поверхности земли и дна траншеи указывают через каждые 2-5 м.

В проекте производства работ на вышеуказанные переходы разрабатывают отдельные технологические карты на следующие виды работ: разработка траншеи, монтаж трубной плети (с указанием мест экологических захлестов и последовательности их сборки и сварки, укладка плети; балластировка; засыпка, а в ряде случаев и испытание.

Строительство переходов необходимо вести, как правило, без среза грунта на строительной полосе (во избежание эрозии грунтов). Это достигается путем тщательного «вписания» трубопровода в рельеф местности за счет вставки кривых колен и применения специальных способов производства работ (протаскивание плетей на крутых склонах, сварка одиночных труб в траншее, использование индивидуальных технологических схем, якорение машин и т. д.).

2.2.4. Схемы бестраншейной прокладки трубопроводов

Метод прокола применяется для труб диаметром 400 мм в грунтах I-й и III-й группы и глинистых грунтах IV-й группы без твердых включений.

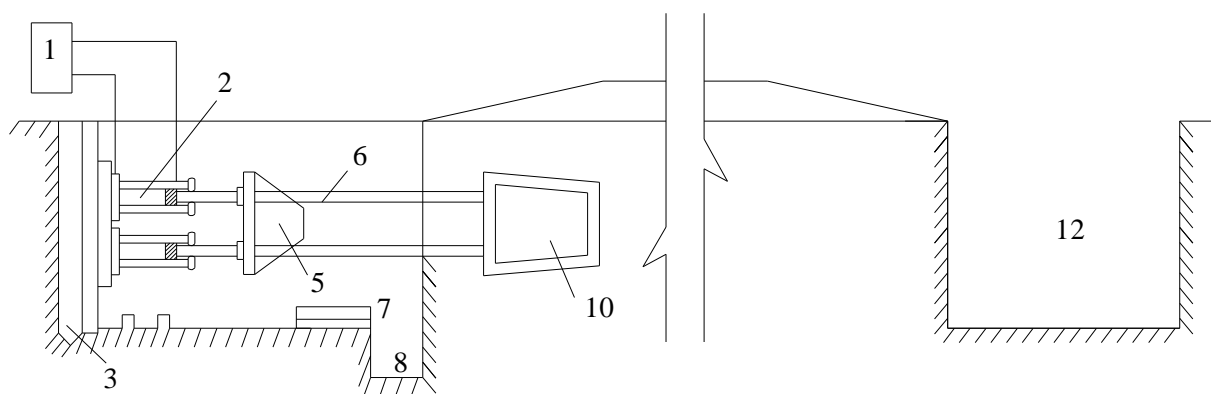


Рис. 3 - Схема бестраншейной прокладки газопровода методом прокола:

1 – насос высокого давления; 2 – гидравлический домкрат; 3 – ударная стенка со стальной стеной; 5 – нажимной патрубок; 6 – футляр; 7 – направляющие конструкции (рама); 8 – прямой для сварки; 10 – наконечник (конус) для прокола; 12 – приемный котлован

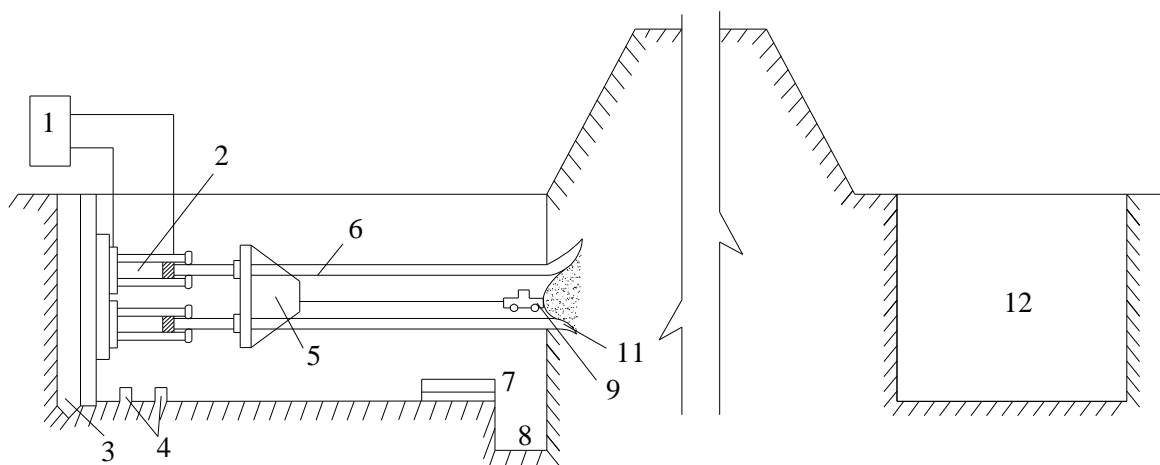


Рис. 4 - Схема безтраншейной прокладки газопровода методом продавливания:

4 – опорные конструкции домкратов; 9 – тележка для выгрузки разрабатываемого грунта; 11 – нота для продавливания диаметром 800-1400 мм в любых грунтах за исключением скальных

2.2.5. Сооружения на газопроводах

Колодцы для размещения отключающих устройств на газопроводах следует предусматривать из негорючих, влагостойких и биостойких материалов. Конструкцию и материал колодцев следует принимать из условия исключения проникания в них грунтовых вод.

Наружную поверхность стенок колодцев необходимо предусматривать гладкой, оштукатуренной и покрытой гидроизоляционными материалами.

В местах проходов газопроводов через стенки колодцев следует предусматривать футляры. На подземных межпоселковых газопроводах и газопроводах вне застраиваемых участков населенных пунктов для определения местоположения газопроводов следует устанавливать ориентирные столбики с табличками-указателями, а для стальных газопроводов также надземные контрольно-измерительные пункты для контроля за коррозионным состоянием газопроводов. Стойки ориентирных столбиков и контрольно-измерительных пунктов должны быть из негорючих материалов, высотой не менее 1м и установлены на бетонном основании.

Для защиты от механических повреждений контрольных трубок, контактных выводов контрольно-измерительных пунктов, водоотводящих

трубок конденсатосборников, гидрозатворов и арматуры следует предусматривать коверы, которые необходимо устанавливать на бетонные, железобетонные или другие основания, обеспечивающие устойчивость и исключающие их просадку.

В местах пересечения подземными газопроводами воздушных линий электропередачи (далее - ЛЭП) установка на газопроводах отключающих устройства в колодцах конденсатосборников и других устройств допускается по обе стороны от места пересечения на расстоянии от крайних проводов ЛЭП напряжением, м:

- более 1 до 35 кВ - не ближе 5;
- более 35 кВ - не ближе 10.

При подходах подземных газопроводов к стенам зданий (при устройстве вводов) у стен зданий над газопроводами-вводами для возможности своевременного обнаружения утечек газа из подземных газопроводов должна предусматриваться установка КТ.

Установку КТ необходимо выполнять согласно проекту с соблюдением технологии их монтажа.

2.2.6. Защита от коррозии

Подземные стальные газопроводы и резервуары СУГ следует защищать от почвенной коррозии и коррозии блуждающими токами в соответствии с требованиями ГОСТ.

Подземные газопроводы должны иметь защитное изоляционное покрытие весьма усиленного типа. На подземных газопроводах следует предусматривать установку конструктивных элементов защиты: контрольно-измерительных пунктов (далее - КИП), продольных и поперечных электроуравнивающих перемычек, изолирующих фланцевых соединений (далее - ИФС).

КИП следует устанавливать с интервалом не более, м:

- на газопроводах, проложенных на территории городов, имеющих

источники блуждающих токов - 100, не имеющих источников блуждающих токов –150;

- на газопроводах, проложенных на территории поселков и сел - 200;

- на газопроводах, проложенных вне территории населенных пунктов на прямолинейных участках - 500, а также на поворотах газопроводов под углом 45-135 ° и в местах разветвлений;

- в местах максимального сближения газопроводов с источниками блуждающих токов (тяговые подстанции, отсасывающие пункты, путевые дросселя, рельсы);

- в местах пересечения газопроводов с рельсовыми путями электрифицированного транспорта (при пересечении более двух рельсовых путей - по обе стороны пересечения);

- при переходе газопроводов через водные преграды шириной более 75 м – на одном берегу.

Необходимость установки КИП в местах пересечения газопроводов между собой и с другими подземными металлическими инженерными сетями (кроме силовых кабелей) решается проектной организацией в зависимости от коррозионных условий.

На территориях с усовершенствованными дорожными покрытиями КИП следует выводить под ковер. При отсутствии усовершенствованного дорожного покрытия КИП устанавливается в стойках с выносом их за полосу движения.

Для измерения защитных электропотенциалов распределительных газопроводов допускается использовать газопроводные вводы, протяженность которых (от места врезки в распределительный газопровод до отключающего устройства на стене здания) не превышает 15 м.

При подземных переходах газопроводов в стальных футлярах, в местах пересечения железных дорог общей сети и автомобильных дорог I и II категорий, на футлярах должно предусматриваться защитное покрытие

весьма усиленного типа и электрохимическая защита.

При бестраншейной прокладке для защиты футляров рекомендуются весьма усиленные защитные покрытия с повышенными физико-химическими свойствами (термоусадочная лента «Термизол», эпоксидно-перхлорвиниловая изоляция и др.).

В случаях пересечения, по согласованию эксплуатирующих дорожных организаций, газопроводами автодорог и улиц в населенных пунктах бестраншейным способом, где установка футляров на газопроводах нормативами не требуется, и футляр является только средством сохранения изоляционного покрытия газопровода, изоляция и электрозащита футляров не требуется.

Для устранения неконтролируемых контактов газопроводов с землей через металлические конструкции здания и инженерные сети ИФС следует предусматривать:

- на надземной части подъемов и спусков газопроводов на жилых, общественных и промышленных зданиях, а также на опорах, мостах и эстакадах;

Резервуары СУГ следует защищать от коррозии:

- подземные - в соответствии с требованиями ГОСТ 9.602 и инструкции 3.03329031.008;
- надземные - покрытием, состоящим из двух слоев грунтовки и двух слоев краски, лака или эмали типа «Полипромсинтез», предназначенных для наружных работ при расчетной температуре наружного воздуха в районе строительства.

2.2.7. Расчет прокладки газопровода через реку

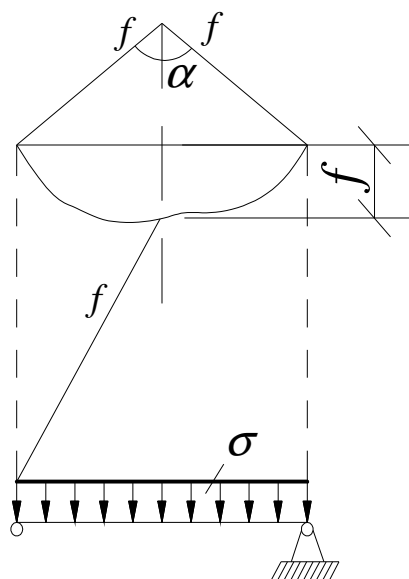


Рис. 5 - Расчетная схема прокладки газопровода водных преград

Допустимый радиус упругого изгиба газопровода вертикальной плоскости под действием собственного веса при вогнутом рельефе принимают по максимальному значению определяют по формулам:

$$\rho = \frac{E \cdot D_n}{200 \cdot R_{\alpha}^n \cdot K_n}, \quad (8)$$

$$\rho \geq 3600 \cdot \sqrt{D_n^2 \cdot \frac{1 - \cos \frac{\alpha}{2}}{\alpha_1^n}}, \quad (9)$$

где ρ – допустимый радиус упругого изгиба газопровода вертикальной плоскости; E – модуль упругости для стали равняется $2,1 \cdot 10^6$ кгс/см²; D_n – наружный диаметр газопровода, см; R_{α}^n – нормальное сопротивление металла труб, кгс/см²; K_n – коэффициент поворота газопровода; α – угол поворота газопровода вертикальной плоскости.

Для придания газопровода отрицательной плавучести производится их балансировка, то есть способ предотвращения всплытия газопровода выбирается на основе сравнения технико-экономических показателей различных вариантов:

- сплошное обетонирование труб;

- величина пригрузки, то есть вес балласта под водой определяется без учета веса грунта над трубой.

При прямолинейном профиле траншеи вне зоны размыва:

$$B = K_B \cdot \gamma_B \cdot V_B \quad (10)$$

γ_B – масса балласта.

При возможности выноса грунта из подводной траншеи

$$B_{B.Г.} = 0,03 \cdot \gamma_B \cdot v_D^2 \cdot D_T \cdot \quad (11)$$

При укладке газопровода на дно без заглубления

$$B_{дон} = 0,1 \cdot \gamma_B \cdot v_D^2 \cdot D_T \cdot \quad (12)$$

Расчетный вес балласта в воздухе:

$$B' = B \cdot \frac{\gamma_B}{\gamma_B - \gamma_B} \cdot \quad (13)$$

Расстояние между грузами

$$l_{mp} = \frac{f_{mp.ср} \cdot (\gamma_{ср.ср} \cdot \gamma_B)}{B_B \cdot \gamma_{ср.ср}}, \quad (14)$$

где B – масса балласта под водой, кг;

B_B – полная величина пригрузки с учетом дополнительных пригрузок (если они необходимы), кг;

γ_B – объемная масса воды с учетом осевших твердых частиц (определяется в период паводка), кг/м³;

v_D – объем воды вытесненный одним метром газопровода с

$\gamma_{ср.ср}$ – расчетная масса одного метра газопровода, кг;

K_B – коэффициент устойчивости, 1,15-1,2;

v_D – скорость потока в паводок, м/с;

D_T – проекция одного погонного метра на вертикальную плоскость, м²;

$\gamma_{ср.ср}$ – средняя фактическая объемная масса груза;

$\gamma_{ср.ср}$ – средняя фактическая объемная масса груза;

f – радиус поворота дна траншеи;

α – угол поворота траншеи.

Глубину прокладки газопровода следует принимать:

- для стальных не менее 0,8 м;
- допускается принимать глубину прокладки до 0,6 м в местах где исключается движение транспорта;
- для полиэтиленовых не менее 1 м;
- при прокладке под проезжей частью дорог и уличных проездов глубину прокладки принимают не менее 1,2 м.

Монтаж газопровода-ввода

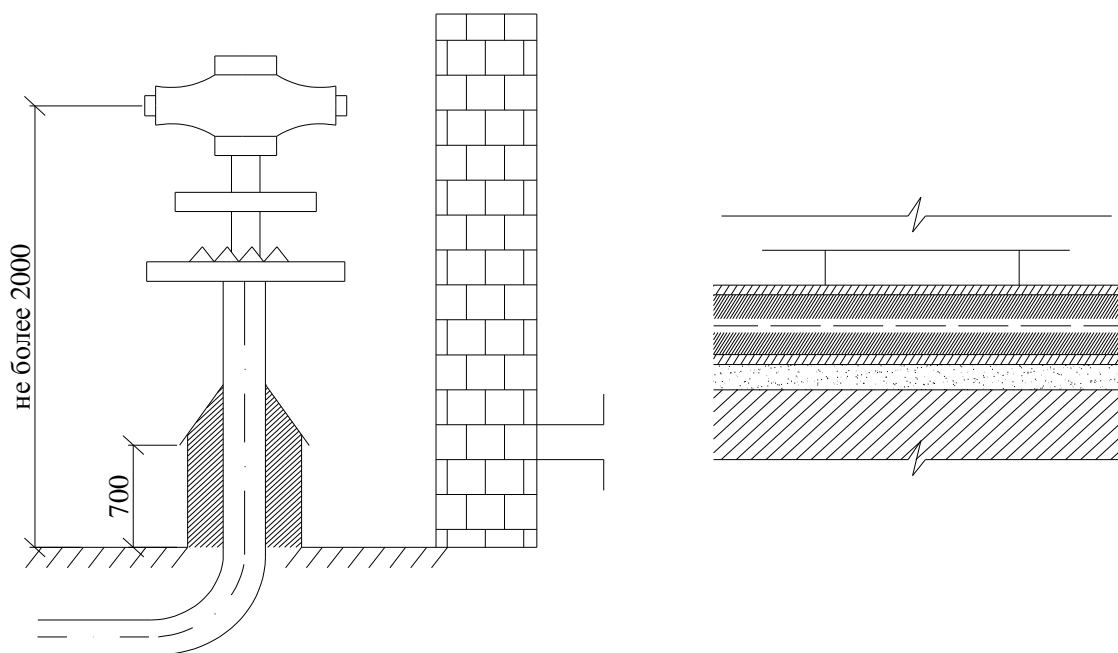


Рис. 6 - Настенный ввод газопровода

Монтаж настенного газопровода-ввода производится:

- а) на кирпичной стене со шкафом, установленным на фундамент;
 - б) на деревянной стене с подвесным шкафом;
 - в) стальной футляр на вводе.
- 1 – контактные скобы для замера потенциала;
2 – металлический футляр;
3 – деревянный короб;
4 – промасленная пакля;
5 – промасленная пенька
- а) открытый способ
 - б) в штробе.

ТЕМА 2.3. СТРОИТЕЛЬСТВО ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

2.3.1. Бесканальная прокладка тепловых систем

Строительство тепловых сетей включает следующие основные процессы:

- разбивка трассы;
- транспортировка труб и фасонных изделий заводского изготовления;
- земляные работы;
- раскладка теплопроводов;
- проверка состояния изоляции;
- сварка теплопроводов;
- устройство неподвижных опор;
- монтаж труб;
- монтаж комплексационных устройств;
- изоляция стыков;
- монтаж сигнальной системы, оперативного дистанционного управления, изоляции;
- предварительный пуск теплопровода и заварка стартовых компенсаторов;
- изоляция стыков на стартовых компенсаторах;
- сдача системы.

При бесканальной прокладке (рис. 6) должны быть выполнены следующие требования:

- разработка траншей производится с недобором 0,1-0,15 м по глубине;
- зачистка дна производится вручную;
- должно быть осуществлено устройство:
 - а) приемников не менее 1 м в каждую сторону от теплопровода для установки осевых компенсаторов, арматуры, отводов и не менее 2 м для установки стартовых компенсаторов;

б) устройство расширенной траншеи для установки демпферных подушек, устройство камер и дренажных систем;

в) должно быть обеспечено достаточное пространство для укладки, поддержки и сборки труб на заданной глубине, а также для удобства уплотнения материала при обратной засыпке вокруг теплопровода.

Наименьшую ширину траншеи по дну при 2-х трубной бесканальной прокладке тепловых сетей следует принимать для труб:

d – до 250 мм $2d + a + 0,6$ м

d – до 500 мм $2d + a + 0,8$ м

d – до 250 мм $2d + a + 1$ м

d – наружный диаметр оболочки теплоизоляции (м);

a – расстояние в свету между оболочками теплоизоляции труб.

Размеры прямков под сварку и изоляцию стыков труб следует принимать:

- ширина: $2d + a + 1,2$ м;

- длина: 1,2 м для сварного стыка с термоусадочным полотном;
2 м для стыка с муфтами;

- глубина траншеи для труб: до 219 мм – 0,3 м; 273 мм и более – 0,4 м.

При бетонном основании или опасности подтопления во время монтажа в траншеях трубы диаметром до 400 мм необходимо укладывать на подушки из песка, обеспечив расстояние 200 мм от оболочки трубы до бетонной поверхности, при диаметре более 400 мм – на расстоянии 300 мм.

Укладка должна производиться на предварительно утрамбованное основание из песка с коэффициентом 0,98. При высоком уровне стояния грунтовых вод (выше глубины дна траншеи) в период строительства должна откачиваться вода и для этого устанавливаются дренажные системы.

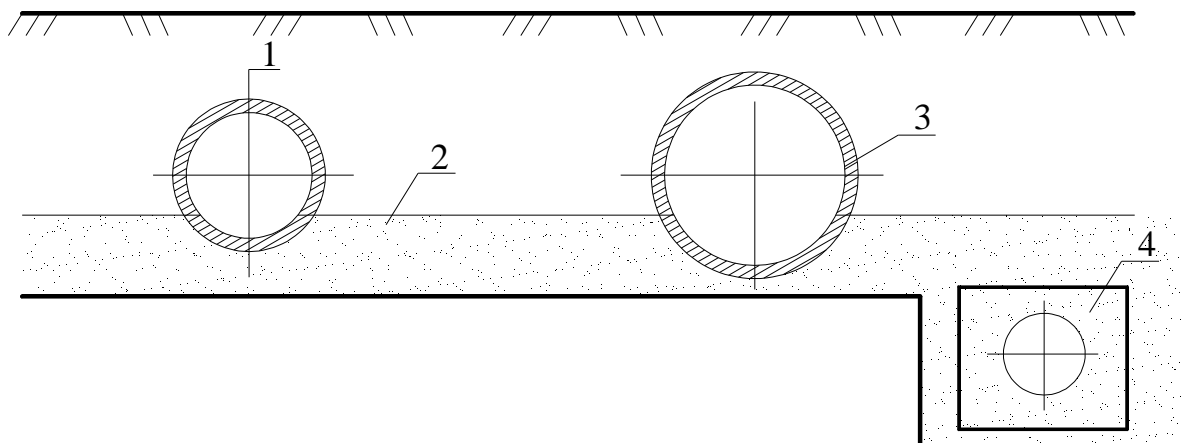


Рис.6 – Бесканальная прокладка трубопроводов:

*1 – обратный трубопровод; 2 – песчаная подготовка;
3 – подающий трубопровод; 4 – дренажный*

Перед монтажом участка трубопровода проводится проверка состояния изоляции напряжением 500 Вт. Перед монтажом все элементы подвергают тщательному осмотру с целью обнаружения трещин, сколов, надрезов полиэтиленовой оболочки. Монтаж должен производиться при положительной температуре наружного воздуха, при температуре -15°C – монтаж не рекомендуется. Сварка производится после укладки труб в траншею.

При проведении сварочных работ на теплопроводе необходимо исключить вероятность нагрева пенополиуретановой изоляции свыше 175°C , необходимо тщательно очистить поверхность, удалить с грунта на рабочем месте сварщика остатки пенополиуретана.

Тепловая изоляция теплопроводов выполняется минераловатными изделиями, пенополиуретановыми скорлупами. При авторском и техническом надзоре за строительством бесканальной прокладки необходимо обращать внимание:

- на качество труб и деталей;
- на качественную сварку труб;
- на правильную настройку и установку пусковых компенсаторов;
- на температуру предварительного нагрева;

- на сжатие стартового компенсатора по меткам на корпусе компенсатора.

До устройства изоляции необходимо выполнить следующие работы:

- очистить поверхность от грязи, ржавчины и окалины;
- просушить газовой горелкой защитив торцы изоляции;
- нанести на стык антикоррозионную мастику.

Испытание теплопроводов выполняют следующим образом:

- проверка чистоты трубопроводной системы;
- предварительное гидравлическое испытание на прочность;
- испытание стыков изоляции труб;
- испытание сигнальной системы;
- гидравлическое испытание на прочность и плотность теплопроводов.

Для гидравлического испытания применяется вода от +5 до +40⁰С.

Каждый испытательный участок герметически заваривается с 2-х сторон задвижками.

В состав приемочной комиссии следует включить представителей проектной организации; дополнительно к обязательному перечню актов приемки тепловых сетей комиссии должны быть представлены следующие документы:

- акт на фиксацию стартовых компенсаторов;
- акт предварительного нагрева участка тепловых сетей с указанием температуры нагрева и температуры наружного воздуха;
- акт приемки стартовых сифонных компенсаторов.

2.3.2. Канальная прокладка систем теплоснабжения.

До начала строительства производится разбивка на местности в соответствии с координатами нанесения на плане тепловой магистрали.

Граница рытья траншей ниш, котлованов фундаментов должны быть размечены разбивочными временными колышками через 20-25 м. При ведении земляных работ во избежание поврежденных существующих

коммуникаций должны быть вызваны представители кабельных сетей, телефонных узлов, водопровода, канализации, управление движением автобусов, трамваев.

При производстве работ необходимо сохранить нормальное движение транспорта и пешеходов.

По окончании геодезической разбивки устанавливается ограждение, производится очистка территории, строительство временных сооружений, после получения разрешается рубка деревьев, кустарников, перенос строений, расположенных на трассе, снятие дорожного покрытия.

При прокладке тепловых сетей на внегородских территориях устраиваются временные дороги шириной 3,5-4 м из железобетонных дорожных плит. До начала строительства на трасу заводят инвентарные передвижные вагончики для ИТРовцев, приема пищи и хранения рабочего инвентаря.

После разбивки трассы, разборки дорожных покрытий, установки ограждений и сигнального освещения – производится рытье траншеи.

Способы производства земляных работ определяют согласно ППР. Грунт необходимо для засыпки траншей желательно оставлять с одной стороны траншеи, на городских проездах небольшой ширины грунт вынутый из траншеи необходимо вывозить, а после окончания строительных работ засыпку траншей производить привозным грунтом.

Рытье траншеи начинается с более заглубленного конца трассы и ведется в направлении ее подъема экскаваторами на глубину меньше проектной на 300 мм.

Углубление траншеи до проектной ведется бульдозерами или вручную.

Крепление котлованов и траншей глубиной до 3 м должно быть инвентарным и выполняться по типовым проектам (рис.7). При отсутствии

инвентарных приспособлений, необходимо соблюдать следующие требования:

- а) применять для крепления грунтов естественной влажности доски толщиной не менее 4 см;
- б) устанавливать стойки креплений не реже чем через 1,5 м;
- в) размещать распорки креплений на расстоянии по вертикали не более 1 м;
- г) выпускать концы досок крепления выше бровки траншеи не менее чем на 15 см;

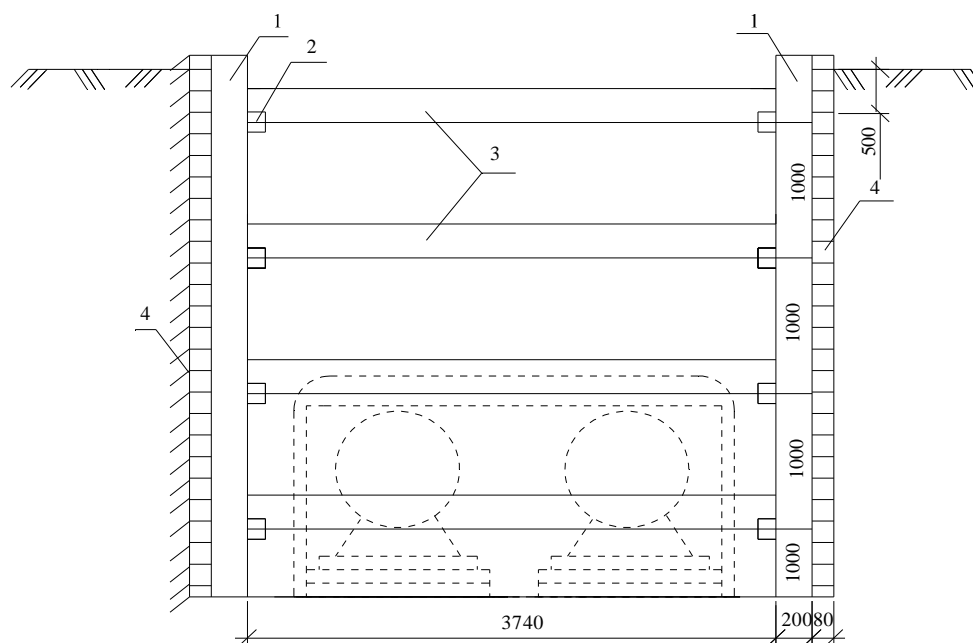


Рис. 7 - Пример крепления траншеи глубиной 4,5 м для канала на 2 трубы диаметром 1000 мм в песчаных грунтах:
1 – стойки через 2 м; 2 – бобышки; 3 – распорки диаметром 200 мм; 4 – доски 40 мм

Засыпка каналов производится бульдозерами.

Рытье траншей для каналов в водонасыщенных грунтах производится при постоянном или временном водоотливе в зависимости от притока воды. При большом притоке грунтовых вод применяют водопонижающие установки – иглофильтры. В комплект передвижных водопонижающих

установок входят смонтированные на общей раме центробежный насос, вакуумный насос с электрическим двигателем, иглофильтры и трубопроводы.

Для понижения грунтовых вод на глубину до 15 м применяется иглофильтрационная установка, в которой вакуумный насос заменен инжекторами.

Кирпичная кладка при строительстве тепловых сетей представляет собой незначительный объем работ:

- в местах пересечения теплофикационных каналов с другими подземными каналами;
- в местах недоступных для работы подъемным механизмам;
- кладка стен канала, камер, ниш и дренажных устройств производится из кирпича.

Средняя толщина кирпичных швов – 10 мм.

При строительстве тепловых сетей монолитные железобетонные конструкции находят применение в неподвижных опорах, камерах, а также в фундаментах железобетонных мачт. Очень часто днище канала выполняется из монолитного бетона и железобетона. Укладка бетонной смеси производится немедленно после выгрузки, после укладки бетонная смесь должна быть уплотнена вибраторами, в местах где есть арматура, бетон следует проработать штыкованием.

ТЕМА 2.4. БЕСТРАНШЕЙНАЯ РЕНОВАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Под бестраншейными технологиями понимаются технологии прокладки, замены, ремонта, инспекции и обнаружения дефектов в подземных коммуникациях различного назначения с минимальным вскрытием земной поверхности. Бестраншейные технологии санации и прокладки трубопроводов наряду с оперативностью и экономичностью по сравнению с традиционными методами (проведения земляных работ с раскопкой траншей, ремонтом или заменой трубопровода) позволяют не нарушать сложившуюся экологическую обстановку.

Целью бестраншейной технологии является полное восстановление структуры трубопровода путём устранения всех видов дефектов по длине труб и в местах их стыковки при соблюдении (поддержании) исходных гидравлических характеристик течения потока жидкости. Восстановление структуры призвано обеспечить механическую прочность сооружению (трубопроводу) для выдерживания им постоянных нагрузок (насыпного грунта, покрытий) и временных (транспортных средств). При этом восстановление структуры не должно сопровождаться появлением дополнительных проблем, которые ранее не наблюдались.

Необходимо отметить, что восстановление сетей и сооружений (выявление потенциального объекта восстановления, диагностика, разработка конкретных проектов реабилитации) требует серьёзных предварительных проработок (научно-технических, экономических, организационных и т.д.), на которые может быть затрачено до 25 % средств, выделяемых на восстановление объекта.

Основным способом восстановления структуры подземных трубопроводов является нанесение внутренних защитных покрытий (облицовок,

оболочек, рубашек, мембран и т.д.) по всей длине трубопровода или в отдельных его местах, подверженных дефектам.

Защита внутренних стенок подземных трубопроводов, в особенности стальных, от ржавчины и других дефектов применяется уже несколько десятилетий. В середине прошлого века антикоррозийной обработке путём нанесения битумной мастики подвергались, как правило, стальные трубопровода большого диаметра. Также широко использовалось в полевых условиях нанесение на внутреннюю стенку трубопровода асбестоцементного покрытия. С развитием техники и появлением новых материалов стали применять различные полимерные оболочки.

Согласно современной международной классификации внутренние защитные покрытия могут выполняться в виде:

- набрызговых оболочек;
- сплошных покрытий;
- спиральных оболочек;
- точечных (местных) покрытий.

Из многообразия существующих методов санации водоотводящих сетей бестраншейными способами можно выделить следующие, получившие наибольшее распространение в мировой практике :

- нанесение цементно-песчаных покрытий (ЦПП) на внутреннюю поверхность ремонтируемого трубопровода;
- протаскивание нового относительно твёрдого трубопровода в повреждённый старый (с его разрушением и без разрушения) с помощью специальных устройств, например, пневмопробойников;
- протаскивание относительно гибкой (предварительно сжатой или сложенной U-образной формы) полимерной трубы внутрь старого ремонтируемого трубопровода;
- использование гибких элементов из листового материала с зубчатой скрепляющей структурой;

- использование гибкого комбинированного рукава (чулка), позволяющего формировать новую композитную трубу внутри старой;
- использование рулонной навивки (бесконечной профильной ленты) на внутреннюю поверхность старого трубопровода;
- точечные (местные) покрытия.

Каждый из перечисленных методов санации отличается специфическими особенностями и имеет свои преимущества и недостатки, на основе которых определяется соответствующая область их применения для ремонта водопроводных и водоотводящих сетей. Целесообразность использования того или иного метода определяется после детальных диагностических обследований и заключения технической экспертизы. В каждом конкретном случае рассмотрению подлежат: состояние трубопровода, его размеры, вид транспортируемой среды, окружающая подземная инфраструктура, тип грунтов, наличие подземных вод и ряд других факторов, способных повлиять на выбор метода санации.

Представим краткое описание некоторых из перечисленных выше методов бестраншейного восстановления сетей.

2.4.1. Нанесение цементно-песчаных покрытий (ЦПП) на внутреннюю поверхность трубопроводов (набрызговый метод)

Данный тип внутренних покрытий нашёл наибольшее распространение в качестве защитных оболочек стальных (реже чугунных) трубопроводов систем (наружным диаметром 76-2020 мм).

Работы по нанесению таких покрытий выполняют методом центрифугирования или центробежного набрызга. Они включают проведение подготовительных технических мероприятий, а также подготовку и приготовление компонентов смеси. Цементно-песчаные покрытия являются надёжным средством ликвидации различного рода дефектов на внутренней поверхности труб, а также антикоррозионным материалом, однако не могут быть использованы для восстановления сильно разрушенных трубопроводов.

Способ реабилитации дефектных трубопроводов путём нанесения цементно-песчаных растворов состоит в том, что на их внутреннюю поверхность посредством специальных метательных воздушных центрифуг наносится цементно-песчаная смесь. Скорость движения разбрызгивающей головки составляет порядка 2,5 м/мин, а усилие тяги передвижения головки 5000 Н. В качестве исходных материалов для приготовления раствора используют портландцемент марки 500 и мелкозернистый песок. Контроль за процессом нанесения оболочек состоит в измерении толщины защитного слоя и проверке качества шлифования. Минимальная толщина защитного покрытия для стальных и чугунных труб составляет 4 мм (с допуском + 2 мм). Требуемая толщина определяется возрастом труб, толщиной их стенок и физическим состоянием (износом).

После нанесения защитного покрытия на внутреннюю поверхность металлического трубопровода последний может рассматриваться в качестве многослойной трубы, внутренняя поверхность которой выполнена из гладкого тонкостенного бетона с присущими ему гидравлическими характеристиками потока.

Со временем после интенсивной эксплуатации трубопровода может происходить механическое или химическое разрушение защитного слоя. Механическое разрушение покрытия вызывается рядом следующих обстоятельств: избыточной проницаемостью покрытий, для исключения которой необходима плотность покрытия 300-400 кг/м³; появлением трещин, в основном, из-за нарушения технологий приготовления и нанесения покрытия (например, несоблюдение водоцементного отношения, отсутствие специальных добавок-пластификаторов); эрозией, проявляющейся при скоростях течения воды по трубам более 4 м/с или большими температурными перепадами.

В свою очередь химическое разрушение покрытий может быть вызвано следующими причинами: агрессивностью CO₂; воздействием

сильных кислот, высоких концентраций аммиака, сульфатов, сильных щелочей, а также биологической коррозией с образованием H_2S . Перечисленные обстоятельства позволяют сделать вывод, что для труб, защищенных цементно-песчаными покрытиями, наиболее характерными факторами разрушения являются механические, а для водоотводящих как механические, так и химические. Последнее во многом предопределяет нецелесообразность использования защитных цементно-песчаных покрытий в сетях.

К достоинству метода можно отнести его относительную простоту технического исполнения и низкую стоимость ремонтных работ, которая составляет около 30 % стоимости нового строительства. Покрытие сохраняется стабильным в течение длительного срока эксплуатации (свыше 50 лет).

Данный метод ремонта трубопроводов в отечественной и зарубежной практике используется уже несколько десятилетий. Однако применение его не всегда возможно или неэффективно при разветвлённой сети, включающей трубопроводы разного диаметра. В этих случаях при нанесении цементно-песчаных покрытий может произойти закупорка ответвлений (перемычек) с меньшими проходными сечениями.

С другой стороны, если имеется альтернатива использования двух способов реабилитации сети – прокладки нового трубопровода с ЦПП или ремонта старого с нанесением ЦПП на месте, то чаще предпочтение отдают второму. Объяснением может служить тот факт, что избежать повреждения (в период транспортировки или укладки) новых трубопроводов с предварительно нанесённым ЦПП (т.е. в заводских условиях) очень трудно. Трубопроводы с нанесённым ЦПП могут быть подвергнуты нагрузке с радиусом изгиба не менее 500 – кратного диаметра трубы (германские нормы DIN 2614).

В последнее время альтернативой нанесению цементно-песчаных покрытий на внутреннюю поверхность трубопроводов стало служить напыление быстро затвердевающих на воздухе специальных составов, стойких к агрессивным веществам, например, по методу Трайтон, разработанному фирмой Cues (США). В отличие от цементирования, при котором наносится достаточно толстый слой защитной оболочки и не исключено оползание её под действием силы тяжести, облицовка по технологии Трайтон, использующей свыше 20 различных веществ, имеет толщину 1 мм и застывает в течение 30 мин против 24 ч при нанесении цементно-песчаной оболочки.

2.4.2. Протаскивание нового, относительно твёрдого трубопровода в повреждённый старый (с его разрушением и без разрушения)

Основным достоинством данного метода является возможность восстановления сильно разрушенных трубопроводов путём прокладки нового (например, полиэтиленового низкого давления ПНД) на месте старого. Метод наиболее перспективен в тех случаях, когда необходима полная замена трубопровода с увеличением его диаметра.

В зарубежной практике нашёл широкое применение метод Crack relining. После разрушения старых трубопроводов их место занимают новые из различных материалов, как правило, несколько большего диаметра, чем вышедшие из строя. Бестраншейный метод замены труб путём разрушения и протягивания новых имеет некоторые преимущества по сравнению с другими: увеличение диаметра трубы ведёт к повышению её пропускной способности, при реализации метода может использоваться полиэтиленовый трубопровод, который не имеет стыковых соединений и выдерживает большие нагрузки при сроке эксплуатации 50-100 лет. Кроме того метод можно использовать в нестабильных грунтах при минимальной разработке последних в период реконструкции.

Протаскивание нового трубопровода и параллельным разрушением старого может осуществляться с помощью пневмоударных машин (пневмопробойников). Сущность метода состоит в том, что пневмопробойник, приводящийся в действие компрессором, при помощи специальной пневмолебёдки протаскивает за собой толстостенную полимерную трубу, состоящую из соединенных между собой секций. В процессе движения пневмопробойника происходит разрушение старой трубы, вдавливание в окружающий грунт продуктов разрушения и, таким образом, увеличение диаметра прохода.

В последние годы в России на ряде объектов использовалась новая технология замены ветхих неметаллических трубопроводов после их разрушения полиэтиленовыми трубами с помощью раскатчиков. Данная технология, разработанная НПК «Бос», предусматривала использование специального рабочего органа с силовым приводом. В качестве рабочего органа используется раскатчик. Он устанавливается в рабочий котлован при помощи крана или вручную. При обеспечении соосности раскатчика и разрушаемого трубопровода, анкерами к дну котлована крепится опорная рама. Затем включается привод рабочего органа с одновременным поддавливанием его гидроцилиндром. Первая секция рабочего органа ввёртывается в грунт, вдавливая обломки разрушенной трубы в стенки скважины. При этом грунт вытесняется в радиальном направлении и вокруг скважины образуется уплотнённая зона грунта. Практика показывает, что поверхностный слой грунта толщиной 10-15 мм в стенках скважины настолько спрессован, что его прочность сопоставима с прочностью бетонной трубы той же толщины. После выхода рабочего органа в приёмный котлован и его отсоединения, к концу приводных штанг подсоединяют полиэтиленовую трубу (целиковую или отдельными секциями), которую затягивают в образовавшуюся скважину обратным ходом штанг.

Основной недостаток двух перечисленных методов протаскивания трубопроводов с помощью пневмопробойников и раскатчиков состоит в том, что в грунте возникают ударные волны, которые могут повредить расположенные в непосредственной близости от реабилитируемого трубопровода коммуникации или нарушить грунтовый свод вокруг них, что впоследствии приводит к различного рода дефектам.

В зарубежной практике ремонта сетей бестраншейными методами нашла широкое применение технология Lining. Процесс по данной технологии базируется на принципе плавного вытеснения остатков трубопровода в окружающий грунт, поэтому не сопровождается вибрацией и толчками. Основным разрушающим ветхий трубопровод элементом является расширитель, включающий 4 раздвижных лепестка и вталкиваемый в трубопровод с помощью гидравлического плунжера. При разведении лепестков диаметр старого трубопровода увеличивается до заданного размера. После этого лепестки снова смыкаются, а расширитель продвигается в освободившееся пространство в сторону финишного колодца. Естественный грунт по периметру трубы способен находиться в сжатом состоянии достаточно долго, чтобы из стартовых колодцев в освобождающееся пространство можно было вдвигать новые трубы. После достижения расширителем конца saniруемого участка он извлекается.

Необходимо отметить, что способы разрушения старых труб из таких материалов как асбестоцемент, чугун, керамика и даже пластик широко применяют в ряде стран. Однако разрушение стальных трубопроводов в бестраншейной технологии реабилитации на сегодняшний день воспринимается как новшество.

Фирмой Kgrupp (Германия) на одном из экспериментальных объектов в соответствии с программой по замене стальных водопроводных труб было использовано новое техническое решение: разрушающий наконечник, действующий как консервный нож и разрезающий трубопровод на две

половины. Реабилитации подвергался участок (172 м) из старого стального трубопровода внутренним диаметром 250 мм с битумным покрытием. С помощью разрушающего наконечника установки GRUNDOCRACK модели Hercules 220 продолжительность работы по разрезанию стальной трубы с заменой её новой полиэтиленовой диаметром 225 мм составила 2,5 ч. Таким образом, средняя скорость передвижения установки составляла 80 м/ч. Значительное снижение скорости наблюдалось лишь при прохождении наконечника через винтовые соединения.

Для замены старых труб из стали и ковкого железа путём их дробления английской фирмой Fusion Group разработана технология Con Split . Фирма выпускает также системы стыкового соединения реабилитируемых труб диаметром до 630 мм.

2.4.3. Протаскивание относительно гибкой (предварительно сжатой или сложенной U-образной формы) полимерной трубы внутрь старого ремонтируемого трубопровода

При нанесении на трубопроводы внутренних оболочек в виде полимерных труб наряду с обеспечением герметичности стенок достигается их высокая сопротивляемость динамическим нагрузкам. Введение в трубопровод и закрепление в нём оболочек может достигаться несколькими путями.

Первый – производится путём протаскивания бесшовного полимерного материала (например, пластиковой трубы, поперечное сечение которой после сплющивания имеет U-образную форму) на всю длину реабилитируемого участка между двумя колодцами с последующим прижатием её к внутренней стенке путём подачи под давлением теплоносителя (водяного пара, горячей воды, в том числе для принятия покрытия круглой формы). Технология разработана фирмой Preussag и названа Слип лайнинг. С помощью данной технологии и её модификаций восстановлено свыше 800 км трубопроводов в разных странах мира.

Преимущество технологии состоит в том, что реабилитация осуществляется тонкими полиэтиленовыми трубами, которые позволяют восстановить сети практически без уменьшения сечения трубопроводов.

Второй – достигается введением в старый трубопровод предварительно сжатого по всему сечению (деформированного) нового полимерного трубопровода, имеющего «термическую память» принятия первоначальной формы с течением времени (Свейдж лайнинг).

Третий способ заключается в том, что в старый предварительно очищенный трубопровод протаскивают с помощью лебёдки новую полимерную трубу (например, Флексорен фирмы Упонор, Финляндия), которая представляет собой двухслойную конструкцию, включающую наружную гофрированную и внутреннюю гладкую составляющие. Специальное оборудование позволяет сваривать отдельные секции в плетёнку необходимой длины непосредственно на месте ремонтных работ.

Подобная технология протаскивания, но с использованием коротких модульных труб, разработана концерном KWH PIPE (Финляндия). Технология реновации названа «Вип лайнер». Прокладка модулей в реабилитируемый безнапорный трубопровод производится через смотровые колодцы, не требуя их уширения. Пространство между старой и новой трубой заполняется цементным раствором и компаундом. Модули «Вип лайнер» выпускаются длиной 0,5 м и наружным диаметром 110, 125, 160, 180, 206, 225, 250, 280, 315, 355, 400, 450, 500 и 560 мм.

Основными достоинствами описанных методов санации является достаточно высокая производительность и относительная простота, особенно при реализации метода фирмы Упонор. Однако недостатки последнего метода заключаются в том, что после ремонта заметно уменьшается внутренний диаметр трубопровода.

Необходимо отметить, что в случае выбора в качестве метода бестраншейной реновации сетей протягивания и закрепления в

предварительно разрушаемом трубопроводе полимерных оболочек или гибких труб возникает необходимость тщательной диагностики состояния и структуры грунта вокруг реабилитируемого участка сети.

Для выявления степени плотности и однородности (гомогенности) грунта могут применяться радиоактивные (например, гамма-излучение) или импульсные (например, электромагнитный радиосигнал) методы.

Радиоактивные методы анализа структуры грунта предполагают использование источника нейтронного или гамма-излучения, а также детектора, регистрирующего потери излучаемой энергии. Для этого могут использоваться измерительные гамма-зонды и нейтрон-гамма-зонды, которые вводятся в трубопроводы и размещаются на передвижном лафете у внутренних стенок. Перемещение измерительных зондов по трубопроводу для непрерывного комплексного анализа грунта по трассе осуществляется с помощью лебёдки и троса, который крепится к лафету. Необходимо отметить, что чем выше плотность исследуемого грунта вокруг реабилитируемого трубопровода, тем больше потери энергии регистрирует детектор (за счёт абсорбции излучения электронами).

Импульсный метод анализа структуры грунта предусматривает использование георадаров с антеннами. Преимущество метода заключается в том, что антенна не должна находиться внутри трубопровода в непосредственном контакте с его стенкой. Это позволяет производить анализ состояния грунта с поверхности земли над трассой. Импульсная эхолокация позволяет обнаружить препятствия как большого, так и малого размера.

Радиоактивный и импульсный методы позволяют произвести картирование участка местности и трубопровода, т.е. получить исчерпывающую информацию не только об условиях залегания в грунте подлежащих обновлению трубопроводов, но и об их техническом состоянии (в частности, степени износа стенок). При использовании данных методов значительно сокращается риск встречи с неопознанным ранее препятствием,

которое способно вывести из работы устройства для разрушения трубопровода и протаскивания новых полимерных покрытий.

2.4.4. Использование гибких элементов из листового материала с зубчатой скрепляющей структурой

Данный метод восстановления сетей основан на применении полимерной облицовки из элементов продольного сечения, образующих при скреплении друг с другом внутреннюю защитную оболочку трубопровода. Метод разработан германской фирмой Trolining.

Технология нанесения защитного покрытия состоит в протягивании через дефектный трубопровод из колодца готовых гибких и высокопрочных полиэтиленовых заготовок, соединяемых внутри трубопровода с помощью экструзионной сварки. Для плотной фиксации облицовки к внутренней поверхности трубопровода в кольцевую полость между стенкой трубы и облицовкой инъецируется цементирующий материал, а в трубопровод нагнетается вода, которая распрямляет облицовку и прижимает её к стенкам.

Система внутренних гибких сегментов Trolining позволяет применять различные типы секций, отличающихся друг от друга структурой поверхности (однослойной, многослойной и комбинированной с защитными слоями).

2.4.5. Использование гибкого комбинированного рукава (чулка)

Данный метод восстановления сетей на сегодняшний день находит наибольшее распространение как за рубежом, так и в нашей стране.

Сущность метода состоит в образовании внутри реабилитируемого трубопровода новой композитной тонкостенной трубы, обладающей достаточной самостоятельной несущей способностью при минимальном снижении диаметра действующего трубопровода.

Для реализации метода внутрь ветхого трубопровода через смотровые колодцы пропускают комбинированный рукав, представляющий собой пропитанный термореактивным связующим армирующий материал

(стеклоткань, синтетический войлок). Затем во внутреннюю герметичную оболочку комбинированного рукава под давлением подаётся теплоноситель (пар, горячая вода), который расправляет рукав, прижимает его к внутренней поверхности трубопровода и полимеризует связующее, образуя новую композитную трубу.

Выворот и продвижение комбинированного рукава в трубопроводе можно осуществлять при помощи гибкого элемента (троса), давлением жидкой или газовой среды, а также совместным использованием обоих способов, которые предложены фирмой Insutiform и ООО «Комстек».

Основное преимущество метода протаскивания комбинированного рукава состоит в простоте и доступности технологии и оборудования для её реализации, в высоком качестве и долговечности защитного покрытия, возможности ремонта достаточно изношенных трубопроводов (независимо от материала изготовления) в широком диапазоне их диаметров и длин. С помощью пластикового комбинированного рукава можно восстанавливать круглые, овальные и специальные профили.

Метод используется при любой глубине заложения труб (в грунте или непроходных каналах) и не зависит от типа грунтов, окружающих трубопровод. Он наиболее эффективен при следующих видах повреждений: трещины (продольные, поперечные, винтообразные), абразивный износ, свищи (при отсутствии инфильтрации воды в трубу). При других повреждениях (раскрытые стыки, смещение труб в стыках) необходима предварительная подготовка, обеспечивающая соосность труб в местах дефектов.

2.4.6. Использование рулонной навивки (бесконечной профильной ленты) на внутреннюю поверхность старого трубопровода

Для реализации безнапорных водоотводящих трубопроводов могут применяться методы Ribloc и Expanda-Pipe. Указанные методы позволяют облицовывать внутреннюю поверхность трубопроводов

поливинилхлоридной (ПВХ) лентой. Для этого в колодце устанавливая специальный станок, осуществляющий несколько функции нанесение (навивку) бесконечной ленты по внутреннему диаметру трубопровода, её крепление, заливку клеящей смолы, проталкивание образовавшегося каркаса из ПВХ внутрь реабилитируемого трубопровода, расширение каркаса для его фиксации на восстанавливаемом сооружении. После процесса наматывания оставшейся свободное кольцевое пространство между реабилитируемой водоотводящей трубой и новым каркасом забивается специальной трамбовкой для повышения статической прочности.

2.4.7.Точечные (местные) защитные покрытия

Данный тип покрытий характерен для ликвидации одиночных (точечных) сквозных, в том числе, периферийных трещин, вызванных подвижкой грунта (например, при проведении вблизи трасс земляных работ воздействием на трубопроводы сверхнормативных нагрузок от дорожного движения, землетрясений и т.д.), а также местной коррозией стенок трубопроводов.

Местные повреждения, явившиеся причиной химической эрозии стенок трубопроводов, могут развиваться очень быстро и приводят к преждевременному выходу трубопровода из строя. Данные статистики указывают, что такого рода повреждения составляют порядка 10% длины трубопровода.

Покрытия для местного ремонта могут быть в виде:

- жидких растворов, твердеющих после операции нанесения на поврежденные поверхности;
- растворов полужидкой консистенции;
- волокнистых материалов с пропиткой смолами (полиэфирными, эпоксидными и полиуретановыми);
- профильных резиновых уплотнителей;
- гильз из нержавеющей стали;
- эластичных рукавных заготовок в трубчатых вкладышах и т.д.

Американской фирмой Inliner разработаны технологии Resin Saver и Sort Liner, которые используются для локального ремонта трубопроводов, а также для долговременного ремонта коротких участков износившихся труб. Данные бестраншейные технологии позволяют эффективно защищать полимеризуемыми на месте работ плёнками реконструируемые трубопроводы, останавливать течь и предотвращать коррозию в трубах диаметром до 3000 мм. Фирмой Raven Lining System (RLS) разработана технология водно-эпоксидной облицовки внутренней поверхности труб. В основе технологии лежит использование эпоксидных смол с добавлением к ним заполнителя или стекловолокна. Толщина защитной облицовки в месте повреждения трубы может достигать 0,5-7,5 мм (за один проход).

Английская фирма Steve Vick International, специализирующаяся по устранению утечек в трубопроводах, использует технологию локального ремонта Foam Bag. Сущность технологии состоит в применении в качестве защитной оболочки пены на основе смолы. Технологию можно использовать также на вертикальных трубопроводах, сужающихся участках и на трубах нестандартных размеров.

Местными защитными материалами для кольматации щелей в стенках трубопроводов и в местах их стыковки могут служить специальные растворы (например, акриловая смола, полиуретановая мастика). В состав смолы входят волокнистые добавки на основе стекла. Введение раствора в щели осуществляется специальными устройствами, а процесс контролируется телевизионными установками. Данный метод используется французской фирмой Ergana.

Специалистами ООО «Комстек» совместно с ОАО НПО «Стеклопластик» разработана эластичная рукавная заготовка в виде трубчатого вкладыша слоистой структуры соответствующего диаметра. Заготовка вводится в реабилитируемый трубопровод к месту локального повреждения с помощью капера и после операций затвердения связующего жестко закрепляется на внутренней поверхности трубопровода, образуя монолитное и герметичное ремонтное покрытие.

ТЕМА 2.5. ОРГАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

При выполнении строительно-монтажных работ на реконструкцию тепловых сетей необходимо учитывать следующее:

1. Использование методов организации и управления строительства обеспечивающее выполнение строительно-монтажных работ в сроки не превышающие норм.

2. Поставка конструкций и материалов выполняется из расчета на захватку.

Для подсчетов объемов работ при разработке траншей с наклонными стенками вычисление S поперечного сечения на пикетах выполняют по

$$F_{cp} = \frac{F_1 + F_2}{2}$$
$$V_{mp} = \left(F_{cp} + \frac{(H_1 - H_2)^2 m}{12} \right) \cdot L, \quad (15)$$

L – длина траншеи;

V_{mp} – геометрический объем траншеи;

F_1, F_2 – площадь поперечного сечения в начале и конце расчетного участка; H_1, H_2 – глубина траншеи;

m – крутизна откоса.

Объем разрабатываемого грунта в котлованах определяется по формуле

$$V_k = \frac{Q_v + Q_n}{2} \cdot h_{cp}, \quad (16)$$

Q_v, Q_n – площадь верха и низа котлована;

h_{cp} – средняя глубина траншеи.

Объем грунта необходимого для засыпки:

$$V_{oz} = \frac{V_p - V_c}{K_{op}}, \quad (17)$$

где V_p – объем траншеи расчетный; V_c – объем сооружения;
 K_{op} – коэффициент остаточного разрыхления, с течением времени грунт постепенно уплотняется и разрыхленность его становится менее первоначального.

Объем грунта подлежащего выгрузке:

$$V_{mp} = V_p - V_{oz}, \quad (18)$$

где V_{mp} – объем отвозимого грунта.

Объем работ по подчистке дна траншеи до проектной отметки:

$$V_{p.д.} = [(b + m \cdot h_{p.д.}) \cdot h_{p.д.}] \cdot L, \quad (19)$$

где $V_{p.д.}$ – объем ручной доработки;

b – ширина траншеи по дну;

m – крутизна откоса;

$h_{p.д.}$ – глубина доработки (0,15 10-20 см).

Подбор экскаватора. Площадь поперечного сечения отвала определяют по формуле:

$$F_{отв} = (F_{mp} - F_k) \cdot (1 - K_{np}), \quad (20)$$

где F_{mp} – площадь поперечного сечения траншеи;

F_k – площадь поперечного сечения укладываемых коммуникаций каналов;

K_{np} – коэффициент первоначального разрыхления.

Размеры отвала грунта:

$$b_{отв} = 2 \sqrt{\frac{F_{отв}}{\operatorname{tg} \alpha}}, \quad (21)$$

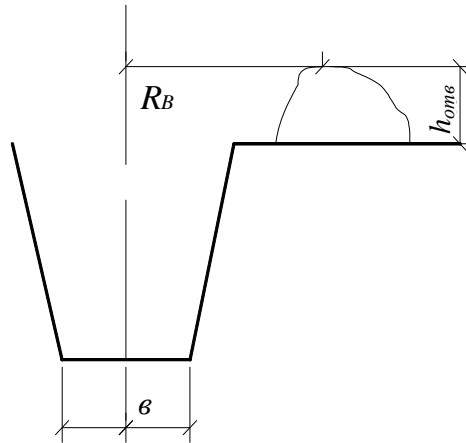


Рис. 8 – Поперечное сечение траншеи

$h_{отв} = \frac{b_{отв}}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha$ – высота отвала;

$F_{отв}$ – ширина отвала;

α – угол откоса свежесыпанного грунта.

Требуемый радиус выгрузки:

$$R_b = \frac{b}{2} + mh_{отв} + a + \frac{b_{отв}}{2},$$

где b – ширина траншеи по дну; m – коэффициент запаса; $h_{отв}$ – наибольшая глубина траншеи; a – берма траншеи.

По ЕНиР подбираем экскаватор и из него выписываем технические характеристики:

- вместимость ковша;
- наибольшая глубина копания;
- наибольшая высота погрузки.

Подбор бульдозера осуществляется исходя из среднего расстояния перемещения грунта из отвала в траншею. Ориентировочно его можно применять между осями траншеи и отвала.

Технические характеристики:

- тип отвала;
- длина отвала;
- высота отвала;
- мощность.

Подбор монтажных кранов

Необходимый вылет стрелы крана:

$$l = \frac{b}{2} + mh_{mp} + a + \frac{c}{2},$$

где b – ширина траншеи по дну;

m – крутизна откоса;

a – ширина бермы;

c – ширина гусеничного или пневматического хода крана, $c = 4$ м.

СМ 1.3. СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА СИСТЕМ ТЕПЛОГАЗОСНАБЖЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ.

ТЕМА 3.1. ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СТАЛЬНОГО И ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ГАЗОПРОВОДОВ

Наружные газопроводы

Наружные газопроводы на территории населенных пунктов прокладывают, как правило, подземным способом в соответствии с требованиями ДБН. Надземная и наземная прокладка наружных стальных газопроводов допускается внутри жилых кварталов и дворов, на участках трасс по улицам (проездам) при невозможности подземной прокладки из-за насыщенности подземными коммуникациями, наличии скальных грунтов, выходящих на поверхность, а также при пересечении газопроводами естественных преград (реки, ручьи, овраги, балки и т.п.). Надземная прокладка наружных газопроводов должна согласовываться с органами градостроительства и архитектуры.

Прокладку газопроводов по отношению к метрополитену следует предусматривать в соответствии с требованиями ДБН [1].

На территории промышленных предприятий прокладку стальных наружных газопроводов следует осуществлять, как правило, надземно в соответствии с требованиями СНиП II-89 [2].

Места вводов газопроводов в жилые дома должны предусматриваться в нежилые помещения, доступные для обслуживания газопроводов.

В существующих жилых домах, принадлежащих гражданам на правах личной собственности, допускается вводы газопроводов осуществлять в жилые помещения, где установлены отопительные приборы, при условии установки дополнительного отключающего устройства снаружи зданий.

Вводы газопроводов в общественные здания следует предусматривать непосредственно в помещения, где установлены газовые приборы, или в коридоры.

Вводы газопроводов в здания промышленных предприятий и другие здания производственного характера следует предусматривать непосредственно в помещения, где находятся агрегаты, потребляющие газ, или в смежные с ним помещения при условии соединения этих помещений открытым проемом. При этом воздухообмен в смежных помещениях должен быть не менее трехкратного в час.

Вводы газопроводов не должны проходить через фундаменты и под фундаментами зданий.

Соединения стальных труб следует предусматривать на сварке. Разъемные (фланцевые и резьбовые) соединения на стальных газопроводах разрешается предусматривать в местах установок запорной арматуры, на конденсатосборниках, в местах присоединений контрольно-измерительных приборов и устройств электрозащиты.

Монтаж подземных газопроводов

Минимальные расстояния (в свету) газопроводов до подземных инженерных сетей, зданий и сооружений следует принимать в соответствии с требованиями ДБН [1]. Указанные расстояния от зданий ГРП до входящих и выходящих газопроводов не нормируются.

Допускается уменьшение до 50% расстояний, указанных в ДБН [1], для газопроводов давлением до 0,6 МПа, при подземной прокладке их между зданиями и под арками зданий, в стесненных условиях на отдельных участках (на которых невозможно выдержать нормативные расстояния), а также от стальных газопроводов давлением более 0,6 МПа до отдельно стоящих нежилых строений, при условии, что на этих участках и по 5 м в каждую сторону от них будет выполнено одно из следующих требований:

а) для стальных газопроводов:

- применение бесшовных или электросварных труб, прошедших стопроцентный контроль заводского сварного соединения физическими

методами контроля, или электросварных труб, не прошедших такого контроля, но проложенных в футлярах;

- проверку всех монтажных сварных стыков физическими методами контроля на участках со стесненными условиями и по одному стыку в каждую сторону от этих участков;

б) для полиэтиленовых газопроводов:

- применение труб с коэффициентом запаса прочности, не менее 3,15 без сварных соединений или соединенных терморезисторной сваркой;

- прокладка на участках со стесненными условиями вместо полиэтиленовых труб стальных с выполнением требований для стальных газопроводов, прокладываемых в стесненных условиях.

При этом на высоте 400-500 мм над полиэтиленовыми газопроводами, проложенными без футляров, следует укладывать предупредительную полимерную ленту желтого цвета шириной не менее 200 мм с несмываемой надписью «Газ».

Футляры, которые применяются в стесненных условиях, должны приниматься из стальных труб. Внутренние диаметры футляров для стальных газопроводов следует принимать больше наружных диаметров газопроводов не менее, чем на 100 мм при диаметрах газопроводов до 250 мм (включительно) и не менее чем 200 мм при диаметрах газопроводов более 250 мм.

Для полиэтиленовых газопроводов внутренний диаметр футляров следует принимать больше внешних диаметров газопроводов не менее чем на 40 мм при диаметре газопроводов до 90 мм и не менее чем на 80 мм при диаметрах газопроводов более 90 мм.

Концы футляров при прокладке в них газопроводов должны уплотняться:

- при укладке стальных газопроводов - смоленной прядью, битумом и др.;

- при укладке полиэтиленовых газопроводов - диэлектрическими водонепроницаемыми материалами (резиновые втулки, термоусадочные пленки, пенополиуретан - микрофлекс, пенофлекс).

В пределах футляра газопроводы должны удовлетворять таким требованиям:

- стальной газопровод должен иметь минимальное количество сварных стыков и укладываться на центрирующие прокладки. Все находящиеся в пределах футляра сварные стыки стального газопровода должны проверяться физическими методами контроля. Газопровод должен покрываться весьма усиленной изоляцией и укладываться на диэлектрические прокладки;

- полиэтиленовый газопровод в пределах футляра и по 1 м в обе стороны от него не должен иметь сварных и других соединений. При невозможности выполнения указанных требований допускается применение труб в прямых отрезках, соединенных терморезисторной сваркой. Для труб диаметром более 110 мм при их прокладке в футляре допускается применять сварку нагретым инструментом встык.

На одном конце футляра следует предусматривать контрольную трубку, выходящую под защитное устройство.

В межтрубном пространстве футляра и газопровода разрешается прокладка эксплуатационных кабелей (связи, телемеханики и дренажного кабеля электрозащиты, предназначенных для обслуживания системы газоснабжения).

Расстояния в свету от газопроводов до наружных стенок колодцев и камер других подземных инженерных сетей следует принимать не менее 0,3 м. При этом на участках, где расстояния в свету от газопроводов до колодцев и камер других подземных инженерных сетей составляют от 0,3 м до нормативного расстояния для данной коммуникации, газопроводы

следует прокладывать с соблюдением требований, предъявляемых к прокладке газопроводов в стесненных условиях.

При прокладке труб в футлярах концы последних должны выходить не менее чем на 2 м в каждую сторону от стенок колодцев или камер.

Расстояния от газопроводов до опор воздушных линий связи, контактных сетей трамвая, троллейбуса и электрифицированных железных дорог следует принимать как до опор воздушных линий электропередачи соответствующего напряжения.

Минимальные расстояния от газопроводов до тепловых сетей бесканальной прокладки с продольным дренажем следует принимать как до тепловых сетей канальной прокладки.

Минимальные расстояния в свету от газопроводов до ближайших труб тепловой сети бесканальной прокладки без дренажа следует принимать как до водопровода. Расстояния от анкерных опор, выходящих за габариты труб тепловых сетей, следует принимать с учетом сохранности последних.

Минимальное расстояние от газопроводов до оград автостоянок следует принимать в свету не менее 1 м.

Минимальное расстояние в свету по горизонтали от газопроводов до напорной канализации следует принимать как до водопровода.

Расстояния от межпоселковых газопроводов до подошвы насыпи и бровки откоса выемки или до крайнего рельса на нулевых отметках железных дорог общей сети следует принимать не менее 50 м. Для газопроводов, прокладываемых на территории населенных пунктов, а также межпоселковых газопроводов, в стесненных условиях разрешается сокращение этого расстояния до значений, приведенных в ДБН [1] при условии прокладки газопровода на этом участке на глубине не менее 2 м.

На участках со стесненными условиями следует предусматривать:

- для стальных газопроводов - увеличения толщины стенки труб

на 2-3 мм больше расчетной, проверки всех сварных соединений на участке со стесненными условиями и по одному сварному соединению в обе стороны от него физическими методами контроля;

- для полиэтиленовых газопроводов - применение труб с коэффициентом запаса прочности не менее 2,8 без сварных соединений или труб из прямых отрезков, соединенных терморезисторной сваркой.

Прокладка подземных газопроводов сквозь каналы тепловой сети, коммуникационные коллекторы, каналы различного назначения не допускается.

Допускается укладка двух и более газопроводов в одной траншее на одном или разных уровнях (ступенями). При этом расстояния между газопроводами в свету по горизонтали следует предусматривать не менее 0,4 м для газопроводов диаметром до 300 мм и 0,5 м для газопроводов диаметром 300 мм и более.

Расстояние по вертикали в свету при пересечении газопроводов всех давлений с подземными инженерными сетями следует принимать не менее 0,2 м. В местах пересечения подземных газопроводов с каналами тепловой сети, коммуникационными коллекторами, каналами различного назначения с прокладкой газопроводов преимущественно над ними или, как исключение, под пересекаемыми сооружениями следует предусматривать прокладку газопроводов в футлярах, выходящих на 2 м в обе стороны от наружных стенок пересекаемых сооружений.

Для стальных газопроводов следует проверять физическими методами контроля все сварные стыки в пределах футляра и по 5 м в обе стороны от наружных стенок пересекаемых сооружений.

При пересечении полиэтиленовыми газопроводами тепловых сетей расстояния по вертикали в свету между ними должны определяться из условий исключения возможности нагрева поверхностей полиэтиленовых труб выше плюс 30°C и должны устанавливаться при проектировании в

зависимости от конкретных условий (устройства тепловой изоляции газопровода, увеличением расстояния в свету между газопроводом и тепловыми сетями).

Глубину прокладки газопроводов следует принимать:

- для стальных газопроводов не менее 0,8 м до верха газопроводов или футляров. Допускается принимать глубину прокладки до 0,6 м в местах, где исключается движение транспорта;

- для полиэтиленовых газопроводов не менее 1 м до верха газопроводов или футляров. При прокладке под проезжими частями дорог и уличных проездов (в футлярах или без футляров) глубину прокладки следует принимать не менее 1,2 м до верха газопроводов или футляров.

При прокладке на пахотных и орошаемых землях рекомендуется глубину прокладки принимать не менее 1 м до верха газопроводов.

В местах пересечения с подземными инженерными сетями на высоте 400-500 мм над полиэтиленовыми газопроводами должна укладываться предупредительная желтая полимерная лента шириной не менее 200 мм с несмываемой надписью «Газ».

Для газопроводов, прокладываемых на местности с уклоном 1:5 и более, следует предусматривать мероприятия по закреплению труб и предотвращению размыва засыпки траншеи. Прокладка газопроводов с уклоном 1:2 и более не допускается.

Прокладка газопроводов, транспортирующих неосушенный газ, должна предусматриваться ниже зоны сезонного промерзания грунта с уклоном к конденсатосборникам не менее 2 ‰.

Вводы газопроводов неосушенного газа в здания и сооружения должны предусматриваться с уклоном в сторону распределительных газопроводов. Если по условиям рельефа местности не может быть создан необходимый уклон к распределительному газопроводу, допускается

предусматривать прокладку газопроводов с изломом в профиле с установкой конденсатосборников в нижних точках.

При проектировании газопроводов всех давлений (подземно, наземно, надземно) по земляным дамбам, расположенным на территории населенных пунктов и вне их территории должны учитываться следующие требования:

- при строительстве и эксплуатации газопроводов не должны нарушаться прочность и устойчивость земляных дамб;
- проложенные газопроводы не должны мешать движению транспорта и людей;
- возможность отключения газопроводов, проложенных по дамбам (в случае аварии или ремонта).

При прокладке газопроводов на опорах на участках ближе 2 м до края проезжей части необходимо предусматривать устройство защитного ограждения.

Необходимость и места установки отключающих устройств решаются в каждом конкретном случае проектной организацией по согласованию с организацией эксплуатирующей дамбу.

Сроки и способы строительства газопроводов на дамбах должны быть согласованы с организацией, эксплуатирующей дамбу, и указаны в проекте.

Трассы подземных газопроводов должны быть отмечены табличками - указателями:

- в застроенной части — на стенах зданий или ориентирных столбиках в характерных точках (углы поворота трасс, установка арматуры, изменения диаметров и др.);
- в незастроенной части - на ориентирных столбиках.

При прокладке газопроводов между населенными пунктами ориентирные столбики должны устанавливаться с интервалами между ними не более 500 м на прямых участках газопроводов, а также в характерных точках трасс (повороты, ответвления и т.п.).

На стальных газопроводах между населенными пунктами допускается использовать в качестве ориентирных столбиков контрольно-измерительные пункты (далее КИП) и контрольные трубки (далее КТ).

Ориентирные столбики на полиэтиленовых газопроводах должны устанавливаться на расстоянии 1 м от оси газопроводов, справа по ходу газа.

Обозначение трасс межпоселковых полиэтиленовых газопроводов (при отсутствии постоянных точек привязок) следует предусматривать путем прокладки над газопроводами на высоте 400-500 мм от верха трубы изолированного алюминиевого или медного провода сечением 2,5-4,0 мм². Допускается на высоте 400-500 мм над трубами газопроводов прокладывать предупредительную полиэтиленовую ленту желтого цвета шириной не менее 200 мм со встроенным в нее алюминиевым или медным проводом сечением 2,5-4,0 мм².

При использовании для обозначения трасс газопроводов изолированного провода или предупредительной ленты со встроенным проводом, опознавательные знаки допускается устанавливать в местах вывода провода на поверхность земли под защитное устройство, на расстоянии не более 4 км друг от друга.

Пространство между стеной и футляром следует тщательно заделывать на толщину пересекаемой стены.

Концы футляра должны выступать за стену не менее чем на 3 см, а диаметр его принимается из условия, чтобы кольцевой зазор между газопроводом и футляром был не менее 5 мм для газопроводов номинальным диаметром не менее 32 мм и не менее 10 мм для газопроводов большего диаметра. Пространство между газопроводом и футляром необходимо заделывать просмоленной паклей, резиновыми втулками или другими эластичными материалами.

Газопроводы из полиэтиленовых труб

Полиэтиленовые газопроводы следует предусматривать:

- на территории городов - давлением до 0,3 МПа;
- на территории поселков и сел и на межпоселковых газопроводах - давлением до 0,6 МПа.

Не допускается применять полиэтиленовые трубы:

- для транспортировки газов, содержащих ароматические и хлорированные углеводороды, а также паровые и жидкие фазы СУГ;
- для наземных и надземных газопроводов;
- в тоннелях и коллекторах;
- на подрабатываемых территориях.

Коэффициенты запаса прочности полиэтиленовых труб и соединительных деталей следует принимать:

- на территории населенных пунктов и между населенными пунктами – не менее 2,5;
- на переходах под автомобильными дорогами I - III категорий, под железными дорогами общей сети и на расстоянии по 50 м от края земляного полотна (оси крайнего рельса на нулевых отметках), а также при параллельной прокладке межпоселковых газопроводов и газопроводов на территории населенных пунктов на расстоянии не менее 2,8;
- на подводных переходах, в районах с сейсмичностью 7 и более баллов - не менее 3,15.

В проекте должен учитываться запас труб в размере не менее 2 % от общей протяженности газопроводов, предназначенный для изготовления контрольных сварных соединений и сварных узлов. Необходимое количество соединительных деталей определяется проектной организацией в зависимости от принятых решений и специфики выполнения работ.

Арматуру и оборудование на полиэтиленовых газопроводах следует предусматривать как для стальных газопроводов.

Разрешается бесколодезная установка полиэтиленовых кранов, присоединяемых к газопроводу сваркой, с обеспечением управления ими с поверхности земли через обсадную трубу, выведенную под ковер.

Газопроводы-вводы к зданиям от распределительных газопроводов могут выполняться из стальных или полиэтиленовых труб.

При выполнении газопровода-ввода из полиэтиленовой трубы, переход на стальную трубу следует выполнять:

- в месте присоединения к крану перед КДРД или на вертикальном участке не выше 0,8 м от земли с размещением надземного участка полиэтиленового газопровода и узла соединения с металлическим газопроводом в металлическом футляре с отверстиями для отбора проб воздуха. Конец надземной части футляра уплотняется для предупреждения попадания атмосферных осадков в межтрубное пространство;
- на подземном участке узел соединения следует располагать на расстоянии от фундаментов зданий и сооружений (в свету) не менее 1 м для газопроводов низкого давления и 2 м для газопроводов среднего давления. При расположении указанных участков вне зоны блуждающих токов, электрохимическую защиту их разрешается не предусматривать. При этом засыпку траншей на этих участках на всю глубину следует выполнять песчаным грунтом.

Соединение полиэтиленовых труб как на горизонтальных, так и на вертикальных участках газопровода-ввода следует выполнять терморезисторной сваркой.

Соединение полиэтиленовых труб со стальными следует предусматривать как разъемными (фланцевыми), так и неразъемными. Разъемные соединения следует размещать в колодцах, неразъемные соединения - в грунте.

Размещать соединительные детали «полиэтилен-сталь» следует

только на прямолинейных участках газопроводов с защитой металлического участка детали от коррозии с применением технологии, исключающей повреждения полиэтиленового участка.

Присоединение полиэтиленовых ответвлений к полиэтиленовым газопроводам, переходы с одного диаметра на другой и повороты полиэтиленовых газопроводов следует предусматривать с помощью соединительных деталей.

При отсутствии полиэтиленовых отводов, изготовленных в производственных условиях, повороты газопроводов, прокладываемых за пределами населенных пунктов, а для газопроводов диаметром 90 мм и менее, независимо от места прокладки и давления, допускается выполнять изгибом с радиусом не менее 25 наружных диаметров трубы.

Внутренние устройства газоснабжения. Прокладка газопроводов

Газопроводы, прокладываемые внутри зданий и сооружений, следует усматривать из стальных труб.

Присоединение к газопроводу бытовых газовых приборов и аппаратов, отопительных установок, КИП и приборов автоматики, переносных газовых горелок, передвижных и временных (сезонных) газоиспользующих установок и установок, испытывающих вибрацию, допускается предусматривать гибкими рукавами после отключающего устройства на ответвлении газопровода к установкам.

В качестве гибких рукавов следует применять резиновые рукава, рукава в металлической оплетке, и металлорукава, которые должны быть стойкие к транспортируемому газу при заданных давлении и температуре.

Допускается присоединение бытовых газовых счетчиков металлорукавами длиной не более 0,5 м.

Гибкие рукава для присоединения бытовых газовых приборов, лабораторных горелок и КИП не должны иметь стыковых соединений и длину более 2 м.

Допускается не более двух стыковых соединений на гибких рукавах для присоединения переносных, передвижных или временных газоиспользующих установок.

В местах присоединения к газопроводу и оборудованию, а также соединенные между собой гибкие рукава должны надеваться на гофрированные наконечники.

Запрещается скрытая прокладка гибких рукавов, пересечение гибкими рукавами строительных конструкций, в том числе оконных и дверных проемов.

Соединение труб следует предусматривать на сварке. Разъемные (резьбовые и фланцевые) соединения допускается предусматривать только в местах установки запорной арматуры, газовых приборов, КИП, регуляторов давления и другого оборудования.

Установку разъемных соединений газопроводов следует предусматривать в местах, доступных для осмотра и ремонта.

Прокладку газопроводов внутри зданий и сооружений следует предусматривать открытой. Допускается предусматривать скрытую прокладку газопроводов (кроме газопроводов СУГ) внутри зданий всех назначений в бороздах стен, закрывающихся легко снимаемыми щитами с отверстиями для вентиляции.

В производственных помещениях промышленных предприятий, в том числе котельных, зданий предприятий бытового обслуживания и общественного питания, а также лабораторий допускается прокладка подводящих газопроводов к отдельным агрегатам и газовым приборам в полах монолитной конструкции с последующей заделкой труб цементным

раствором. При этом следует предусматривать окраску труб масляными или нитроэмалевыми водостойкими красками.

В местах проходов газопроводов через перекрытия на газопроводах следует предусматривать установку футляра, концы которых должны выступать над и под перекрытием не менее чем на 3 см.

В производственных помещениях промышленных предприятий допускается прокладка газопроводов в полу в каналах, засыпаемых песком и закрытых плитами.

Конструкции каналов должны исключать возможность распространения газа под полом.

Прокладка газопроводов в каналах не допускается в местах, где по условиям производства возможно попадание в каналы веществ, вызывающих коррозию труб.

Каналы, предназначенные для прокладки газопроводов, не должны пересекаться с другими каналами.

При необходимости пересечения других каналов в местах пересечения следует предусматривать устройство уплотнительных перемычек и прокладку газопроводов в футлярах из стальных труб. Концы футляров должны быть выведены за пределы перемычек на 30 см в обе стороны.

Газопроводы при совместной прокладке с другими трубопроводами на общих опорах следует размещать выше их на расстоянии, обеспечивающем удобство осмотра и ремонта.

Прокладку газопроводов транзитом через производственные помещения, где газ не используется, допускается предусматривать для газопроводов низкого и среднего давлений при условии, что на газопроводах не устанавливается арматура, отсутствуют резьбовые соединения труб и обеспечивается круглосуточный доступ в эти помещения персонала, обслуживающего газопроводы.

Не допускается предусматривать прокладку газопроводов в помещениях,

относящихся по взрывопожарной опасности к категориям А, Б и В во взрывоопасных зонах всех помещений, в подвалах в складских зданиях взрывоопасных и горючих материалов, в помещениях подстанций и распределительных устройств, через вентиляционные камеры, шахты и каналы, шахты лифтов, помещения мусоросборников, дымоходы, через помещения, где газопровод может быть подвержен коррозии, а также в местах возможного воздействия агрессивных веществ и в местах, где газопроводы могут омываться горячими продуктами сгорания или соприкасаться с нагретым или расплавленным металлом.

Для внутренних газопроводов, испытывающих температурные воздействия, следует предусматривать возможность компенсации температурных деформаций.

Для газопроводов, транспортирующих влажный газ и прокладываемых в помещениях, в которых температура воздуха может быть ниже 3 °С, следует предусматривать тепловую изоляцию из негорючих материалов.

Прокладку газопроводов в местах прохода людей следует предусматривать на высоте не менее 2,2 м от пола до низа газопроводов, а при наличии тепловой изоляции - до низа изоляции.

Прокладку газопроводов в жилых зданиях следует предусматривать по нежилым помещениям.

В существующих и реконструируемых жилых зданиях допускается предусматривать транзитную прокладку газопроводов низкого давления через жилые комнаты, при отсутствии возможности другой прокладки, а также подвод газопроводов к топкам отопительных печей, расположенных со стороны жилых помещений и отопительным аппаратам конвекторного типа, устанавливаемым в жилых помещениях.

Транзитные газопроводы в пределах жилых помещений не должны иметь резьбовых соединений и арматуры.

Не допускается предусматривать прокладку стояков газопроводов и транзитных газопроводов через санитарные узлы и в лестничных клетках.

В случаях переоборудования кухонь квартир в жилые помещения, а также при переоборудовании жилых квартир в офисы допускается прокладка стояка через переоборудованные кухни, как транзитного газопровода.

Установку отключающих устройств на газопроводах, прокладываемых в жилых и общественных зданиях (за исключением предприятий общественного питания и предприятий бытового обслуживания производственного характера) следует предусматривать:

- для отключения стояков, обслуживающих более пяти этажей;
- перед счетчиками (если для отключения счетчика нельзя использовать отключающее устройство на вводе);
- перед бытовыми плитами, отопительными газовыми приборами, печами и газовым оборудованием;
- на ответвлениях к отопительным печам или приборам.

Необходимость установки устройств для отключения стояков (подъездов) 5-ти и менее этажных жилых зданий решается проектной организацией по согласованию с эксплуатационной организацией, в зависимости от местных конкретных условий, в том числе этажности зданий и количества квартир, подлежащих отключению в случае проведения аварийных и других работ.

Устройства, предусматриваемые для отключения стояков (подъездов), следует устанавливать снаружи здания.

На подводящих газопроводах к пищеварочным котлам, ресторанным плитам, отопительным плитам, отопительным печам и другому аналогичному оборудованию следует предусматривать установку последовательно двух отключающих устройств: одного - для отключения прибора (оборудования) в целом, другого - для отключения горелок.

На подводящих газопроводах к газовым приборам и аппаратам, у которых отключающее устройство перед горелками предусмотрено в их конструкции (газовые плиты, водонагреватели, печные горелки и др.), необходимо устанавливать одно отключающее устройство.

Расстояние от газопроводов, прокладываемых открыто и в полу внутри помещений, до строительных конструкций, технологического оборудования и трубопроводов другого назначения следует принимать из условия обеспечения возможности монтажа, осмотра и ремонта газопроводов и устанавливаемой на них арматуры, при этом газопроводы не должны пересекать вентиляционные решетки, оконные и дверные проемы. В производственных помещениях допускается пересечение световых проемов, заполненных стеклоблоками, а также прокладка газопровода вдоль переплетов неоткрывающихся окон.

Расстояния между газопроводами и инженерными коммуникациями электроснабжения, расположенными внутри помещений, в местах сближения и пересечения следует принимать в соответствии с ПУЭ.

Крепление открыто прокладываемых газопроводов к стенам, колоннам, перекрытиям внутри зданий, каркасам котлов и других производственных агрегатов следует предусматривать при помощи кронштейнов, хомутов, крючьев или подвесок и т.п. на расстоянии, обеспечивающем возможность осмотра и ремонта газопровода и установленной на нем арматуры.

Расстояние между опорными креплениями газопроводов следует определять в соответствии с требованиями СНиП [2].

Газопроводы, транспортирующие влажный газ (кроме паровой фазы низкого давления), следует прокладывать с уклоном не менее 3‰.

При наличии газовых счетчиков уклон газопроводов следует предусматривать от счетчиков.

Вертикальные газопроводы в местах пересечения строительных

конструкций следует прокладывать в футлярах. Пространство между газопроводом и футлярами необходимо заделывать просмоленной паклей, резиновыми втулками или другим эластичным материалом. Концы футляров должны выступать над и под полом не менее чем на 3 см.

Внутренние газопроводы, в том числе прокладываемые в каналах и футлярах, следует окрашивать. Для окраски следует предусматривать водостойкие лакокрасочные материалы.

Отключающие устройства на газопроводах в производственных помещениях промышленных и сельскохозяйственных предприятий, общественных и бытовых зданиях, а также котельных следует предусматривать:

- на вводах газопроводов внутрь помещений;
- на ответвлениях к каждому агрегату;
- перед горелками и запальниками;
- на продувочных трубопроводах, в местах присоединения их к газопроводам.

На вводе газопровода внутрь помещения, при наличии внутри помещения газового счетчика или ГРУ, расположенных от места ввода газопровода на расстоянии не далее 10 м, отключающим устройством на вводе считается отключающее устройство перед ГРУ или счетчиком.

Установка арматуры на газопроводах, прокладываемых в каналах, в бетонном полу или в бороздах стен, не допускается.

На газопроводах промышленных (в том числе котельных), сельскохозяйственных предприятий, предприятий бытового обслуживания производственного характера следует предусматривать продувочные трубопроводы от наиболее удаленных от мест вводов участков газопроводов, а также от отводов к каждому агрегату перед последним по ходу газа отключающим устройством.

Допускается объединение продувочных трубопроводов от

газопроводов с одинаковым давлением газа, за исключением продувочных трубопроводов для газов, имеющих плотность больше плотности воздуха.

Диаметр продувочных трубопроводов следует принимать не менее 20 мм.

После отключающего устройства на продувочном трубопроводе следует предусматривать штуцер с краном для отбора пробы, если для этого не может быть использован штуцер для присоединения запальника.

В отдельных случаях (например, для постов резки и сварки, небольших промышленных печей) при подводящем газопроводе диаметром не более 32 мм допускается вместо продувочных трубопроводов предусматривать установку запорного устройства с глухим штуцером-заглушкой.

Расстояние от концевых участков продувочных трубопроводов до заборных устройств приточной вентиляции должно быть не менее 3 м.

При расположении здания вне зоны молниезащиты выводы продувочных трубопроводов следует заземлять.

Земляные, монтажные и укладочные работы выполняются в соответствии с требованиями ДБН В.2.5-20-2001.

Ширина траншеи для полиэтиленового газопровода должна быть на 200-300 мм больше диаметра трубы.

Работы по укладке полиэтиленовых труб рекомендуется производиться при температуре от +5 до +30⁰С.

Радиус упругого изгиба при монтаже зависит от температуры и диаметра трубопровода.

Прокладку трубопровода можно осуществлять:

- готовыми секциями, которые развозятся и раскладываются вдоль трассы и соединяются в плети;
- на берме траншеи путем последовательного соединения одиночных труб и последующего спуска в траншею;
- непосредственно на дне траншеи.

При укладке трубопровода в каменистых грунтах или сальных на дно траншеи укладывается защита от механических повреждений полиэтиленовых труб. Для этого применяются пенополимерные материалы, толщиной 200-250 мм.

Баластировка и закрепление газопровода выполняется следующим образом:

- утяжелители из высокопрочных материалов (железобетон, чугун);
- грунтовая засыпка с использованием текстильных полотнищ;
- утяжеление из минерального грунта и анкерные устройства.

Утяжелители из минерального грунта используют в виде полимер контейнеров. Анкерные включения – винтовые, свайные, дисковые.

Длинномерные трубы поступающие на объект в катушках или в бухтах могут укладываться в траншеи двумя способами:

- разматывание трубы с неподвижной бухты и ее укладка в траншеи;
- разматывание трубы с подвижной бухты и ее укладка в траншею путем боковой надвижки.

ТЕМА 3.2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ ПРИ МОНТАЖЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

До начала монтажа системы отопления должны быть выполнены следующие работы:

- а) оштукатурены ниши для радиаторов;
- б) пробиты (или оставлены) отверстия в междуэтажных перекрытиях для пропуска стояков;
- в) на стенах нанесены краской отметки чистых полов;
- г) установлены подоконные доски;
- д) поднесены радиаторы и детали трубопроводов к месту монтажа.

Систему отопления монтируют из заранее сгруппированных и спрессованных в мастерских радиаторов, готовых узлов стояков и подводов (трубозаготовки).

Работы по монтажу системы отопления производят в следующей последовательности:

а) размечают места отверстий для радиаторных кронштейнов и хомутиков с помощью шаблона, кронштейны следует крепить к бетонным стенам дюбелями, а к кирпичным стенам - дюбелями или заделкой кронштейнов цементным раствором, крепление дюбелей к кирпичным стенам следует производить с помощью монтажных пистолетов;

б) при заделке креплений цементным раствором сверлят электродрелью отверстия, устанавливают по рейке хомутики и кронштейны, заделывают гнезда;

в) устанавливают окрашенные за один раз радиаторы (после затвердения раствора в гнездах кронштейнов и просушки окраски ниш); ввертывают сгоны в радиаторные пробки;

г) устанавливают и выверяют на первом этаже узел этажа стояка и соединяют подводки узла насухо с установленными радиаторами на сгонах или с помощью футеровок;

д) устанавливают и выверяют узел этажестояка на втором этаже, пропуская трубу через отверстие в перекрытии над первым этажом, соединяют подводки насухо с радиаторами (второго этажа);

е) сваривают вновь установленный стояк с ранее установленным в первом этаже;

ж) последовательно, в том же порядке, монтируют узлы этажестояков в вышерасположенных этажах;

з) производят сборку резьбовых соединений всего стояка на льне и сурике.

При приемке трубозаготовки из мастерских требуют точного соответствия их чертежам и допускам, маркировки каждого узла с указанием наименования объекта ремонта, номера стояка, этажа здания.

Радиаторы и трубозаготовки подают до устройства перекрытия над этажами к местам установки, в которых будет производиться монтаж систем (или после устройства их - через оконные проемы); радиаторы подают в контейнерах, трубозаготовку - в пакетах.

При наличии в здании чистого пола или перекрытий из железобетонных настилов радиаторы подвозят к месту монтажа в специальной тележке.

Радиаторные кронштейны в кирпичные стены заделывают на глубину 110 мм без учета толщины штукатурки. Отверстия сверлят диаметром 27 мм на глубину 120 мм. К деревянным внутренним перегородкам кронштейны крепят сквозными болтами. У деревянных стен и стен облегченной конструкции нагревательные приборы должны устанавливаться на подставках.

Количество кронштейнов для установки радиаторов принимают из расчета один кронштейн на 1 м² поверхности радиатора, но не меньше трех кронштейнов на радиатор (кроме радиаторов в две секции). Кронштейны устанавливают под шейки радиаторов, а при ребристых трубах - у фланцев.

Радиаторы должны устанавливаться на расстоянии не менее: 40 мм - от пола, 50 мм - от нижней поверхности подоконных досок и 25 мм - от поверхности штукатурки стен.

При установке радиаторов на подставках число последних должно быть: два - при количестве секций до десяти и три - при количестве секций более десяти; при этом верх радиатора должен быть закреплен.

Разборные соединения стояков должны применяться только в местах, где это необходимо для сборки трубопровода.

Соединение труб на сварке должно выполняться с помощью муфт (станочников). Один стык (нижний) должен быть заварен на заводе при изготовлении трубного узла.

При установке нагревательного прибора под окном его край со стороны стояка не должен выходить за пределы оконного проема.

При однетрубной системе отопления с односторонним присоединением нагревательных приборов и открытой прокладкой стояков отопительный стояк должен быть расположен на расстоянии 150 ± 5 мм от кромки оконного проема с устройством подводок к нагревательным приборам длиной не более 400 мм.

Подающие подводки к нагревательным приборам должны иметь уклон от стояка к прибору 10 мм на всю длину подводки. Обратные подводки должны иметь такой же уклон от прибора к стояку, короткие подводки (длиной до 500 мм) можно прокладывать горизонтально.

Подводки к приборам с большим количеством секций подсоединяют с разных сторон.

При длине подводов более 1,5 м необходимо прикреплять их хомутиками к стенам.

В стенах и перекрытиях трубы прокладываются в гильзах. Гильзы должны на несколько миллиметров выступать из пола.

Стояки крепятся для обеспечения свободного вертикального перемещения хомутиками. В жилых зданиях при высоте этажа до 2,7м крепление стояков отопления $d=20$ мм и более необязательно.

Работы по монтажу системы центрального отопления по захваткам выполняет звено из трех человек в составе:

слесарь 4 разряда - 1 человек,

слесарь 3 разряда - 1 человек,

газосварщик 4 разряда - 1 человек.

Работа звеном выполняется совместно. Перед установкой стояка слесарь 4 разряда производит разметку на поверхности стен и перегородок, а слесарь 3 разряда сверлит отверстия для протаскивания труб. Газовую сварку стыков выполняет газосварщик. Возможно совмещение газосварочных и слесарных работ слесарем 5 разряда.

График выполнения работ, производственная калькуляция и материально-технические ресурсы составлены для одного стояка четырехэтажного дома с двумя радиаторами и четырьмя подводками в каждом этаже.

Основные требования к качеству работ:

а) радиаторы должны быть установлены строго вертикально, без перекосов, на высоте от пола не ниже 40 мм, от верха радиатора до подоконной доски - не менее 50 мм. Расстояние от прибора до поверхности штукатурки стены должно составлять не менее 25 мм;

б) вертикальная ось нагревательного прибора при установке под окном должна совпадать с осью оконного проема с допуском отклонением не более 50 мм;

в) приборы, находящиеся в одном помещении, должны быть установлены на одной отметке;

г) расклинивать радиаторные кронштейны в отверстиях деревянными клиньями не разрешается;

д) радиаторы должны опираться шейками на все кронштейны, а ребра секций располагаться отвесно;

е) расстояние между стенами и осями должно быть: 35 мм - при диаметре стояков 15-32 мм и 50 мм - при стояках диаметром 40-50 мм. Допускаются отклонения ± 5 мм;

ж) стояки должны быть проложены строго вертикально.

При производстве работ надлежит соблюдать следующие правила техники безопасности:

а) запрещается соединять и сваривать трубы в подвешенном состоянии;

б) пробивку отверстий в стенах и перекрытиях следует производить в предохранительных очках;

в) запрещается трубы и трубные заготовки прислонять к стене;

г) не разрешается пользоваться неисправными трубными ключами, в том числе ключами со сработанными губками;

д) не следует работать ключами, номера которых не соответствуют диаметру свинчиваемых труб;

е) запрещается надевать обрезки труб на ручки ключей для увеличения силового момента;

ж) при сварочных работах необходимо выполнять правила противопожарной безопасности.

К производству работ по газовой сварке допускаются лица обоего пола не моложе 18 лет, прошедшие обучение и имеющие квалификационные удостоверения.

Газосварщик обязан проходить ежеквартальный инструктаж по технике безопасности и один раз в год - обучение по 10-часовой программе безопасным методам работы.

Газосварщик имеет право приступить к работе только после получения конкретного задания от мастера или производителя работ и получения инструктажа по технике безопасности на рабочем месте.

Газосварщик обязан работать в огнестойкой спецодежде и спецобуви.

Перед работой необходимо проверить плотность шлангов и их присоединений (соединение только хомутиками).

Баллоны с кислородом и ацетиленом переносить на специальных носилках или тележках, оберегая их от ударов.

Баллоны с кислородом и ацетиленом должны храниться на рабочем месте отдельно и должны быть закреплены (расстояние между баллонами не менее 5 м).

Баллоны от открытого огня должны находиться не ближе 10 метров и 1 метра от приборов центрального отопления.

Запрещается курить и зажигать спички в пределах 10 метров от баллонов.

Оберегать кислородные баллоны от попадания на них масла и грязи.

Шланги до присоединения к горелке, должны быть продуты рабочим газом и соответствовать ГОСТу.

При обратном ударе следует немедленно перекрыть ацетиленовый вентиль, а потом кислородный.

Запрещается подтягивать резьбовые соединения редуктора или баллона при открытом вентиле.

Не производить отбор газа из баллона до конца, оставить остаточное давление не менее 0,5 атм.

Не допускать переплетение шлангов со сварочными кабелями.

Снятие колпаков с баллонов производить только вручную - ударять по колпакам молотком или ключом запрещается.

При газовой сварке частей электрооборудования или при производстве работ возле действующего электрооборудования необходимо принять меры против поражения током. О наличии действующего оборудования немедленно поставить в известность прораба или мастера.

На месте тары из-под баллонов с кислородом должна быть надпись "Маслоопасно", а с ацетиленом - "Огнеопасно".

Газосварочную аппаратуру - горелки, резаки, редуктора использовать после проверки каждые 10 дней прорабом или мастером.

ТЕМА 3.3. МОНТАЖ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ВЕНТИЛЯЦИИ

Проект организации работ по установке промышленной вентиляции включает:

- а) календарный план осуществления строительства в целом и отдельных его объектов;
- б) перечень, объем и сроки выполнения работ;
- в) потребность строительства в рабочих, материальных средствах;
- г) мероприятия по организации работ в зимнее время;
- д) должны быть составлены краткие указания по технике безопасности;
- е) составление заявок на материалы, оборудование, определение потребности в рабочей силе;
- ж) производственная увязка вентиляционных устройств со смежными конструкциями и коммуникациями.

Последовательность выполнения работ при подъеме воздухопроводов укрупненными узлами:

- 1) проверить комплектность и качество завезенных на объект деталей и узлов системы вентиляции;

- 2) установить леса, подмости или монтажные вышки в зависимости от высоты монтируемого воздуховода;
- 3) установить средства подъема;
- 4) поднести к месту монтажа детали воздуховода и собрать максимально допустимые укрупненные узлы в зависимости от условий монтажных работ;
- 5) установить подвески;
- 6) собранный узел застропить инвентарными стропами;
- 7) с помощью полиспаста, лебедки или крана поднять узел и укрепить на подвесках;
- 8) проверить правильность смонтированного узла;
- 9) расстропить узел.

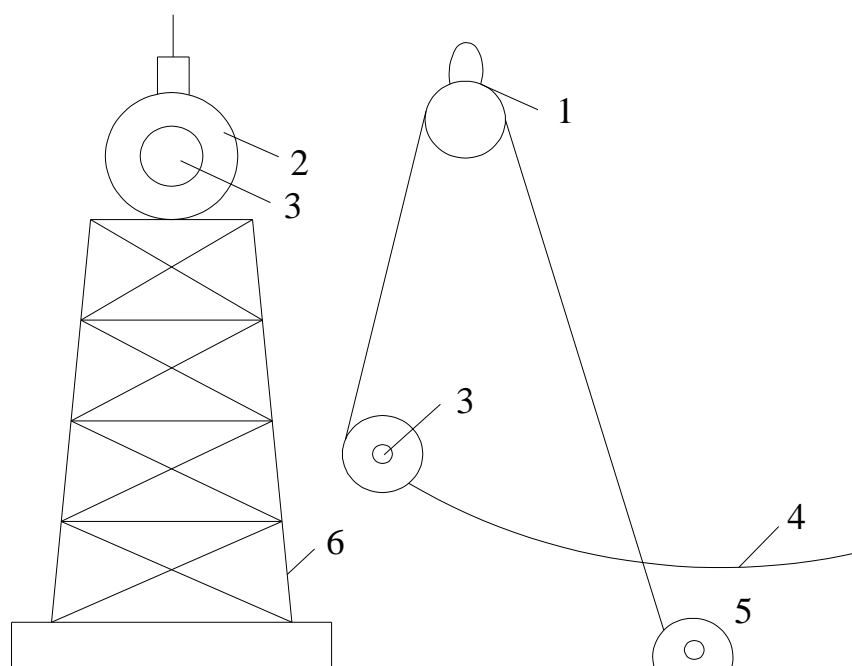


Рис. 9 - Подъем воздуховода:

*1 – подвеска; 2 – хомут; 3 – воздуховод; 4 – оттяжка;
5 – лебедка; 6 – монтажная вышка*

ТЕМА 3.4. ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЗАЩИТЫ СТЕН ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Теплозащита зданий зависит от теплоизолирующей способности ограждающих конструкций здания (стены, перекрытия, крыша, окна и двери).

В наружных стенах слои теплоизоляции могут устанавливаться на внешней стороне наружной стены – называется наружное утепление и на внутренней – внутреннее утепление.

Внутреннее утепление подходит для помещений которые надо быстро нагреть или использовать в короткие промежутки времени (залы собраний, концертные помещения, церкви).

Теплоизоляция в случаях мостиков холода

Мостики холода являются единственным местом, которые имеют минимальную теплоизоляцию по сравнению с основной конструкцией.

Так как через них уходит огромное количество тепла и температура на внутренней поверхности минимальная – это может привести к конденсату. Поэтому мостики должны предотвращаться строительными материалами.

Организация и технология выполнения работ по устройству скрепленной теплоизоляции

До начала работ следует выполнить:

- осмотр строительного объекта;
- разработать проект производства работ;
- выполнить планировку и устройство строительной площадки возле утепляемого объекта;

- установку лесов и люлек, подъемников для поднятия на требуемую высоту материалов, инструментов и приспособлений;

- доставка на строительную площадку строительных материалов.

Работы по устройству скрепленной теплоизоляции выполняются по следующей последовательности:

- прикрепляют перфорированные цокольные профили к нижней части здания по периметру;

- грунтуют подготовленные поверхности наружных ограждающих конструкций;

- приготовление и нанесение клеевой растворной смеси на поверхность плит утеплителя и приклеивание их к поверхности ограждающих конструкций;

- заполнение уплотняющим материалом мест примыкания плит утеплителя к оконным и дверным рамам;

- закрепление плиты утеплителя дюбелями;

- установление полиэтиленовых жгутов в местах устройства деформационных швов скрепленной теплоизоляции;

- нанесение гидрозащитной растворной смеси на слой утеплителя;

- проклеивание стеклосеткой по слою теплозащиты;

- приготовление растворной смеси для устройства отделочного покрытия;

- заполнение деформационных швов и мест примыкания плит к оконным и дверным рамам герметизирующим материалом (акрил);

- нанесение отделочного раствора на поверхность фасада;

- укрепление в нижних частях оконных проемов металлических козырьков;

- отделка поверхности фасада декоративно-защитным составом.

Скрепленная теплоизоляция является конструктивной частью здания и представляет собой многослойную систему (рис. 10):

- слой клеевого раствора – 15 мм;
- плитный утеплитель – 150 мм;
- слой гидрозащиты – 1-3 мм;
- декоративно-защитный – 1,5 мм.

Для повышения пожарной безопасности выполняется с использованием пенополистирольных плит в зданиях и сооружениях высотой до 25 этажей, оконные и дверные проемы необходимо обрамлять негорючим материалом (стекловолокно, базальтоволокно).

На глухих стенах сооружений и зданий выше 47 м обустраивают противопожарные горизонтальные пояса из негорючего утеплителя через каждые 3 этажа.

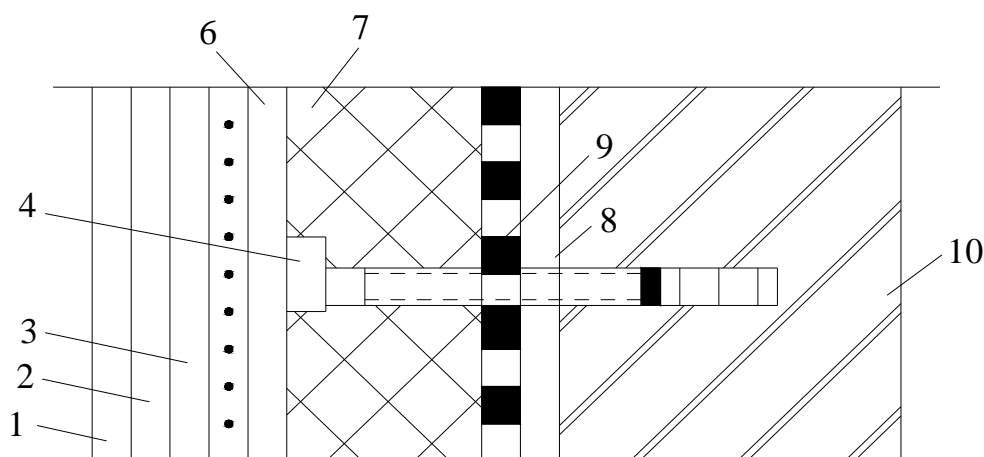


Рис. 10 - Закрепление скрепленной теплоизоляции (схема):

1 – слой декоративного раствора; 2, 8 – первый слой гидрозащитного раствора; 4 – дюбель; 5 – стеклосетка; 6 – второй слой гидрозащитного раствора; 7 – плитный утеплитель; 9 – слой клеевого раствора; 10 – наружная стеновая конструкция

ТЕМА 3.5. МОНТАЖ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ПРИЕМА ИХ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ

Компоновка котельных. Выбор места расположения котельной зависит от архитектурных условий, уровня грунтовых вод, возможности рационально разместить склад топлива.

Площадь основного котельного помещения определяют после выбора типа котлов и расчета их количества. Их размещают фронтом к стене имеющей окна. Расстояние между котлами должно быть не менее 1 м, а между крайним котлом и ближайшей стеной – 0,7 м.

Расстояние от стены до фронта котлов принимают не менее 3 м, если топливо подается в тележках при сжигании котлах газа – 2 м.

Выходные двери котельной исходя из правил техники безопасности должны открываться наружу и снабжаться тамбурами во избежание взрывов.

Насосные и дутьевые агрегаты устанавливают с проходами шириной 0,7 м, что необходимо для их обслуживания. При их установке предусматривается звукоизоляция. Для этого устраивается специальное основание и гибкие вставки из термостойкого резинового шланга на всасывающем и нагнетающем трубопроводе вблизи насоса.

Хранение топлива. Твердое топливо хранят на открытых и закрытых складах. Расчетную вместимость склада определяют по расходу топлива соответственно тепловой нагрузке котельной при средней температуре в самом холодном месяце.

Монтаж котельных установок: трубопроводы в котельных соединяются в основном сваркой, при этом следует изготовить достаточное количество резьбовых соединений и фланцевых. Аппаратуру и КИП (манометры и т.д.) помещают в освещенных, удобных для обслуживания мест. Не допускается заделка арматуры в толщу стены. Уклоны труб должны быть направлены в сторону водоспускных устройств, а подъем их в сторону

воздухоудаляющих устройств. Монтаж котельных с чугунными котлами начинают только при полной строительной готовности котельного помещения.

В зависимости от местных условий и степени готовности здания применяются различные варианты подачи оборудования. Если имеется проем, то в перекрытии котельной оборудование спускают строительным или легким передвижным краном. Если проема нет, то краном снимают оборудование с автомашины и складывают его у входа в котельную.

Сборке чугунных котлов должно предшествовать устройство топки и газоотходов из огнеупорного и керамического кирпича с закладкой балочек, а также установка лесов.

Сначала очищают от грязи поверхность ниппелей и ниппельных гнезд во всех секциях и поднимают на подмости тыловые секции, под места из установки подкладывают два слоя асбестового картона. Поместив на них секции, выверяют положение по горизонтали и вертикали и закрепляют. Затем поднимают на подмости и устанавливают на прокладки средние секции правой половины котла, попарно соединяют их коленчатыми патрубками с тройником, зазоры между секциями не более 3 мм. Далее устанавливают прямые патрубки, снимают монтажные болты и ставят крепежные постоянные. Следующим этапом является испытание котла гидравлическим давлением. Затем заканчивают обмуровочные работы, изолируют поверхность котла изоляционной мастикой (70% белой глины и 30% мелкого асбеста), установка и закрепление плиты, топочной дверцы, дутьевой коробки, комплекта противовеса.

Установку центробежных насосов или дутьевых центробежных вентиляторов начинают с проверки соответствия отверстий в фундаменте крепежной болтам раме насосного или дутьевого агрегата. На фундамент укладывают два деревянных бруска и на них помещают агрегат. Анкерные болты опускают в гнезда и наворачивают на них гайки. Последней и самой

ответственной операцией является выверка насоса – установка его в строго горизонтальном положении. Не допустима утечка воды через сальники арматуры.

Перед испытанием котлы следует отключить от трубопроводной системы отопления. Водогрейные стальные и чугунные котлы испытывают водой на давление равное 1,5 рабочего, паровые – 2 кг силы/см².

Наружный осмотр включает:

- прочность крепления оборудования;
- соответствие частоты вращения электрического двигателя насосов и дутьевых вентиляторов, принятых в проекте;
- состояние ременных передач;
- поверхность нагрева котлов;
- исправность арматуры;
- наличие и исправность КИП.

ИСТОЧНИКИ

1. Авдолимов Е. М. Реконструкция водяных тепловых сетей. – М., Стройиздат, 1990. – 304 с.
2. Бережнов І. О., Шульга М.О. Улаштування і експлуатація теплових і газових мереж. – К., 1992. – 123 с.
3. Богословский В.Н., Кокорин О.Я., Петров Л.В. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. - М.: Стройиздат, 1985. - 336 с.
4. Говоров В.П., Зарецкий Е.Н., Рабкин Г.М. Производство вентиляционных работ . - М.: Стройиздат, 1982. - 312 с.
5. Госселин С., Гор Б. Оптимизация порядка проведения контроля трубопроводов и оборудования на основании концепции риска. Передача методики контроля на АЭС Украины. 1999.- 87 с.
6. ГОСТ 26-2044-83. Швы стыковых и угловых сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Методика ультразвукового контроля.
7. Долин П.А. Справочник по технике безопасности. – М., Энергоатомиздат, 1984.
8. Егiazаров А.Г. Устройство и изготовление вентиляционных систем. - М.: Высшая школа, 1987. - 304 с.
9. Журавлев Б.А., Загальский Г.Я. и др. Наладка и регулирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха. - М. Стройиздат, 1980. - 447 с.
10. Заславский В.А., Каденко И.Н. Роль и место методов неразрушающего контроля для обеспечения надежности и долговечности сложных систем с высокой ценой отказа// Информационно рекламный бюллетень. "Неразрушающий контроль". - 1999.-№1.-С. 15-22.
11. Ионин А.А. Газоснабжение: Учеб. для вузов. – 4-е изд., переработанное и дополненное. – М.: Стройиздат, 1989. – 439 с.
12. Капустянюк П.А., Кузин А.К., Макаровский Е. Л. И др.. Альтернативная энергетика и энергосбережение: современное состояние и перспективы: Уч. пособие. – Харьков. 2004 г. 312с.
13. Капцов И.И., Гвоздецкий А.В., Редько А.А. Методы монтажа сантехнических систем из неметаллических труб.-Харьков: ХНАГХ, 2004.-141ст.
14. Макаренко А.И., Седак А.С. Рациональное управление газовым хозяйством.-Киев:ИЗМН,1998.-252с.
15. Манюк В. И. Каплинский Я. И. и др. Справочник. Наладка и эксплуатация водяных тепловых систем. – М., Стройиздат, 1988. – 432 с.
16. Орлов Г.Г. Инженерные решения по охране труда в строительстве. Справочник. – М.: Стройиздат, 1985.

17. Орлов Г.Г. Инженерні рішення з охорони праці. – К.: Будівельник.
18. Павлов И.И., Федоров М.Н. Котельные установки и тепловые сети. – Москва, Стройиздат, 1986. – 232 с.
19. Правила безпеки систем газопостачання України. – К.:1998. – 328.
20. Правила пожежної безпеки України. – К.:Укрархбудінформ,1995.
21. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. – К.:2000. – 297с.
22. Сварка и резка в промышленном строительстве. В 2-х т., Т.2. /Под ред. Малышева Б.Д. -3-е изд. перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1989.-400с.
23. Сідак В.С. Інноваційні технології в діагностиці та експлуатація систем газопостачання.-Харків: ХНАМГ,2005.-227с.
24. СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети. – М. Стройиздат, 1988. – 46 с.
25. СНиП 3.05.02-88 "Газоснабжение". – М.: Стройиздат, 1989 – 67 с.
26. Справочник сантехника. / И.А.Бережнов, В.Д. Кузнецов, В.В. Медведев и др. - Харьков: Прапор, 1987. - 205 с.
27. Справочник эксплуатационника газовых котельных. Под ред. Столпнера Е.Б. – Л.: "Недра", 1976 – 527 с.
28. Справочник эксплуатационника газовых котельных. Под редакцией Столпнера Е.Б. – Л. "Недра", 1976 – 527 с.
29. Тарасюк В.М. Эксплуатация котлов. – К.: Основа, 2005. – 288 с.
30. Тихомиров Н.В., Сергиенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. - М.: Стройиздат, 1991. - 479 с.
31. Хазанов И.С. Эксплуатация, обслуживание и ремонт вентиляционных установок машиностроительных предприятий. - М. Машиностроение.- 1976.- 294 с.
32. Харланов С.А., Степанов В.А. Монтаж систем вентиляции и кондиционирования воздуха. - М.: Высш. шк., 1986. - 224 с.
33. Чеботарев В.П. Справочник работника газифицированных котельных. – К.:Основа, 2000 – 296 с.
34. Шульга Н.А. Ремонт инженерных систем зданий. – К., Вища школа, 1991.
35. Щекин И. Р. Повышение энергетической эффективности вентиляционно- отопительных систем. – Харьков. 2003 - 160 с.

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

ГАПОНОВА Людмила Вікторівна

Конспект лекцій
з навчальної дисципліни

«Технологія будівельного виробництва та монтажу систем теплогазопостачання і вентиляції»

(для студентів 4 курсу денної і заочної форм навчання,
слухачів другої вищої освіти напряму (0921) 6.060101 «Будівництво»,
спеціальності 7.092108 (7.06010107) «Теплогазопостачання і вентиляція».

(Рос. мовою)

Редактор *З. І. Зайцева*

Комп'ютерне верстання *І. В. Волосожарова*

План 2009, поз. 56Л

Підп. до друку 18.10.2011 р.

Друк на ризографі

Тираж 50пр.

Формат 60x84/16

Ум. друк. арк. 4,7

Зам. №

Видавець і виготовлювач:

Харківська національна академія міського господарства,
вул. Революції, 12, Харків, 61002

Електронна адреса: rektorat@ksame.kharkov.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:

ДК № 4064 від 12. 05. 2011 р.