

УТВЕРЖДАЮ:
Генеральный директор
ООО «Новые Трубные Технологии»
А.Ф. Степченко



**СТЕКЛОПЛАСТИКОВЫЕ ТРУБЫ
ПРОИЗВОДСТВА ООО «НТТ»**

РУКОВОДСТВО ПО УСТАНОВКЕ

Первая редакция

2007 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ВВЕДЕНИЕ.....	4
2.	ПОГРУЗКА/РАЗГРУЗКА, ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ	5
2.1.	Входной контроль труб	5
2.2.	Восстановительный ремонт.....	6
2.3.	Правила обращения с изделиями при погрузке/разгрузке и транспортировке...	6
2.4.	Укладка труб на площадках складирования или хранения	8
2.5.	Условия хранения труб и вспомогательных материалов	9
3.	СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ ТРУБ В ТРУБОПРОВОДЕ	10
3.1.	Типы соединений.....	10
3.1.1.	<i>Муфтовое соединение</i>	10
3.1.2.	<i>Механическое соединение</i>	11
3.1.3.	<i>Фланцевые соединения</i>	11
3.1.4.	<i>Ламинированное (клеевое) соединение</i>	12
3.2.	Монтаж трубопровода	12
3.2.1.	<i>Монтаж муфтового соединения</i>	12
3.2.2.	<i>Монтаж механического соединения</i>	16
3.2.3.	<i>Монтаж фланцевых соединений</i>	17
3.2.4.	<i>Выполнение клеевого (ламинированного) соединения</i>	18
4.	ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА.....	20
4.1.	Параметры стандартной траншеи.....	20
4.2.	Подсыпка под укладку трубы (постель)	23
4.3.	Материалы для засыпки траншеи	24
4.4.	Способы укладки	25
4.5.	Габариты траншеи.....	26
4.6.	Другие способы укладки труб	31
4.7.	Анкерные блоки, заделка трубы в бетон,	34
4.7.1.	<i>Защита от внутренних нагрузок</i>	34
4.7.2.	<i>Заделка в бетон</i>	37
4.7.3.	<i>Монтаж в проходах (люки, технологические лазы, стенки)</i>	38
4.8.	Монтаж арматуры и камер.....	40
4.8.1.	<i>Монтаж клапанов и задвижек</i>	41
4.8.2.	<i>Монтаж предохранительных клапанов и специальных задвижек</i>	43
4.9.	Монтаж в футлярах (тоннелях, рукавах).....	43
4.9.	Подгонка размеров труб в полевых условиях	45
4.9.1.	<i>Корректировка длины</i>	45

4.9.2. <i>Монтаж замыкающей секции трубопровода</i>	45
4.10. Засыпка трубопровода	46
4.10.1. <i>Общие положения</i>	46
4.10.2. <i>Особенности засыпки стеклопластиковой трубы</i>	47
5. ПРЕДПУСКОВЫЕ РАБОТЫ НА ТРАССЕ ТРУБОПРОВОДА	49
5.1. Контроль смонтированного трубопровода	49
5.2. Корректировка сверхнормативных отклонений диаметра после укладки труб.	50
6. ИСПЫТАНИЯ	50
6.1. Гидравлические испытания в полевых условиях.....	51
6.2. Оборудование для полевых испытаний соединений.....	52
6.3. Пневматические испытания в полевых условиях	52
6.4. Критерии приемки участка трубопровода в эксплуатацию.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	55
Классификация грунтов	55

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ разработан исключительно для стеклопластиковых труб, выпускаемых по стандартам ООО «НТТ». Точные процедуры транспортировки, подготовки траншеи, укладки, засыпки, и испытаний стеклопластиковых трубопроводов производства ООО «НТТ» зависят от многих факторов, включая характеристики и назначение трубопровода; его диаметр, рабочее давление и рабочие условия; его размещение. На процедуры укладки так же влияет глубина траншеи, характер природного грунта, и свойства материалов засыпки.

Данное руководство содержит краткое описание наиболее общих требований, не включая подробности, которые различаются для конкретных проектов. Более подробную информацию и консультации можно получить в Инженерном Центре ООО «НТТ».

Настоящее руководство подготовлено специалистами ООО «НТТ» и предоставляется в качестве вспомогательного материала. В любом случае при проведении комплекса строительно-монтажных работ использование данного руководства не должно исключать проведение работ в соответствии с действующими нормативными документами, утвержденными Госстроем СССР (РФ): СНиП 3.01.01-85, СНиП III-4-80, СНиП 3.02.01-87, СНиП 3.05.04-85, СНиП 3.01.03-84, СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002, СНиП 1.04.03-85, СНиП 3.01.04-87, СНиП 2.05.03-84.

При производстве работ на монтаже стеклопластиковых трубопроводов необходимо соблюдать правила техники безопасности и охраны труда, установленные СНиП 111-4, ВСН 003, РД 102-011, ПБ 03-108, РД 08-200, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.03.009, ГОСТ 12.03.003 для трубопроводов соответствующего назначения.

Данный документ разработан с учетом требований, изложенных в российских нормативных документах. При его разработке были также использованы материалы, предоставленные поставщиком оборудования для изготовления стеклопластиковых труб методом непрерывной намотки - компанией Tescobell Ltd London.

Следует внимательно ознакомиться содержанием руководства. Если покупатель не получил особых предписаний для процедуры установки, необходимо соблюдать приведенные здесь процедуры, характерные для стеклопластиковых труб, изготовленных по технологии непрерывной намотки, что обеспечит нормальную эксплуатацию продукции ООО «НТТ».

В соответствии с условиями поставки, ООО «НТТ» гарантирует, что продукция не имеет производственных дефектов, если устанавливается в соответствии с требованиями данного руководства и подвергается воздействию рабочих условий представленных покупателем.

ООО «НТТ» не несет ответственности за установку, если иные процедуры не согласованы. Владелец, проектант или подрядчик несут ответственность за проектирование системы и все процедуры по установке, проверке, а также за удовлетворительную работу трубопровода.

В данном руководстве рассматриваются вопросы только подземной установки трубопровода. В случаях подводной и наземной прокладки необходимо обращаться в Инженерный Центр ООО «НТТ».

По запросу подрядчика ООО «НТТ» предоставляет услуги квалифицированного специалиста Инженерного Центра.

Стандартные действия специалиста Инженерного Центра включают в себя:

- Консультации по “Руководству по установке” и особые рекомендации по установке специалистам Подрядчика перед началом установки.
- Посещение строительной площадки при прокладке трубопровода для наблюдения за раскопкой траншеи, подготовкой основания трубопровода, укладкой трубы и засыпкой трубы.
- При необходимости, посещение строительной площадки во время первого гидравлического испытания для наблюдения за подготовкой к испытанию, проверки установленного трубопровода, условий испытаний и окончательных результатов.

Если у покупателя возникли вопросы по установке труб производства ООО «НТТ», необходимо обращаться непосредственно к персоналу Инженерного Центра ООО «НТТ», если возможно, перед началом проектирования, или перед началом установки.

2. ПОГРУЗКА/РАЗГРУЗКА, ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ

2.1. Входной контроль труб

При получении от изготовителя на месте строительства все трубы должны быть осмотрены, чтобы удостовериться в соответствии поставки заданным параметрам и в отсутствии повреждений при транспортировке. В зависимости от хранения после разгрузки, места строительства, и других факторов, которые могут повлиять на характеристики труб, может понадобиться повторная проверка труб непосредственно перед установкой. Осмотр поставленных труб после транспортировки предполагает следующие действия:

1. Полный осмотр всей партии. Если груз прибыл неповрежденным необходимо провести обычный осмотр труб и других изделий при разгрузке, чтобы удостовериться, что все доставленное прибыло без повреждений.

2. Если в процессе транспортировки груз сдвинулся или получил повреждения, необходимо тщательно осмотреть каждое изделие. Как правило, достаточно внешнего осмотра, чтобы обнаружить какое-либо повреждение.

3. Если в процессе контроля доставки будет обнаружен любой дефект или повреждение необходимо поврежденные изделия отложить от общей партии и сообщить об обнаруженном изготовителю и перевозчику.

Дальнейшие действия зависят от того, каким образом была организована доставка труб и других изделий (соединений, фасонных деталей и проч.).

Запрещается использование труб и изделий, которые повреждены или имеют дефекты. В таблице 1 указаны критерии приемки труб на строительной площадке.

Таблица 1

Критерии приемки труб.

Вид дефекта	Описание	Критерий приемки при доставке	Действия по устранению
Расщепление	Небольшие кусочки, отделившиеся от края или поверхности. Если повреждены волокна, повреждение определяется как трещина	Если на поверхность выходят неповрежденные волокна; или волокна не видны, но в области более 5 x 5мм отсутствует полимер. Если волокна не видны, а область без полимера менее 5 x 5мм.	Косметический ремонт. Принять
Трещина	Отделение ламината, видимое на обратной поверхности, и часто проходящее через всю стенку. Усилительные волокна обычно видны или сломаны.	Не разрешается	Признать негодным.
Волосные трещины	Тонкие волосные трещины на или под поверхностью ламината. Область не просматривается как при трещинах.	Трещины длиной больше 25мм Трещины длиной меньше 25мм	Косметический ремонт. Принять
Разлом	Разрыв ламината с полным проникновением. Большинство волокон сломано. Выглядит как более светлая зона с внутрислойным разделением.	Не разрешается	Признать негодным.

«Новые Трубные Технологии»
РУКОВОДСТВО ПО УСТАНОВКЕ

Вид дефекта	Описание	Критерий приемки при доставке	Действия по устранению
Следы царапин	Поверхностные следы, возникшие в результате неправильной транспортировки. Если усиленные волокна сломаны, повреждение определяется как трещина.	Если на поверхность выходят неповрежденные волокна; или волокна не видны, но в области более 10х10мм отсутствует полимер. Если волокна не видны, а область без полимера менее 10х10мм.	Косметический ремонт. Принять

2.2. Восстановительный ремонт

Обычно изделия с незначительными повреждениями могут быть восстановлены на месте проведения монтажных работ квалифицированным персоналом после консультации с изготовителем. В случае, если остались сомнения в состоянии восстановленных изделий необходимо отказаться от их использования.

Если монтаж производится под контролем представителя изготовителя (или специалиста Инженерного Центра НТТ), указанные специалисты помогут определить, требуется ли ремонт, и насколько это возможно и целесообразно. Они могут составить перечень работ по ремонту и при необходимости обеспечить требуемые материалы и квалифицированный технический персонал. Объем восстановительных работ может сильно варьироваться в зависимости от толщины трубы, структуры и состава материала стенки, области применения, а также типа и размеров повреждения.

Ремонт изделий на месте монтажа необходимо производить в соответствии с «Руководством по ремонту и эксплуатации».

2.3. Правила обращения с изделиями при погрузке/разгрузке и транспортировке

Разгрузка поставленных изделий (труб) производится под ответственность клиента.

Для поднятия изделий используйте мягкие стропы, тросы или ремни. Не разрешается использовать стальные тросы, если только они не имеют мягкого пластикового покрытия для предотвращения возможных повреждений поверхностей изделий.

Рекомендуется использовать ремни шириной минимум 80 мм.

Особую осторожность следует соблюдать для предотвращения повреждений торцов (концов) труб и фасонных изделий. Поднятие при помощи крюков за концы строго запрещено.

При манипуляциях с трубами и изделиями категорически запрещается их бросать, подвергать ударам или другим резким воздействиям, в особенности - концы труб и изделий.

Если в любое время при процедурах погрузки/разгрузки или установки трубопровода произойдет любое повреждение типа сколов, трещин, или изломов, повреждения должны быть восстановлены (отремонтированы) прежде, чем данный фрагмент трубопровода будет установлен.

Во время перемещения концы труб и фасонных изделий должны быть защищены.

Защита может состоять из деревянных досок или полос мягкого пластика, которые крепятся на концы при помощи мягких ремней.

В зависимости от размеров труб и изделий их необходимо поднимать, расположив стропы в одной или в двух точках, сбалансировав их соответствующим образом (см. рис.1 и рис.2).

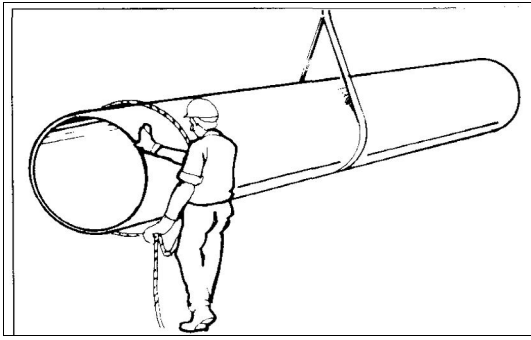


Рис.1.

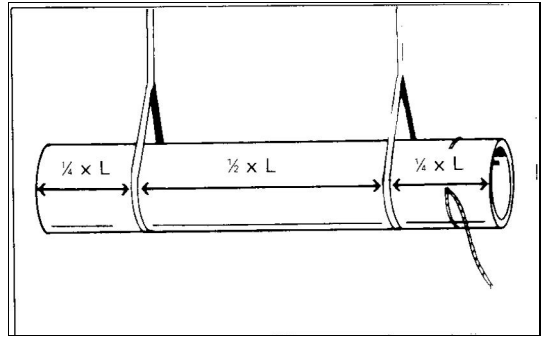


Рис.2.

Трубы номинального диаметра до 1400 мм могут быть упакованы для перемещения и перевозки в пакеты. Пакеты могут быть обработаны, с использованием строп в двух точках, как показано на рис.3

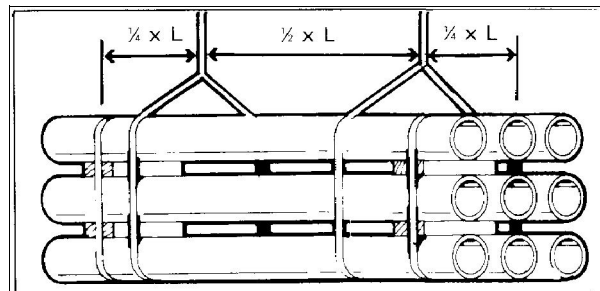


Рис. 3.

При транспортировке трубы должны укладываться на деревянные перекладины, надежно прикрепленные к дну грузовика. Деревянные перекладины так же размещаются между слоями труб (см. рис.4).

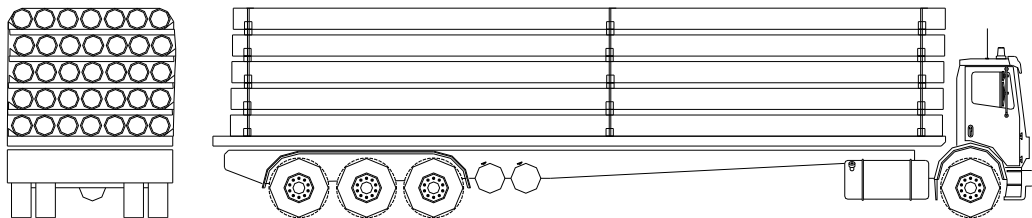


Рис. 4

Для крепления самых крайних труб используются клинья для предотвращения движения во время транспортировки.

Для предотвращения движения внутренних труб во время транспортировки и их повреждений между ними рекомендуется укладывать резиновые прокладки.

Для того чтобы удерживать все трубы вместе, весь ряд следует обмотать защищенными стальными или пластиковыми лентами. Кроме того, по бортам грузовика должны находиться вертикальные стойки, гарантирующие неподвижность и сохранность труб при транспортировке на неровных и наклонных участках дороги.

Для уменьшения стоимости транспортировки трубы могут быть упакованы телескопически (вложены одна в другую). В этом случае необходимо руководствоваться специальными инструкциями для разгрузки, обработки, хранения и транспортировки с использованием вилчатого подъемника. Погрузка/разгрузка труб производится по одной, начиная с трубы самого большого/маленького диаметра. Манипуляции производятся с осторожностью, не допуская задевания труб друг о друга. (см. рис. 5)

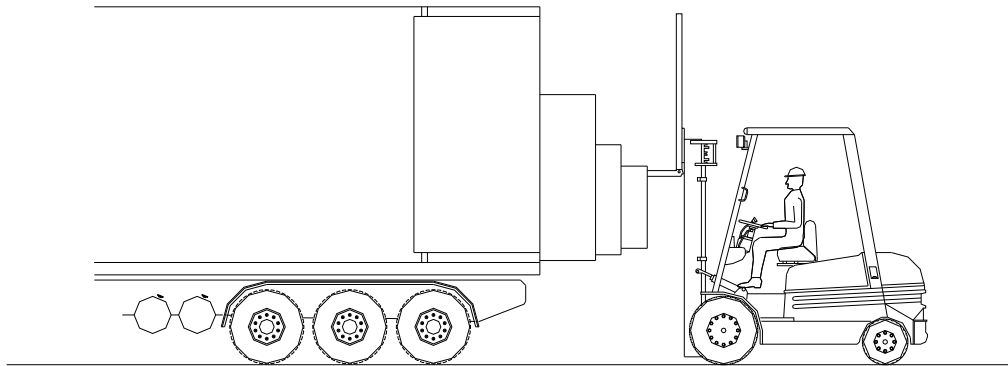


Рис. 5

При обработке таких пакетов должны соблюдаться следующие общие процедуры:

1. Всегда необходимо снимать (поднимать) вложенную связку, используя по крайней мере две стропы (рис.6). Необходимо использовать стропы достаточной прочности, ввиду большого веса пакета. Прочность строп может быть рассчитана по весовым характеристикам труб (см. Технические условия).

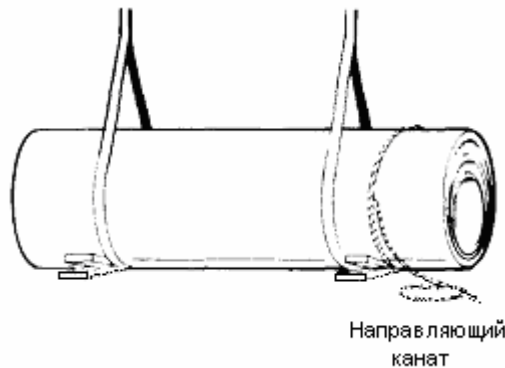


Рис.6

2. Вложенные трубы обычно лучше всего сохраняются в транспортной упаковке. Накопление этих пакетов на площадке складирования (хранения) нежелательно. Не рекомендуется укладывать такие пакеты труб в штабеля, если это не оговорено специально.

3. Пакеты вложенных одна в другую труб могут безопасно транспортироваться только в оригинальной транспортировочной упаковке. Специальные требования, если таковые вообще имеются, по точкам опоры, условиям размещения и/или закрепления при транспортировке должны быть определены для каждого проекта.

4. Удаление упаковки и извлечение труб из пакета лучше всего выполнять на специально подготовленной площадке. Как правило, на площадке должны быть установлены три или четыре фиксированные опоры, рассчитанные на внешний диаметр самой большой трубы пакета. Извлечение из пакетов каждой внутренней трубы производят, слегка приподняв ее, на специальной вставляемой в нее штанге, таким образом, чтобы она не касалась остальных труб (см. рис.5). Если вес, длина трубы и/или другие ограничения оборудования препятствуют использованию этого способа, процедуры извлечения внутренней трубы из пакета должны быть определены отдельно для каждого проекта.

2.4. Укладка труб на площадках складирования или хранения

Укладка труб и фасонных изделий при складировании или хранении должна, как правило, производиться на деревянные перекладины или поддоны на ровную поверхность с обеспечением возможности зацепления изделий стропами для подъема и перемещения.

Если необходимо уложить трубы друг на друга, следует использовать как минимум три деревянные перекладины для каждой секции трубы (для малых диаметров – на расстоянии порядка 3 метров) – см. рис. 7.

Когда трубы хранятся на открытом пространстве, необходимо обеспечить крепление для предотвращения их движения или раскатывания от сильного ветра. С боков трубы должны быть зафиксированы, для избегания раскатывания (можно использовать клинья).

Во время кладки целесообразно пользоваться данными таблицы 2.

Таблица 2

Высота кладки и количество рядов

Диаметр	300 - 500	600 - 800	900 - 1400	> 1500
Количество рядов	9 - 4	4 - 3	2	1
Максимальная высота кладки	< 2.4 м	< 2.6 м	< 2.8 м	Диаметр.

Накопление в штабелях труб диаметром более 1500 мм не рекомендуется.

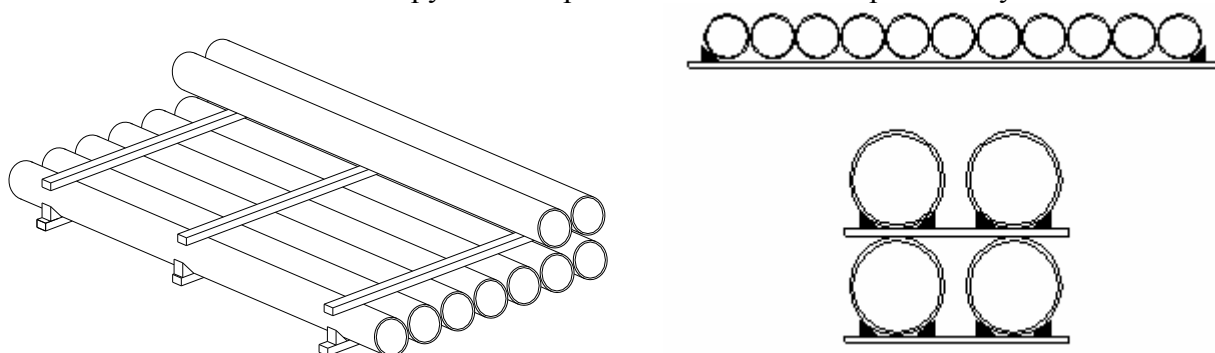


Рис.7.

Максимальные отклонения труб при хранении не должны превышать значений, приведенных в таблице 3. Выпуклости, плоские области или другие резкие изменения формы труб не допускаются. Хранение труб с возникающими отклонениями диаметров вне этих ограничений может привести к повреждению трубопровода при монтаже и эксплуатации.

Таблица 3

Максимальные отклонения при хранении труб

Класс жесткости, Па	Максимальное отклонение (% от диаметра)
1 250	3.0
2 500	2.5
5 000	2.0
10 000	1.5

2.5. Условия хранения труб и вспомогательных материалов

Трубы и фитинги. Если трубы хранятся при температуре выше 20°C в течение длительного времени, высота кладки не должна превышать 2 м для того чтобы избежать овализации труб нижнего ряда. Так же следует избегать проведения работ с открытым пламенем в непосредственной близости от труб. В остальном - трубы и фитинги не подвергаются действию условий окружающей среды. Не существует ограничений по влажности, по наличию морской атмосферы, по загрязняющим веществам в атмосфере.

Полимеры и стекловолокно. При хранении, такое сырье как полимеры, ацетон и пероксидный катализатор должно быть строго отделено друг от друга, и должно храниться при комнатной температуре (25°C) или ниже.

Эти материалы являются легковоспламеняющимися и должны храниться подальше от открытого огня и источников тепла. Неподходящие условия хранения приводят к сокращению срока хранения. При правильных условиях, гарантируемый срок хранения составляет 6 месяцев.

Полимер и другие химикаты следует хранить в их первоначальной таре или других бочках, в помещении, в сухом, темном и вентилируемом месте при температуре примерно 25°C. В этом случае средний срок хранения составит 6 месяцев.

Если температура хранения выше 25°C, стандартный срок хранения полимеров и

добавок станет короче, и будет тем короче, чем выше температура хранения.

Напротив очень низкая температура может привести к кристаллизации полимера. Полимер будет иметь молочный загустевший вид, но при этом не произойдет ухудшения его качеств или сокращения срока годности. Перед использованием нагрейте его до 40-50°C и тщательно перемешайте.

Если полимер случайно разлился, его следует собрать при помощи песка или опилок, а затем промыть поверхность ацетоном или биологически разложимым моющим средством.

В случае пожара, можно использовать огнетушители с CO₂, сухие огнетушители или воду (вблизи электрических кабелей следует использовать только огнетушители с CO₂ или сухие огнетушители).

При обращении с полимерами, рекомендуется использовать резиновые перчатки для избежания прямого контакта с кожей. В случае контакта полимера с кожей, его следует удалить при помощи большого количества ацетона, а затем ополоснуть кожу водой.

Стекловолокно следует хранить в помещении в плотно закрытых пластиковых упаковках для защиты от влажности и предотвращения впитывания влаги. Стекловолокно не чувствительно к температуре. При хранении в соответствующих условиях стекловолокно имеет неограниченный срок хранения.

Акселератор. В случае протечки акселератора его следует собрать при помощи ветоши, которую затем можно уничтожить. После этого загрязненную поверхность следует протереть ацетоном. В случае пожара необходимо действовать, как указано выше.

В случае контакта с кожей, поврежденная зона должна быть несколько раз промыта мылом и водой.

Катализаторы. При обращении с пероксидным катализатором, следует соблюдать особую осторожность для избежания контакта с глазами и кожей.

В случае попадания вещества, поврежденные зоны следует тщательно промыть водой, а затем раствором, содержащим 2% борной кислоты или 5% аскорбиновой кислоты.

В случае пожара необходимо действовать, как указано выше.

Уплотнения и смазка. В основном для втулочных уплотнителей, фланцевых уплотнителей, упорных и поддерживающих уплотнителей используется материал четырех типов: SBR (бутадиен-стирольный каучук), NBR/HNBR, REKA EPDM и FPM. Уплотнительные кольца, поставляемые отдельно от соединительных муфт, должны храниться в оригинальной упаковке оригинала и в защищенном от света месте до начала операций соединения секций труб при монтаже. Уплотнения должны быть защищены от воздействия смазки или масел, которые являются продуктами переработки нефти, а также от растворителей и других вредных веществ.

Емкости, в которых поставляется смазка для уплотнений, должны храниться в условиях, исключающих их повреждение. В тех случаях, когда смазка из емкости используется не полностью, емкость должна быть вновь тщательно запечатана, чтобы предотвратить загрязнение смазки.

3. СОЕДИНЕНИЯ ДЛЯ ТРУБ В ТРУБОПРОВОДЕ

3.1. Типы соединений

При монтаже трубопроводов из стеклопластиковых труб используются большей частью соединительные муфты, а также другие типы соединительных элементов – фланцы, механические (ремонтные) муфты, как неразъемное соединение применяется клеевое (ламинированное) соединение.

3.1.1. Муфтовое соединение

Стеклопластиковая труба производства ООО «НТТ», изготавливаемая по технологии непрерывной намотки, обычно поставляется с установленной в заводских условиях муфтой ООО «НТТ» на одном конце трубы. Муфты комплектуются уплотнителями специального профиля из эластомера REKA EPDM, контактирующего с поверхностью трубы, подготовленной для муфтового соединения. Трубы и муфты также могут поставляться

отдельно.

Гидравлическое уплотнение в муфтовом соединении достигается благодаря:

- давлению переносимой жидкости на язычки профиля;
- сжатию профиля из эластомера между наружной поверхностью трубы и внутренней поверхностью муфты.

Муфтовые соединения применяются для всех номинальных диаметров труб (включая 2600 мм) и до номинального давления 20 атм. (см Технические условия ТУ 2296-003-99675234-2007 и ТУ 2296-004-99675234-2007).

Муфты ООО «НТТ» изготавливаются двух типов: без центрального упорного кольца (рис. 8) и с центральным упорным кольцом (рис. 9). На рис. 8 и 9 показаны проточки (пазы) под установку уплотнительных (крайних) колец и центрального упорного кольца.



Рис. 8.

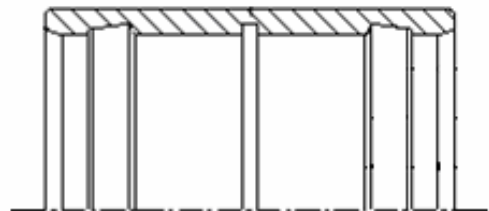


Рис. 9.

3.1.2. Механическое соединение

Механическое или ремонтное соединение выполняется с использованием стальных обжимных муфт (рис. 10). Обычно такие муфты изготавливаются из нержавеющей стали или имеют специальное антикоррозийное покрытие. Материал внутренних уплотнительных колец – РЕКА EPDM. В случаях, когда монтаж осуществляется в стесненных условиях и/или необходимо перемещение муфты по трубе, предпочтительно использование механических муфт.

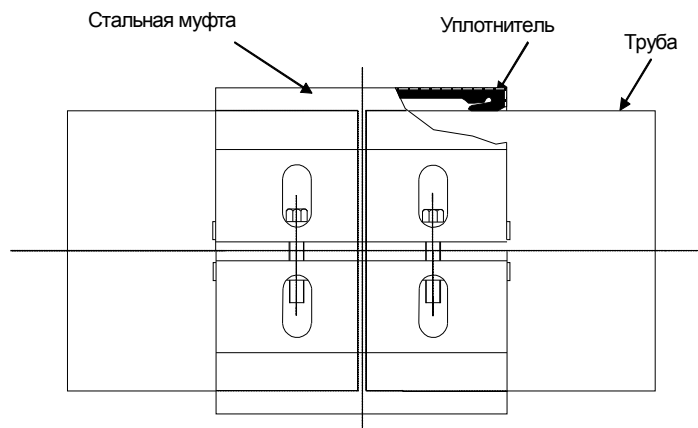


Рис. 10.

3.1.3. Фланцевые соединения

Фланцевые соединения используются для соединения стеклопластиковых труб и фитингов с арматурой и для перехода на трубы, изготовленные из других материалов, и также в качестве заглушек. Фланцы двух типов – фиксированные фланцы и свободные фланцы с накидным кольцом, показанные на рис. 11 и рис. 12, соответственно, изготавливаются вручную на участке изготовления фитингов.

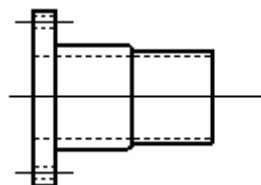


Рис. 11.

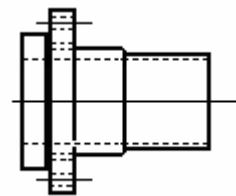


Рис. 12.

Фланцы имеют плоскую контактную поверхность, на которую при монтаже накладывается плоский уплотнитель (для соединений с низким давлением), в других случаях на контактной поверхности вырезается канавка под уплотнитель. Материал уплотнителя такой же, как и для муфтовых соединений.

3.1.4. Ламинированное (клеевое) соединение

При ограниченном пространстве в местах соединения, при прокладке в мягких грунтах со слабой несущей способностью, а также при ремонте (замене поврежденного участка трубопровода) используется клеевое (ламинированное) соединение, показанное на рис. 13.

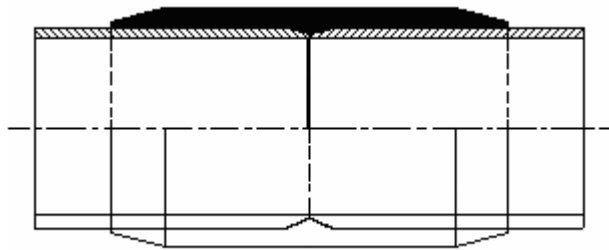


Рис. 13.

Ламинированное соединение составляет монолитную конструкцию с трубами и обладают той же устойчивостью к коррозии и прочностью, как и соединяемые трубы. Данное соединение выдерживает как осевые нагрузки, так и внутренне давление.

3.2. Монтаж трубопровода

Спуск трубы в траншею

Непосредственный спуск трубы стандартной длины (12 м) должен осуществляться не менее чем двумя рабочими. Чтобы увеличить производительность работ при монтаже труб и снизить эксплуатационные расходы, за рубежом рекомендуется использовать тот же экскаватор, что используется для раскопки траншеи (см. рис. 14). Экскаватор должен быть оснащен приспособлением для крепления строп, а рабочий, выполняющий грузоподъемные операции, должен пройти специальную подготовку, во избежание возможного повреждения труб.

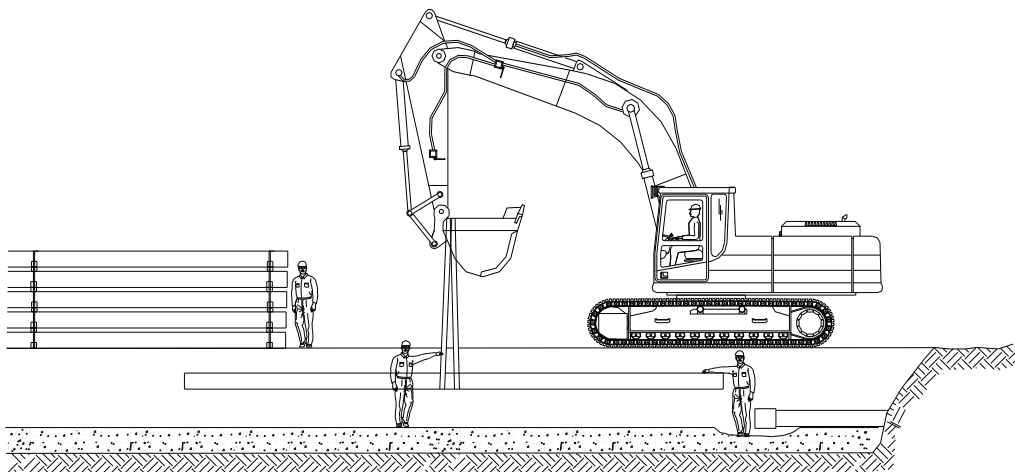


Рис. 14.

3.2.1. Монтаж муфтового соединения

При стандартном изготовлении стеклопластиковой трубы, в заводских условиях осуществляется установка муфты с уплотнителями на один конец трубы и действия по монтажу таких труб будут описаны далее. В необходимых случаях полный монтаж муфтового соединения можно проводить в полевых условиях в следующем порядке.

Очистка и установка уплотнений в муфту.

Укладка трубы проводится только после подготовки в соответствии с инструкциями траншеи и поверхности (дна траншеи), на которую укладывается труба.

Перед укладкой трубы в траншею необходимо удалить остатки земли, песка или грязи с внутренней стороны свободного конца трубы и с противоположного конца с муфтой, укомплектованной уплотнениями из эластомера. Для очистки проведите рукой по внутренней стороне муфты, для того чтобы убедиться, что там нет грязи или прилипших образований, которые можно осторожно удалить, например, при помощи стамески.

Если муфта монтируется на трубу на месте, тщательно очистьте кольцевые пазы муфты и эластомерные уплотнительные кольца REKA EPDM от грязи или масел.

Осмотрите конец трубы, чтобы убедиться, что торец секции не был поврежден во время транспортировки, и все поверхности трубы, подготовленные под насадку муфты, защищены наружным слоем полимера.

При помощи ветоши тщательно очистите поверхность трубы под муфту для удаления твердых частиц. Отметьте границу вставки муфты по окружности трубы при помощи измерительной ленты, маркера или полоски гибкого материала, например, такого как поливинилхлорид.

Ветошью тщательно очистите внутреннюю поверхность соединения, и проведите по ней рукой, чтобы проверить отсутствие твердых частиц, грязи, выпуклостей или полимера.

У кольцевого уплотнителя, предназначенного для установки в муфту определенного номинального диаметра должен быть диаметр, больший, чем диаметр внутреннего паза муфты (см. таблицу 4). Вставьте кольцевое уплотнение в паз в двух или более местах (в зависимости от диаметра), оставляя свободной остальную часть резинового кольца. Не применяйте никакой смазки для обработки паза или уплотнения на этой стадии. Для облегчения монтажа можно смочить уплотнение водой. Поскольку диаметр уплотнителя больше диаметра паза муфты, при начале вставки образуются петли, для каждого 450-миллиметрового участка кольцевого уплотнения должна быть минимум одна петля.

С равномерным нажимом заправьте каждый участок уплотнительного кольца, в том числе – петли, в паз. После установки осторожно натяните уплотнительное кольцо по всей окружности, чтобы убедиться, что оно равномерно уложено в пазу. Проверьте также, чтобы оба боковых края кольца выступали из паза одинаково по всей окружности, что должно соответствовать правильной установке уплотнительного кольца в муфте.

Затем с помощью чистой ткани нанесите тонкий слой смазки на резиновые уплотнения.

В таблице 4 приведены размеры муфтовых кольцевых уплотнителей.

Таблица 4

Номинальный диаметр	Длина, мм	Наружный диаметр кольца, мм	Номинальный диаметр	Длина, мм	Наружный диаметр кольца, мм
300	1052	355	1000	3348	1085
350	1214	406	1200	4062	1314
400	1391	463	1400	4761	1535
450	1551	514	1600	5429	1748
500	1720	567	1800	6100	1962
600	2040	669	2000	6774	2176
700	2350	768	2200	7445	2390
800	2690	876	2400	8116	2604
900	3019	981	2600	8788	2871

Нормы смазки, расходуемой на одно соединение:

Номинальный диаметр, мм	Номинальный расход смазки на муфту, кг
300 - 600	0,050 - 0,075
600 - 800	0,100
900 - 1000	0,150
1200 - 1400	0,200 - 0,250
1600 - 1800	0,300 - 0,350

2000	0,400
2200	0,450
2400 - 2600	0,550 – 0,600

Очистка и смазка концов соединяемых труб

Осмотрите конец трубы, чтобы убедиться, что защита конца трубы не повреждена и торец трубы не был поврежден во время транспортировки.

Тщательно очистите все поверхности трубы, контактирующие с муфтой и с уплотнителями при соединении, чтобы удалить любую грязь, песок, жир и т.п. С помощью чистой ткани нанесите тонкий слой смазки на участок трубы от торца до установочной метки. После нанесения смазки примите меры, чтобы на смазанный участок трубы не попадала грязь.

Обратите внимание: очень важно использовать только соответствующую смазку, рекомендуемую изготовителем труб. Для поставки стандартной смазки или получения консультации относительно возможности использования альтернативной смазки обращайтесь к изготовителю труб или в Инженерный Центр ООО «НТТ». Никогда не используйте минеральное масло или смазку на основе нефти.

Рекомендуемые смазки: *мыльный раствор (при $T > 0^{\circ} \text{C}$), силиконовые смазки, смазки на основе технического вазелина.*

Соединение труб

Поместите трубу в траншею, оставляя небольшие углубления на каждом конце, так чтобы муфта и другой конец трубы были отделены от песка или гравия на дне траншеи (см. рис. 15)

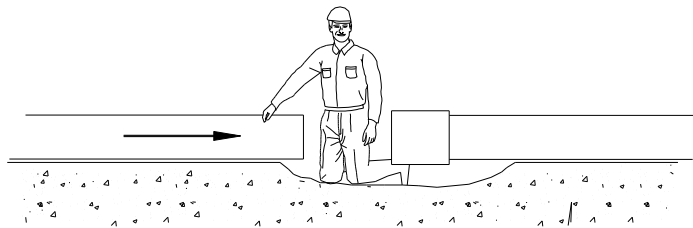


Рис. 15.

Закрепите первую уложенную секцию трубы и оставьте концы открытыми настолько, чтобы уложить следующую секцию. Уложите следующую секцию трубы в траншею и оставьте место, достаточное для того, чтобы оператор мог свободно двигаться и ходить между секциями труб, для выполнения очистки и проверки.

Если очистка и смазка соединяемых элементов не была выполнена ранее, прочистите зону соединения при помощи ткани и смажьте уплотнитель из эластомера и наружную поверхность конца трубы, нанеся при помощи кисти необходимую смазку.

Выровняйте две секции трубы по продольным осям. Медленно введите буртик трубы в муфту и продолжайте движение до тех пор, пока не достигните метки (для муфты без центрального упорного кольца) или упорного кольца муфты. Следующий сегмент трубы не должен устанавливаться пока предыдущий не будет закреплен материалом засыпки.

Если по каким-либо причинам (например, для получения дугового участка трассы трубопровода) соединение должно иметь отклонение по осям соединяемых труб (рис. 16), смещение оси трубы на определенный угол должно приводиться только после вставки трубы и проверки соединения. Для уменьшения радиуса дугового участка можно использовать короткие сегменты труб.

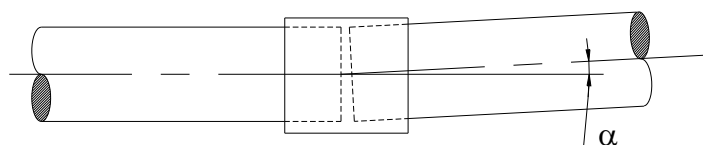


Рис. 16.

В любых случаях, смещение трубы должно оставаться в пределах предусмотренных поставщиком труб. Смещение следует проводить с большой осторожностью. Допустимые смещения приводятся в таблице 5.

Таблица 5

Номинальный диаметр, мм	Угол отклонения, $\alpha, ^\circ$
300 – 600	3,00
700 – 800	2,50
900 – 1000	2,00
1100 – 1300	1,50
1400 – 1600	1,25
1700 – 2400	1,00

Трубы малого диаметра (300 мм) могут соединяться с помощью муфты вручную, с использованием подручных инструментов. Для вставки как труб большого, так и малого диаметра можно использовать ручные храповые блоки/домкраты соответствующего размера, устанавливаемые с обеих сторон трубы (см. рис.17).



Рис. 17

Труба в месте установки стяжки (или хомута) должна быть защищена тканью или эластичной прокладкой, которые не допускали бы повреждения поверхности трубы и исключали бы проскальзывание по поверхности трубы.

Аналогичным образом в полевых условиях в случае необходимости на отдельной площадке производится монтаж муфты на трубу, если имеется труба (или отрезок трубы) без установленной в заводских условиях муфты.

Во всех случаях монтажа, если к торцу муфты прикладывается усилие, он должен быть защищен прокладками (доски, использованные автопокрышки и т.п.) во избежание повреждений кромок.

Для труб большого диаметра допускается монтаж с использованием ковша экскаватора или по тем же правилам - другой грузоподъемной техникой (рис. 18).

При таком монтаже перед торцом трубы разместите прокладку из толстых деревянных досок, перекрещенных друг с другом и обеспечивающих защиту торца трубы от ковша экскаватора, который упирается в прокладку и может незначительно поворачиваться при выполнении соединения.

Ни при каких обстоятельствах не следует двигать стрелу экскаватора, поскольку это приведет к слишком быстрому и резкому перемещению, которое не позволит контролировать операцию.

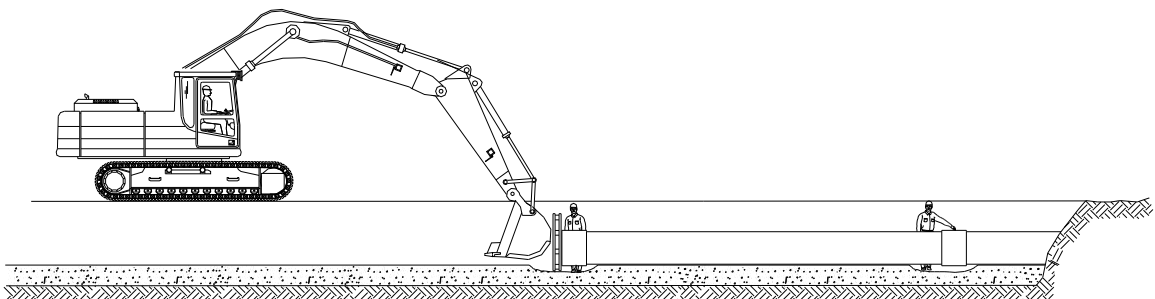


Рис. 18.

Для труб среднего диаметра при укладке их в неглубокую траншею, которая имеет достаточную ширину, секция трубы может вставляться посредством движения экскаватора вдоль траншеи и волочения секции трубы, закрепленной стропами в двух точках. При этом необходимо следить, чтобы ковш экскаватора двигался как можно ближе к верхнему краю трубы (см. рис. 29), для предотвращения поднятия трубы, которое может привести к смещению соединения.

Для такого метода используйте нейлоновые стропы, или стропы из натуральных волокон; никогда не используйте цепи или стальные тросы.

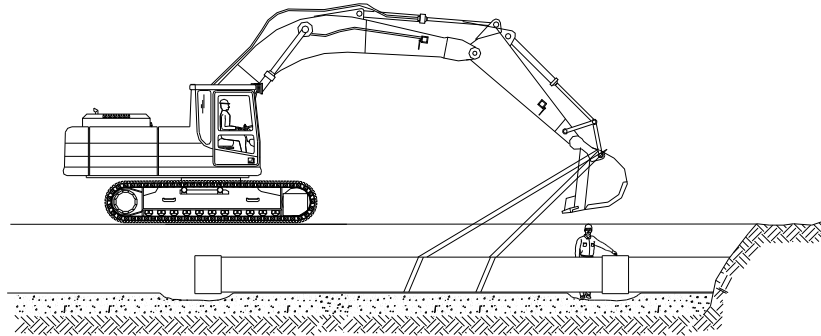


Рис. 29.

Для ориентировочного выбора способа и механизма для монтажа муфтового соединения можно руководствоваться приближенной оценкой величины силы, требуемой для вставки очередного сегмента трубы в муфту. Эта величина (в килограммах) может быть принята равной удвоенному диаметру трубы, измеренному в миллиметрах.

3.2.2. Монтаж механического соединения

Механическое соединение при помощи стяжной стальной муфты (рис. 20) может использоваться во многих случаях при прокладке трубопровода, а также при ремонте труб. В этом случае соединяемые концы труб не требуют специальной обработки (шлифования), достаточно их тщательно очистить и удалить наплывы полимера, если таковые обнаружатся. Плоскости по торцам соединяемых труб должны быть строго перпендикулярны продольным осям труб.

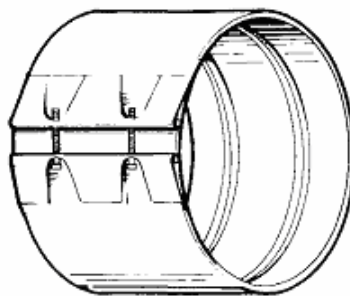


Рис. 20.

При монтаже, соблюдая требования по чистоте уплотнений муфты и по недопущению попадания посторонних предметов на соединяемые поверхности труб, надвиньте муфту на неподвижную трубу с зазором, обеспечивающим свободное перемещение муфты по трубе. Затем пристыкуйте соединяемую трубу, применяя для перемещения ее такие же приемы, как при монтаже муфтового соединения. Надвиньте стяжную муфту до границ отметок на стыкуемых трубах и приступайте к затяжке болтов на стяжной муфте.

После первоначального стягивания болтами муфту необходимо простучать обрезиненным деревянным молотком, чтобы улучшить посадку муфты и добиться полного прилегания уплотнения. Затем муфту нужно затянуть с заданным крутящим моментом на болтах затяжки. В зависимости от диаметра муфты может потребоваться несколько повторений этой процедуры. Не превышайте крутящий момент, так как это может привести к разрушению болта или поверхностей труб. При сборке следуйте инструкциям изготовителя муфт.

Необходимые консультации по вопросам рекомендуемых ограничений на момент затяжки болтов можно получить в Инженерном Центре ООО «НТТ».

3.2.3. Монтаж фланцевых соединений

Фланцы производства ООО «НТТ» изготавливаются вручную на специальном столе путем формовки. При выполнении фланцевых соединений (рис. 21 – пример соединения с фиксированным фланцем) должны выполняться следующие процедуры:

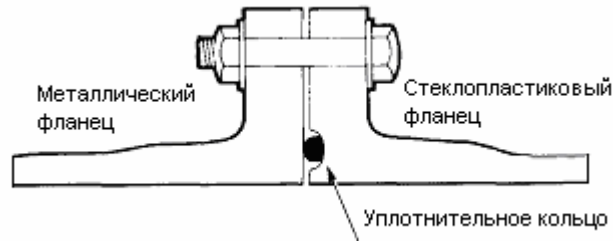


Рис. 21.

1. Тщательно очистьте торцевую поверхность фланца и кольцевую канавку.
2. Убедитесь, что кольцевая канавка чиста и не повреждена. Не используйте дефектные уплотнения.
3. Вложите уплотнитель в канавку и закрепите, в случае необходимости используйте небольшие полоски клейкой ленты.
4. Совместите соединяемые фланцы.
5. Установите болты, шайбы и гайки. Все крепежные устройства должны быть очищены и смазаны нежидкостной резьбовой смазкой во избежание неравномерного стягивания. На всех стеклопластиковых фланцах должны использоваться шайбы.
6. Вставьте болты, гайки и шайбы и заверните гайки вручную. Затем, используя гаечные ключи, затягивайте все болты с крутящим моментом в зависимости от диаметра болта, указанным в таблице 6, соблюдая правильную последовательность затяжки болтов, как показано на рис. 22. При первой затяжке крутящий момент должен быть равен 0,5 от установленного.

Таблица 6

Диаметр болта, мм	Сухая затяжка, кг м	Смазанная затяжка, кг м
14 - 16	7	5,2
18 – 20	12	9,0
22	12,7	9,6
26	12,7	9,6
28	16	12,4
32	23	13,0

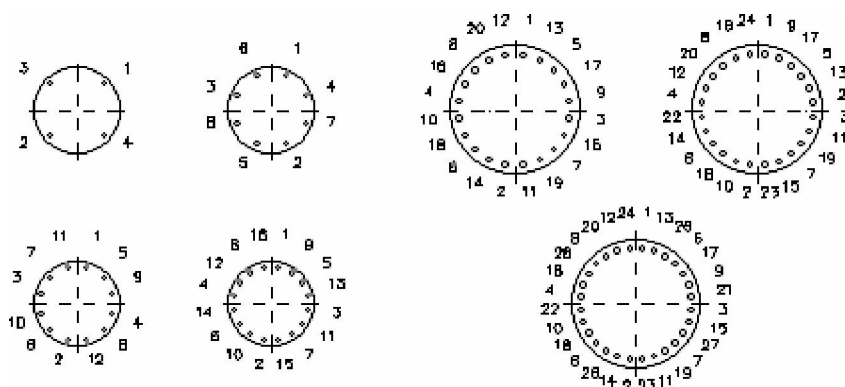


Рис. 22.

7. Повторите процедуру затяжки, увеличивая крутящий момент до значений в таблице 6

или до тех пор, пока фланцы не соприкоснутся торцами. Не превышайте установленный крутящий момент более, чем в 1,5 раза. Это может стать причиной непоправимого повреждения стеклопластикового фланца.

8. Спустя час проверьте крутящий момент затяжки болтов и при необходимости подтяните до установленных значений. Перед началом гидравлического испытания затяжка всех болтов также должна быть проверена дополнительно.

9. Если при гидростатическом испытании появилась протечка, допустимо увеличить затяжку болтов. Максимальное значение момента затяжки не должно превышать установленное значение более чем в 1,5 раза.

Обратите внимание: При соединении двух стеклопластиковых фланцев только один из них должен иметь паз для уплотнения на торцевой поверхности.

Если следовать вышеуказанной процедуре, трудностей возникнуть не должно, а если возникли затруднения, можно выполнить следующие действия:

- а) Ослабьте и снимите все болты, гайки, шайбы и уплотнители.
- б) Проверьте регулировку динамометрического ключа. Восстановите правильную регулировку, если она нарушена.
- в) Проверьте уплотнитель на наличие повреждений, и если необходимо, замените поврежденный уплотнитель.
- г) Проверьте поверхности фланцев. Очистите или замените фланцы, если это необходимо.
- д) Снова повторите процедуру сборки.

3.2.4. Выполнение клеевого (ламинированного) соединения

Это соединение выполняется из полиэфирных смол с усилением стекловолокном. Оно применяется если по каким-либо причинам нецелесообразно или невозможно выполнить другие соединения (например, из-за ограничений по диаметру реконструируемой трубы при санации) или для передачи осевых нагрузок. Длина и толщина клеевого соединения зависят от диаметра и давления (рис. 23).

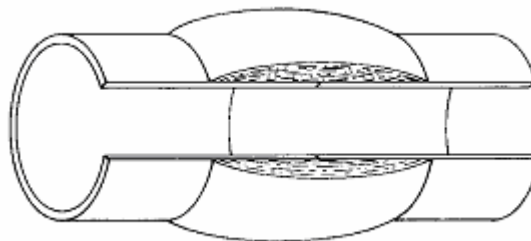


Рис. 23.

Этот тип соединения требует соблюдения чистоты, строгого выполнения соответствующих инструкций и специальной подготовки персонала (желательно бригады из 2-х человек). Квалифицированный специалист, направляемый или от компании специализирующейся на полевой установке и ремонте стеклопластиковых трубопроводных систем, или от Инженерного Центра ООО «НТТ», должен контролировать выполнение работ по выполнению ламинированного соединения.

В кратком изложении правила выполнения работ по ламинированию соединения заключаются в следующем.

Меры предосторожности:

- не допускается пользоваться открытым огнем и не курить вблизи зоны соединения;
- при работе с полимером и стекловолокном, пропитанным полимером, следует пользоваться защитными очками и перчатками;
- не допускается смешивать катализатор непосредственно с акселератором;

- ограниченные зоны (внутри трубы) или зоны, защищенные от воздействия погодных условий, должны вентилироваться во избежание вдыхания паров стирола и возможности воспламенения горючих паров;
- в зонах с ограниченным вентилированием, необходимо использовать маски с соответствующим фильтром;
- необходимо поддерживать инструмент чистым, промывая его ацетоном или подобным растворителем.

Необходимо удостовериться в наличии все инструментов и материалов, необходимые для выполнения соединения непосредственно на месте в соответствии с заданным списком.

Общие замечания.

Очистка. Необходимо, чтобы поверхность, подвергаемая ламинированию, была чистая и сухая; шлифованные срезы трубы, оставленные на длительный перерыв без защиты, должны быть тщательно очищены ветошью смоченной в изопропиловом спирте или ацетоне для удаления влаги. Необходимо создать условия, для того чтобы влага, пыль или песок не контактировали с неотвержденным полимером.

Единообразие и качество покрытия. При нанесении связующих и стекловолокна не допускается оставления пузырьков воздуха, непропитанных зон, пузырей и недостаточного количества. Наружный защитный слой (верхнее покрытие) должно быть гладким и вся зона соединения не должна иметь неровностей. Качество клеевого соединения так же зависит от чистоты используемого оборудования. В частности, когда кисти и шерстяные валики не используются, они должны храниться в емкости с ацетоном. Перед использованием все инструменты и приспособления следует очистить от растворителя. Не следует помещать кисть или валик, который использовался для полимера с катализатором, в полимер не содержащий катализатор.

Степень отверждения. Полимеризация полимера может быть легко проверена на месте при помощи ацетон-теста: потрите поверхность тканью смоченной в ацетоне, к отвержденному полимеру ткань не прилипает. Не сдвигайте трубу в течение следующих 4-х часов с момента, когда ламинат достиг температуры окружающей среды после отверждения. Испытание под давлением не должно проводиться ранее 24 часов с момента выполнения соединения.

Температура. Температура является очень важным фактором в процессе выполнения соединений, по двум основным причинам:

- а) увеличение температуры окружающей среды ускоряет реакцию и укорачивает время проведения работ;
- б) понижение температуры окружающей среды замедляет реакцию и иногда не позволяет полностью завершить процесс отверждения.

Изменения в процессе ламинирования, вызываемые температурой, компенсируются изменением количества акселератора, ингибитора и катализатора, которые добавляются в процессе приготовления полимера, и которые воздействуют на время гелеобразования. Например, для учета условий окружающей среды, достаточно изменить только количество катализатора, однако, его количество не должно быть меньше 1%, иначе не произойдет полной полимеризации, или больше 2% для предотвращения интенсивной реакции.

Последовательность работ по ламинированию соединений. Процедура ламинирования соединения включает следующие этапы:

- приготовление замазки;
- измерение времени гелеобразования;
- подготовка поверхности;
- создание внутреннего слоя (внутреннее ламинирование);
- создание внешнего слоя (наружное ламинирование).

Подробные действия на каждом из этапов описаны в инструкции по ламинированию.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ ПОДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА

Габариты траншеи для укладки труб определяются в соответствии с действующими нормативными документами: СНиП 2.04.02-84, СНиП 2.04.03-85*, СНиП 3.02.01-87, СП 40-104-2001, СП 40-105-2001, СП 40-102-2000 и настоящим «Руководством по установке». Принимая во внимание влияние вида грунта и материала засыпки на устойчивость трубопровода к внешним и внутренним статическим и динамическим нагрузкам, следует до начала проектных работ произвести геолого-разведочные изыскания по трассе трубопровода. При этом необходимо определить уровень грунтовых вод, класс (или категорию) грунта, залегающего по трассе трубопровода (природного грунта), а также класс и структуру грунта (грунтов) для обратной засыпки траншеи.

4.1. Параметры стандартной траншеи

На рис. 24 в общем виде показаны элементы типовой траншеи при укладке трубопровода в грунт. Общая схема укладки труб выглядит следующим образом.

После разрытия и зачистки стандартной траншеи на ее дне устраивается, как правило, песчаная подкладка (постель), на которую укладываются трубы. Грунт в основании трубы (в пазухах) под трубой (в подушке) уплотняется во избежание пустот. После соединения труб подготовленный участок трубопровода засыпается примерно на $0,6 \div 0,7$ наружного диаметра трубы (первичная или частичная засыпка). Вторичная засыпка осуществляется материалом вторичной засыпки на 150 мм выше верха (щелыги) трубы. Каждый слой грунта уплотняется. Выбор вида материалов засыпки и степени уплотнения должен обеспечивать устойчивость трубопровода к деформации при статических и динамических нагрузках.

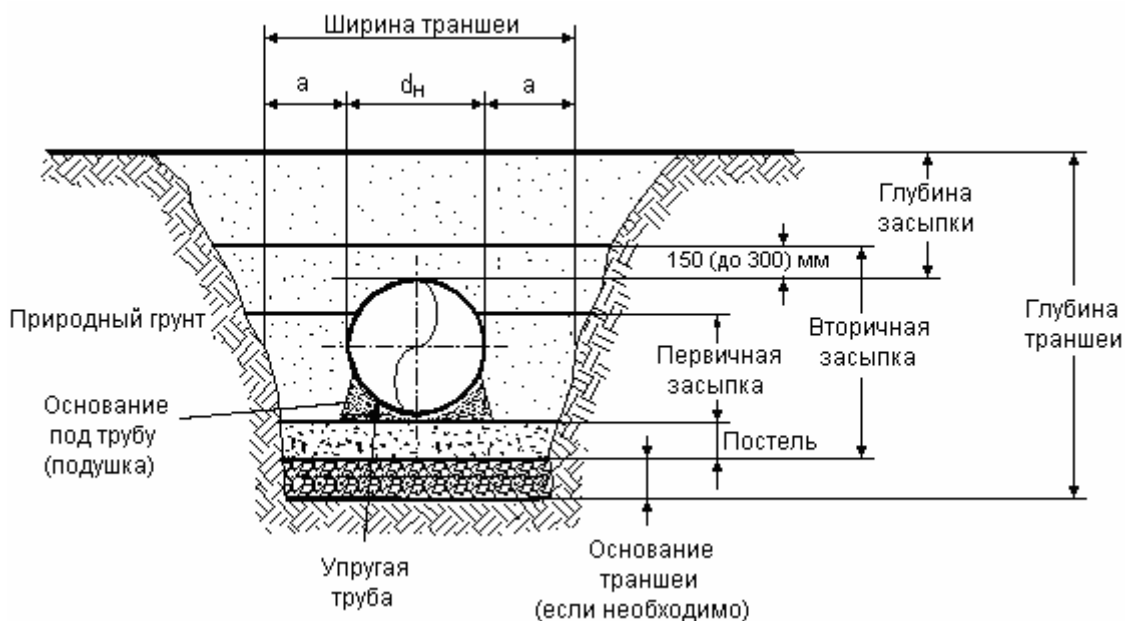


Рис. 24.

Здесь d_n – наружный диаметр трубы может считаться как номинальный диаметр ND.

Основные положения процедуры укладки для стеклопластиковых труб непрерывной намотки зависят от жёсткости трубы, глубины заложения, ширины траншеи, характеристик естественного грунта, дополнительных факторов и материала засыпки.

Для получения надлежащего воздействия грунта на трубу в зоне засыпки природный грунт должен составлять вместе с засыпным материалом в траншее единую грунтовую опору для трубы. Описанные далее процедуры монтажа при подземной укладке трубопровода дают возможность правильно провести укладку труб с соблюдением этого условия.

Для примерного сопоставления по категориями твердости засыпных грунтов, упоминаемых в настоящем руководстве (обозначаемых по AWWA Manual M45 как SC1, SC2, SC3, SC4 и SC5), и группами природных грунтов от G1 до G4, классифицированных в ASTM

D2487, можно руководствоваться следующим списком:

- SC1 соответствует самым лучшим грунтам из группы G1;
- SC2 соответствует грунтам G1 и самым лучшим грунтам G2;
- SC3 соответствует более слабым грунтам G2 и самым лучшим грунтам G3;
- SC4 соответствует более слабым грунтам G3 и самым лучшим грунтам G4.

Связь категорий природных грунтов от G1 до G4 с описанием и классификацией грунтов по ГОСТ 25100-95 приведена в Приложении 1.

Типовые наименования параметров траншеи представлены на рис. 24. Ширина траншеи по уровню диаметра трубы (размер «2×а») всегда должна быть достаточно большой, чтобы обеспечить соответствующее пространство для правильного размещения и уплотнения засыпки в области опорной зоны (пазухи или подушки) трубы. Размер «а» также всегда должен быть достаточно большим, чтобы дать возможность безопасно использовать технику для уплотнения засыпки, не нанося при этом повреждения трубе. Расчетное типовое значение размера $a \approx 0,4 d_n$. Трубам с большим диаметром, в зависимости от исходного грунта, вида засыпки и техники уплотнения, может соответствовать значение «а», меньше типового. Например, для 1, 2 и 3 групп естественных грунтов (см. таблицу 8) и засыпки из грунтов групп SC1 и SC2, требующих уплотнения определённого уровня, можно строить более узкую траншею.

Рекомендуемые ориентировочные предельные минимальные значения размера «а» для стандартной траншеи приведены в таблице 7.

Таблица 7

Номинальный диаметр ND, мм	Расстояние «а», мм
300	200
350 ÷ 500	250
550 ÷ 900	300
1000 ÷ 1600	450
1700 ÷ 2400	600
2500 ÷ 2600	750

В местах, где траншеи приходится прокладывать в скальных или рудных породах, в местах, подверженных ударным нагрузкам, колебаниям грунта или оползням, может возникать необходимость увеличить глубину траншеи, чтобы высота подложки (постели) была достаточной для поддержания необходимой продольной опоры трубы по всей длине траншеи.

Группы естественных грунтов по трассе трубопровода классифицируются по типу грунта и плотности грунта, что вместе определяет модуль реакции (деформации) грунта. В таблице 8 приведена классификация по группам природных грунтов.

Таблица 8

Свойства групп природного грунта						
Тип грунта	1	2	3	4	5	6
	Связный (клейкий) мелкозернистый грунт					
Характеристики грунта	Очень твердый, твердый очень жесткий	Жесткий	Средней жесткости	Мягкий	Очень мягкий	Очень, очень мягкий
Описание грунта	Суглинки, глины аргиллитоподобные, твердые, очень твердые	Глины твердые и полутвердые	Глины полутвердые, суглинки, супеси твердые	Суглинки и супеси полутвердые	Суглинки до мягкопластичных и супеси пластичные	Суглинки текучепластичные и супеси текучие

«Новые Трубные Технологии»
РУКОВОДСТВО ПО УСТАНОВКЕ

Значения модуля деформации E_n , МПа	34,5÷138,0	20,70	10,30	4,83	1,38	0,35
Угол внутреннего трения φ , град.	33 и более	30	29	28	27	26
Несвязный гранулированный (крупнозернистый)						
Характеристики грунта	Очень плотный, плотный, уплотненный	Слегка уплотненный	Неплотный	Рыхлый	Очень рыхлый	Очень, очень рыхлый
Описание грунта	Щебень, галька, гравий, плотные, из скальных пород	Щебень и галька из полускальных пород	Пески гравелистые и крупные	Пески средние и мелкие	Пески мелкие и пылеватые	Пески пылеватые и барханые
Значения модуля деформации E_n , МПа	34,5÷138,0	20,70	10,30	4,83	1,38	0,35
Угол внутреннего трения φ , град.	33 и более	30	29	28	27	26

Связные (клейкие) грунты характеризуются содержанием большого количества мелких фракций. Сопротивление сдвигу таких грунтов сильно, или полностью, зависит от вязкости (естественного притяжения частиц). К этому типу относятся глины, илистые глины и глины смешанные с песком или гравием.

В гранулированных грунтах частицы грунта не проявляют естественное притяжение. Сопротивление сдвигу вызывается плотным расположением в замкнутом пространстве частиц грунта.

В полевых условиях грунты можно идентифицировать, пользуясь таблицей 9.

Таблица 9.

Характеристики грунтов (связные грунты)

Степень твердости	Идентификационные характеристики
Очень мягкая	Образец теряет форму под собственным весом
Мягкая	Формуется при помощи легкого нажатия пальцев
Средняя	Формуется при помощи умеренного нажатия пальцев
Жесткая	Формуется при помощи сильного нажатия пальцев
Очень жесткая	Не формуется нажатием пальцев – отделяется откалыванием
Твердая	Трудно отделить откалыванием

Рассмотренные в настоящем документе установочные процедуры обеспечивают достижение необходимых требований по установке трубы с точки зрения сохранения несущих свойств трубы в течение всего периода эксплуатации. Однако, независимо от характеристик грунта и способа установки, первоначальные и долговременные отклонения (в % от номинального диаметра) не должны превышать значений, приведенных в таблице 10. Трубы, установленные с нарушением этих ограничений, не могут эксплуатироваться по назначению.

Таблица 10

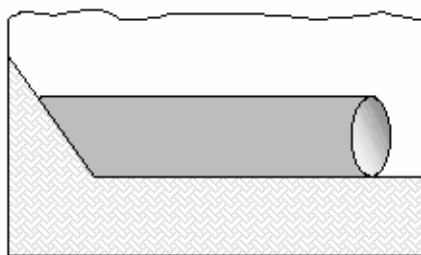
Номинальные диаметры	Группы природного грунта					
	1	2	3	4	5	6
ND = 300 мм						
Максимально допустимые начальные деформации	2,5%	2,5%	2,0%	1,5%	1,5%	1,0%
Максимально допустимые долговременные деформации	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
ND > 300 мм						
Максимально допустимые начальные деформации	3,5%	3,25%	3,0%	2,5%	2,0%	1,5%
Максимально допустимые долговременные деформации	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%

4.2. Подсыпка под укладку трубы (постель)

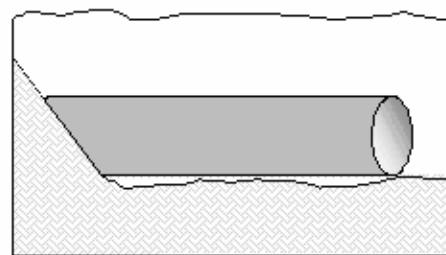
Подсыпку необходимо уложить на крепком, стабилизированном дне траншеи таким образом, чтобы создать необходимую опору для трубы. Подготовленная подсыпка должна отвечать следующим требованиям достаточной плотности, ровной поверхности и целостности всего материала засыпки. Высота подсыпки (постели) должна быть в пределах 100 ÷ 150 мм под трубой и ≈ 75 мм под соединениями. Если дно траншеи мягкое и нестабильное, то для получения устойчивой опоры для трубы под постель может потребоваться сооружение дополнительного основания, смотри пункт 4.6 («Нестабильное дно траншеи»).

Хотя материал засыпки с соответствующими характеристиками для необходимой опоры трубы должен находиться на месте монтажа, может потребоваться специальная доставка его на место строительства. Рекомендуемый материал для подсыпки – грунты из группы SC1 или SC2. чтобы природный грунт сочетался с подсыпкой, он должен отвечать всем требованиям к материалам в зоне засыпки трубы. Хотя параметры исходного грунта могут отличаться, а на длине трубопровода и внезапно изменяться, оценку его пригодности следует проводить своевременно во время процесса укладки трубопровода.

Чтобы создать опору по всей длине трубы и избежать опоры трубы на соединения, подсыпку (постель) необходимо подкопать в месте каждого соединения. По завершении монтажа соединений зону соединений следует подсыпать и обсыпать с боков трубы и соединения соответствующим образом. Правильное и неправильное создание подсыпки изображено на рис. 25. 26.

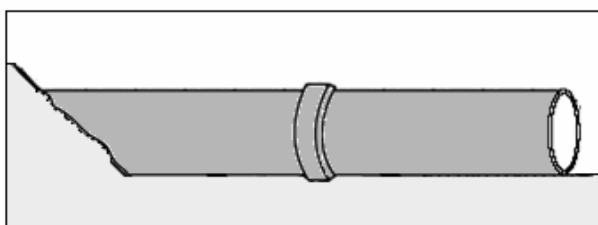


Правильно

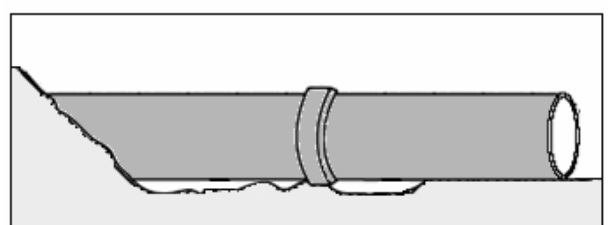


Неправильно

Рис. 25



Правильно



Неправильно

Рис. 26.

4.3. Материалы для засыпки траншей

Большинство крупнозернистых грунтов (гравий, дробленый камень, песок) - наиболее подходящие материалы для обратной засыпки зоны укладки трубы. Гравий уплотняется легче, чем песок, что является положительным фактором при более глубокой прокладке трубы.

Классификация материалов постели и материалов для засыпки траншей, с делением на группы грунтов представлена в таблице 11. Лучше всего в качестве засыпки применять грунты групп SC1 и SC2. они требуют меньше всего усилий для получения необходимого уровня относительной плотности. Грунт группы SC5 и более твердые грунты в качестве засыпки практически не применяются.

Независимо от классификации материала засыпки и от того, привезена она или берется на месте, применяются следующие общие ограничения:

1. Необходимо соблюдать представленные в таблицах 11 и 12 ограничения для максимального размера зерна грунта и размера камней.
2. Запрещено использовать комки грунта, размер зерна которых в два раза превышает максимально допустимый.
3. Запрещено использовать смёрзшиеся материалы.
4. Запрещено использовать органические материалы.
5. Запрещено использовать отходы (шины, бутылки, металл и т.д.).

Таблица 11

Группа грунта	Описание грунта
SC1	Щебень и гравий с содержанием песка <15% (максимально 25%), проходящий через сито 10 мм и с содержанием мелких зерен (заполнителя) не более 5%. Благодаря низкому содержанию песка и мелкого заполнителя компоненты этой группы грунта обеспечивают максимально плотное размещение труб в траншее. Грунт этой группы можно размещать в жестких грунтах практически любой влажности. Кроме того, высокая проницаемость материалов грунта помогает контролировать содержание воды, поэтому данные материалы очень эффективны при сооружении подсыпок в каменных траншеях. Однако на территориях с интенсивными подземными водами следует принимать во внимание возможность перемещения мелкого заполнителя к открытым сортированным материалам.
SC2	Очищенные крупнозернистые грунты (гравий с песком) с небольшим содержанием (не более 12 %) мелких зерен (заполнителя) или без заполнителя. Утрамбованные составляющие этого грунта обеспечивают достаточно плотное размещение трубы в траншее.
SC3	Очищенные крупнозернистые грунты (гравий с песком) с содержанием мелких зерен (заполнителя) более 12%; песчаный или мелкозернистый грунт с содержанием крупнозернистых частиц более 30% (содержание заполнителя менее 70%). Составляющие этого грунта обеспечивают трубе меньшую поддержку, чем материалы грунтов ГР1 и ГР2. Необходим контроль над содержанием влаги. При необходимом уровне уплотнения грунта, его составляющие позволяют обеспечить трубе требуемую поддержку.
SC4	Песчаные непластичные и среднежесткие мелкозернистые грунты с содержанием заполнителя более 70% массы грунта. Перед использованием у материалов этого грунта уровень влажности должен быть близок к оптимальному. Правильно размещенные и уплотненные материалы этой группы грунта обеспечивают трубе необходимую поддержку. Не рекомендуется использовать в траншеях, водные условия в которых препятствуют должному размещению и уплотнению материалов.
SC5	Суглинки, глины твердые и полутвердые с содержанием песчаных частиц размером 0,05÷2,00 мм не более 30%
Мелкие зерна (заполнитель) представляют собой, в основном, пылеватые частицы размером 0,05÷0,005 мм и глинистые частицы размером < 0,005 мм.	

Ограничения по зернистости грунта для засыпки траншеи показаны в таблице 12.

Таблица 12

Номинальный диаметр трубы, мм	Максимальный размер зерен, мм
Менее 800 мм	10 - 15 мм
800 мм - 1600 мм	15 - 20 мм
Более 1800 мм	20 - 25 мм

Засыпать траншею выше зоны засыпки трубы можно материалом из траншеи (из отвалов) с максимальным размером зерен (камней) до 300 мм, при условии, что перекрытие выше трубы составит минимум 300 мм. Камни размером более 200 мм нельзя бросать на 300 мм слой перекрытия трубы с высоты более чем 2 м.

4.4. Способы укладки

Поскольку стеклопластиковые трубы производства ООО «НТТ» являются эластичными трубами, укрепление грунта вместе устойчивостью и эластичностью труб позволяют достичь оптимального взаимодействия в системе грунт-труба. Правильный выбор параметров траншеи, материала и уплотнения засыпки обеспечивает целостность системы грунт-труба и долговечность эксплуатации трубопровода.

На трубу, уложенную в грунт, действуют внешние нагрузки (вертикальные нагрузки - вес грунта и транспортные нагрузки) и внутренние нагрузки (давление транспортируемой жидкости, вызывающее окружное напряжение и осевое напряжение в случаях несбалансированного напора из-за изменения направления и скорости потока).

В отличие от жестких труб, которые могут быть повреждены при возникновении чрезмерных вертикальных нагрузок, эластичная стеклопластиковая труба в этих условиях прогибается и передает эти нагрузки на окружающий грунт. Окружное напряжение труба выдерживает за счет армирования стенки трубы стекловолокном. Стеклопластиковая труба производства ООО «НТТ» не рассчитана на сопротивление осевым нагрузкам, поэтому там, где они могут возникнуть необходимо переносить осевые нагрузки на грунт, что обеспечивается дополнительными внешними по отношению к трубе элементами - опорными или анкерными блоками.

Способы укладки, обеспечивающие наилучшие условия работы системы грунт-труба при прокладке трубопровода, определяются глубиной и вариантами засыпки.

Допустимая глубина засыпки (глубина траншеи) зависит от:

- типа материала засыпки зоны трубы и его уплотнения (плотности);
- характеристик естественного грунта;
- конструкции траншеи и
- прочности трубы.

При стандартных вариантах укладки труб выбор конкретного варианта определяется:

- прочностью трубы;
- типом естественного грунта и
- требуемой глубиной заложения.

Рекомендуются четыре стандартных способа засыпки зоны трубы при укладке трубы в траншею (рис. 27 и рис. 28).

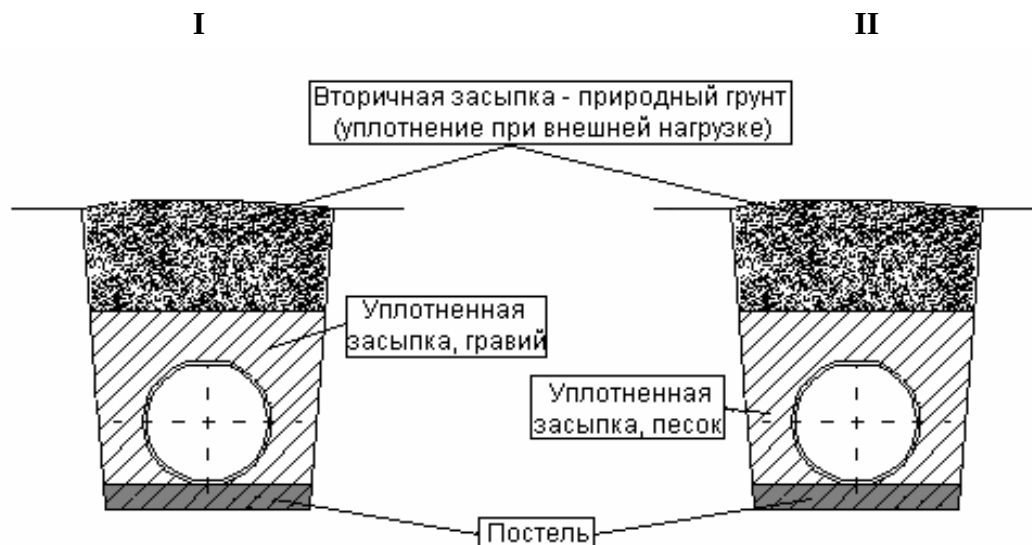


Рис. 27

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ♦ Тщательное формирование постели; ♦ засыпка гравием с 70% относительной плотности ♦ уплотненная обратная засыпка от 300 мм слоем грунта над верхом трубы; | <ul style="list-style-type: none"> ♦ Тщательное формирование постели; ♦ засыпка песком с уплотнением до 90% по Проктору; ♦ уплотненная обратная засыпка от 300 мм слоем грунта над верхом трубы; |
|--|---|

III

IV



Рис. 28

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ♦ Тщательное формирование постели; ♦ засыпка на 60% диаметра трубы гравием или песком (первичная зона засыпки) ♦ засыпка до верха трубы природным грунтом, уплотненным до 90% по Проктору. | <ul style="list-style-type: none"> ♦ Постель и подушка под трубу, формируемые из песка или гравия с уплотнением до 90% по Проктору; ♦ засыпка на 60% диаметра трубы из природного грунта с уплотнением до 90% по Проктору. |
|--|--|

4.5. Габариты траншеи

Глубина траншеи.

Рекомендуемая максимальная глубина траншеи для подземной прокладки стеклопластиковой трубы производства ООО «НТТ» в зависимости от номинальной жесткости трубы, способов укладки и групп природного грунта (см. таблицу 8) показана в таблице 13.

Максимальная глубина траншей, м						
Способы укладки трубы	Группы природного грунта					
	1	2	3	4	5	6
	Модуль деформации $E'_{н}$, МПа					
	34,5÷138,0	20,70	10,30	4,83	1,38	0,35
Номинальная жесткость 1250 Па						
I	7	4	2,5	2	Н/Р	Н/Р
II	6	3	1,5	Н/Р	Н/Р	Н/Р
III	4	2,5	Н/Р	Н/Р	Н/Р	Н/Р
IV	Н/Р	Н/Р	Н/Р	Н/Р	Н/Р	Н/Р
Номинальная жесткость 2500 Па						
I	11	6	5	4	Н/Р	Н/Р
II	7	4	3	2,5	Н/Р	Н/Р
III	5	3	2,5	Н/Р	Н/Р	Н/Р
IV	Н/Р	Н/Р	Н/Р	Н/Р	Н/Р	Н/Р
Номинальная жесткость 5000 Па						
I	13	8	6	5	2	1
II	8	5	4	3	1	Н/Р
III	6	4	3	2,5	Н/Р	Н/Р
IV	5	3	1,5	Н/Р	Н/Р	Н/Р
Номинальная жесткость 10000 Па						
I	16	10	9	7	3	2
II	12	7	6	5	2	1,5
III	11	6	5	4	1,5	1,0
IV	10	5	4	3	1	Н/Р

«Н/Р» - не рекомендуется.

В зависимости от внешних условий устанавливается также минимальная глубина прокладки. Например, в тех случаях, когда зона залегания трубы может подвергаться нагрузкам от движущегося транспорта, это обстоятельство следует принимать во внимание при уплотнении засыпки. Минимальный слой может быть уменьшен с помощью специальных мер, например – бетонным покрытием, укладкой бетонных плит, применением опалубки и т.п. В тех случаях, когда строительство траншеи при пересечении магистралей невозможно или нагрузки чрезмерно велики, трубопровод следует прокладывать в стальных или бетонных футлярах (гильзах). Рекомендуемые минимальные глубины подземной прокладки труб производства ООО «НТТ» показаны в таблице 14.

Таблица 14

Нагрузка на колесо, кН	Минимальная глубина, м
72	1,0
90	1,5
40	1,0
50	1,0
100	1,5
160	1,5
Железная дорога	3,0

Внимание: В любом случае для наиболее нагруженных участков трассы трубопровода необходимо проведение поверочного расчета в соответствии с Техническими Рекомендациями для того, чтобы убедиться в том, что для принимаемых минимальных и максимальных глубин прокладки напряжения, возникающие при эксплуатации трубопровода, не будут превышать допустимых значений.

На участках трассы трубопровода, которые могут подвергаться затоплению или заполнению грунтовыми водами минимальная высота слоя засыпки должна быть не менее 1 м (при минимальной плотности сухого грунта 1900 кг/м^3), что предотвратит всплытие пустой трубы. Альтернативой может служить анкерное крепление труб на этих участках. При использовании анкеров удерживающие стропы должны представлять собой полосы шириной не менее 25 мм, размещаемые с интервалами не более 4,0 м друг от друга. Для детализации условий анкерного крепления и минимальной глубины засыпки необходимо консультироваться с Инженерным Центром НТТ.

На параметры укладки влияет также отрицательное давление, действующее на трубу. Допустимое отрицательное давления зависит от:

- прочности трубы;
- глубины заложения;
- типа укладки трубы.

В таблице 15 приведены максимальные допустимые величины отрицательного давления на трубу.

Таблица 15

Способы укладки трубы	Жесткость трубы, Па							
	1250		2500		5000		10000	
	Отрицательное давление, кПа	Ограничения по глубине укладки, м	Отрицательное давление, кПа	Ограничения по глубине укладки, м	Отрицательное давление, кПа	Ограничения по глубине укладки, м	Отрицательное давление, кПа	Ограничения по глубине укладки, м
I	-50 -75 -100	До 5 До 3	-100		-100		-100	
II	-25		-25 -50	До 4	-75 -100	До 6	-100	
III	Н/Р		-25		-50 -75	До 4	-100	
IV	Н/Р		Н/Р		-25 -50	До 4	-100	

Ширина траншеи

Траншея в связном грунте.

Габариты траншеи, сооружаемой в природном связном грунте с минимальным пределом прочности на сжатие 100 кН/м^2 обычно соответствует минимальной ширине траншеи, как показано на рис. 29:

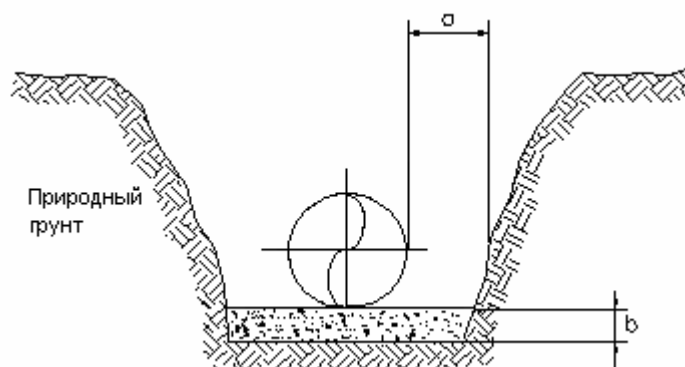


Рис. 29

Номинальный диаметр, мм	мин а, мм	мин b, мм
300 – 900	400	150
1000 – 1600	500	150
1800 – 2400	600	150
До 2600	900	150

Траншея в гранулированном (крупнозернистом) грунте.

Для стенок зоны трубы, укладываемой в гранулированном грунте, траншея должна быть выкопана с естественным углом природного грунта, как показано на рис. 30:

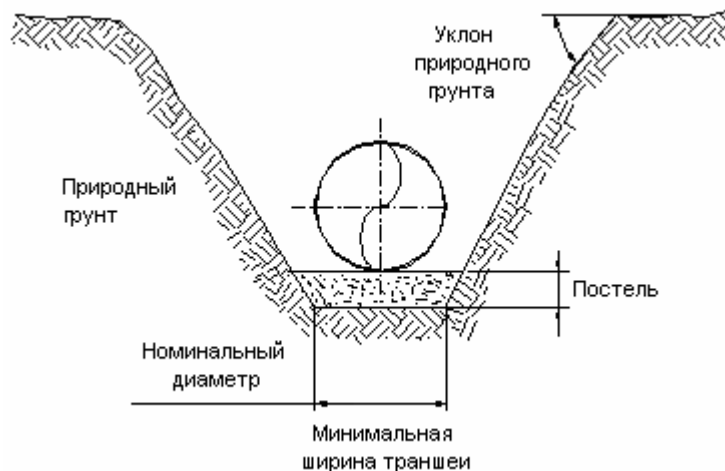


Рис. 30

Траншея в мягком связном и рыхлом гранулированном грунте.

Природный грунт в зоне трубы, состоящий из связных грунтов с минимальным пределом прочности на сжатие между 26 и 100 кН/м² или гранулированных грунтов, может структурно не обеспечивать необходимую поддержку трубы, если строится траншея минимальной ширины. В этом случае, подрядчик, выполняющий прокладку подземного трубопровода, может выбирать из двух следующих вариантов конструкции траншеи рис. 31 и рис. 32.

Широкая траншея позволяет отдалить слабый природный грунт от трубопровода. Ориентировочные размеры широкой траншеи показаны на рис. 32. Более детальные сведения по прокладке трубопровода в слабых грунтах можно получить в Инженерном Центре НТТ.

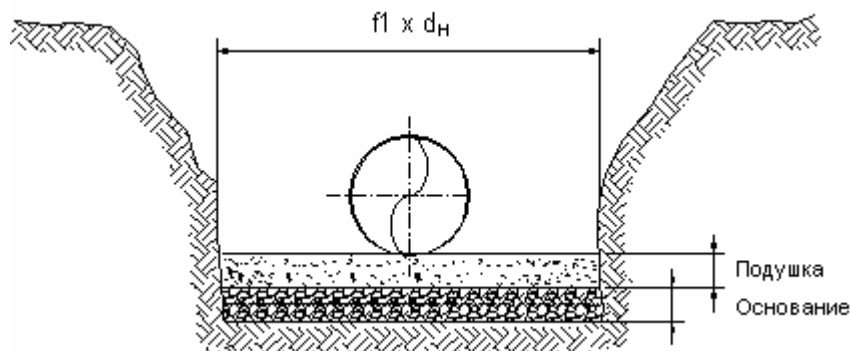


Рис. 31

Номинальный диаметр, мм	Коэффициент f1
300 – 900	3,0
1000 – 1600	2,5
1800 – 2400	2,2
2800 - 4000	2,0

Траншея с укрепленной стенкой (с опалубкой)

Если использование широкой траншеи нецелесообразно, можно использовать временную защиту стенок на время ее засыпки.

Укрепление (если оно выполняется в виде стальных щитов) должно иметь небольшую толщину и при его удалении (обычно щиты просто вытягиваются), засыпка должна размещаться и уплотняться таким образом, чтобы избежать появления пустот около защиты.

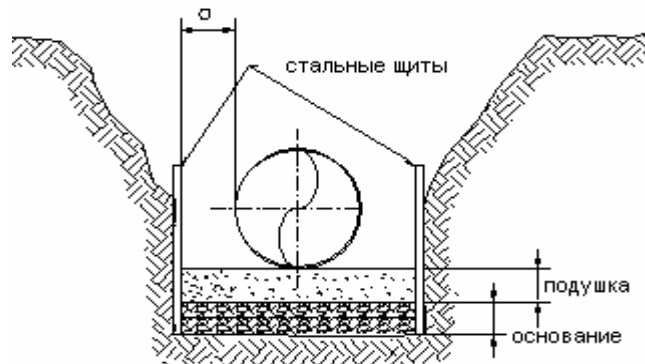


Рис. 32.

Номинальный диаметр, мм	Минимальный размер «а», мм
300 – 900	250
1000 – 1600	350
1800 – 2400	450
2600	600

Стационарная защитная опалубка достаточной высоты (по крайней мере, 300 мм над верхом трубопровода) применяется чтобы равномерно распределить боковую нагрузку на трубопровод и обеспечить необходимые эксплуатационные свойства трубопровода в течение всего срока его службы. При этом процедура обратной засыпки и ее максимальная глубина – такие же, как и при типовом монтаже.

В большинстве случаев следует избегать использования временных креплений или опалубки траншеи на уровне трубы. Это важно для того, чтобы основание трубы и материал обратной засыпки в зоне трубопровода после уплотнения плотно примыкал к естественным стенкам траншеи. При удалении креплений или опалубки после завершения обратной засыпки материал засыпки из зоны трубы будет иметь тенденцию заполнять пустоты, оставленные удаленной опалубкой или крепью, что будет приводить к потере опоры трубы, а во многих случаях - к недопустимым смещениям трубопровода.

В тех случаях, когда временные крепления и опалубка необходимы, и без них нельзя обойтись, должны выполняться следующие требования:

- необходимо устанавливать крепления до глубины на 300 мм выше верха трубы, существующие естественные откосы траншеи оставлять полностью свободными до уровня трубы;
- необходимо использовать тип крепления либо в виде отдельных щитов, которые могут извлекаться поочередно, либо в виде набора панелей, удаляемых последовательно, начиная с нижней.
- удаление щитов или панелей из траншеи должно выполняться так, чтобы основание и материал обратной засыпки после уплотнения плотно примыкали к естественной стенке траншеи: а) до уровня 300 мм над верхом трубы – для типовых вариантов укладки 1 и 2, б) до верха трубы – для типового варианта 3, и в) до 0,6 диаметра трубы – для типового варианта 4.
- рекомендуется использовать траншейные короба; их достаточно легко вынимать постепенно с помощью подъемного крана или экскаватора.

Внимание: если между щитами наблюдается выход воды и/или природного грунта, это

свидетельствует об образовании пустот. Они должны быть заполнены хорошо уплотненным материалом обратной засыпки.

Стабилизация обратной засыпки.

В отдельных случаях применяется стабилизация обратной засыпки с помощью цемента. Как правило, достаточно 40 ÷ 50 кг цемента на тонну песка (4-5 % цемента). Просеивающаяся часть песка на сите 200 должна составить максимум 15 %. Прочность закрепленного материала через 7 суток должна быть в пределах 690 ÷ 1380 кПа.

Стабилизированная обратная засыпка должна иметь стандартное уплотнение до 90% слоями по 150÷200 мм. Первоначальный слой цементированного материала перед продолжением обратной засыпки должен схватиться за 24 часа. Максимальный начальный слой стабилизированного покрытия:

- 1,0 м для жесткостей 1250 и 2500 Па,
- 1,5 м для жесткостей 5000 и 10000 Па.

Стабилизированная обратная засыпка должна охватывать трубу, как это показано на рис. 33. Максимальная длина трубы, охватываемой стабилизированной обратной засыпкой - 6 метров.

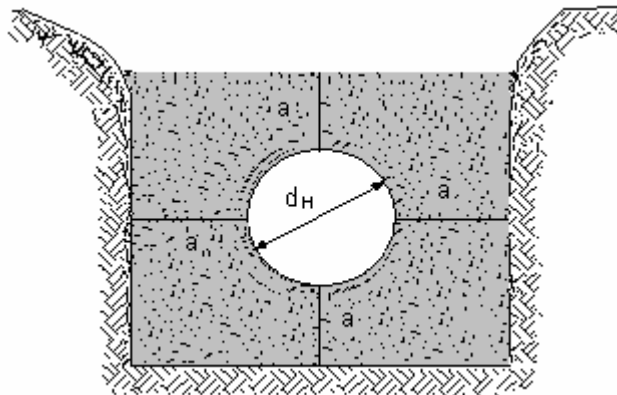


Рис. 33

Номинальный диаметр, d_n , мм	Минимальный размер «а», мм
300 – 500	200
600 – 800	300
900 – 1200	400
1400 – 1800	500
2000 – 2600	600

При дальнейшей засыпке должен использоваться уплотняемый в процессе засыпки стабилизированный материал, и по мере подъема технологической опалубки стабилизированную засыпку вдоль стенок траншеи необходимо уплотнять по отношению к природному грунту. Максимальная общая глубина слоя покрытия - 5 метров.

4.6. Другие способы укладки труб

Несколько труб в одной траншее.

Ширина траншеи должна быть значительно увеличена в случае необходимости укладки в одну траншею двух или более трубопроводов. В этом случае расстояния от боковых труб должно быть таким, как указывалось ранее для различных типов природного грунта, а расстояние между трубами должно быть не менее показанного в таблице для рис. 34.

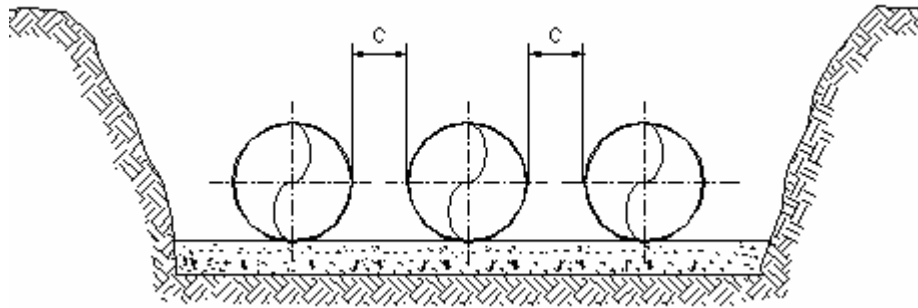


Рис. 34.

Номинальный диаметр, мм	Минимальный размер «с», мм
300 – 900	400
1000 – 1600	500
1800 – 2400	600
2600	900

При укладке в общей траншее труб различных диаметров, желательно укладывать каждую трубу в отдельную зону с разным заглублением. Когда это невозможно, материал засыпки должен выбираться таким, чтобы полностью засыпать пространство вокруг трубы большего диаметра. При этом необходимо обеспечить надлежащее уплотнение засыпного грунта.

Пересечение трубопроводов.

При пересечении двух трубопроводов, когда один из них проходит над другим, вертикальный интервал между трубами и укладка нижележащего трубопровода должны соответствовать расположению, показанному на рис. 35.

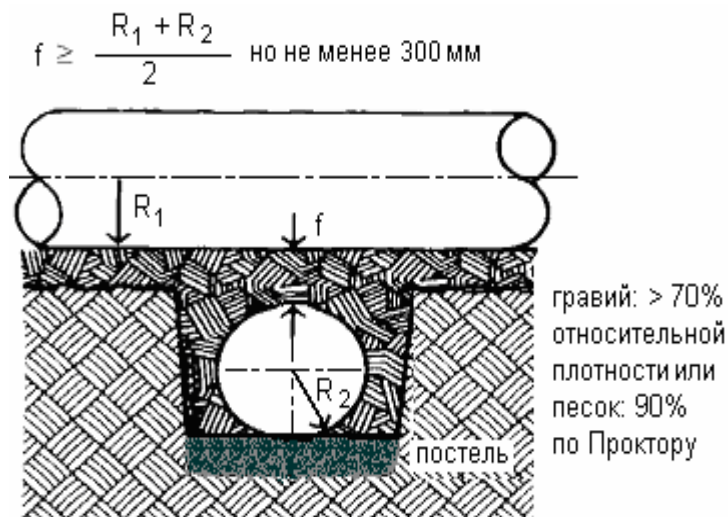


Рис. 35

В некоторых случаях возникает необходимость прокладки трубопровода под уже существующим трубопроводом. При таких работах требуется соблюдать особую осторожность, чтобы не повредить ранее проложенный трубопровод. Его положение должно быть зафиксировано стальными балками, пересекающими траншею. Желательно также обернуть вскрытый трубопровод, чтобы защитить его от ударных воздействий механизмов, инструментов и приспособлений. При укладке нового трубопровода, выбранный материал засыпки должен быть уложен в траншею и уплотнен вручную таким образом, чтобы он полностью окружал оба трубопровода и был утрамбован до требуемой плотности.

Нестабильное дно траншеи

Если дно траншеи проложено в мягком, рыхлом или сильно подвижном (вспучиваемом)

грунте, дно траншеи считается нестабильным. Перед укладкой трубы, нестабильное дно траншеи следует стабилизировать, или изготовить специальное основание для исключения неравномерной усадки дна траншеи. Проектировщик может выбрать, в зависимости от жесткости нестабильного грунта, различные способы стабилизации природного грунта, образующего дно траншеи или выполнить заглубление дна траншеи с последующей заменой грунта для основания и подушки из гранитного щебня или песчаного гравия, достаточно измельченных и исключающих движение нестабильного грунта. Глубина слоя такой подкладки, используемой для основания, зависит от жесткости грунта дна траншеи, но она должна составлять как минимум 150 мм. Обычно сверху на подготовленном основании размещается подушка толщиной в 150 мм. Для предотвращения миграции природного грунта в основание и наоборот на дно траншеи (на природный грунт) настилается слой изолирующей фильтрующей ткани. Материалы основания и подушки должны также быть выбраны так, чтобы избежать миграции одного материала в другой, а также в природный грунт, что может привести к потере опоры трубы, уложенной в траншею.

Максимальная длина секции трубопровода между гибкими соединениями на участках нестабильного дна не должна превышать 6 метров.

Строительство траншеи ниже уровня грунтовых вод

Если нестабильность грунта, образующего дно траншеи, вызвана высоким уровнем грунтовых вод, дно траншеи перед укладкой труб должно быть стабилизировано.

Обычно это достигается путем понижения уровня грунтовых вод, примерно на 300 мм ниже нижнего свода трубы при помощи насосов и последующей стабилизации дна с использованием текстильного материала.

В зависимости от типа естественного грунта могут быть использованы разные приемы.

Для песчаных или илистых грунтов хорошо подходит система иглофильтров с водосборной трубой и насосом. Расстояние между иглофильтрами и глубина, на которой они будут установлены, зависят от уровня грунтовых вод. Важно использовать для устройства фильтра крупный песок или гравий вокруг зоны всасывания, чтобы предотвратить засорение иглофильтров тонкими фракциями природного грунта.

Когда природный грунт состоит из глины или осадочных пород, иглофильтры не будут работать. В этом случае водопонижение представляет более трудную проблему. Рекомендуется использование насоса с водоотводящей системой.

Если не удастся поддерживать уровень воды ниже уровня основания траншеи, необходимо предусмотреть дренирование. Для дренажа должны быть использованы частицы одинаковых размеров (20-25 мм), полностью защищенных от заиливания фильтрующей тканью. Глубина заложения дренажа под основанием зависит от уровня воды в траншее. Если грунтовые воды при этом все еще не удастся удерживать ниже уровня основания, то основание (а в случае необходимости и область зоны трубопровода) также следует защитить фильтрующей тканью, чтобы препятствовать загрязнению частицами природного грунта. Для формирования основания и засыпки траншеи следует использовать гравий или дробленый камень. При водопонижении следует соблюдать определенные предосторожности:

- избегать откачки воды через материал обратной засыпки или природный грунт на большом расстоянии, что могло бы вызвать потерю опоры ранее проложенного трубопровода из-за миграции частиц грунта или перемещения материала засыпки;
- не выключать систему водопонижения, пока слой обратной засыпки не станет достаточным, чтобы предотвратить всплытие трубы.

Для оптимизации процесса откачки воды, следует отрывать траншею лишь для размещения не более трех сегментов трубы, а затем проводить засыпку соединенных сегментов.

Процедуры формирования основания и подушки для укладки трубы в этих условиях (после откачки воды) должны быть следующей (см. иллюстрацию на рис. 36):

1. Поместите текстильный материал вдоль границы траншеи.
2. Разместите и уплотните основание траншеи.

3. Разместите и уплотните постель.
4. Уложите трубу на постель.
5. Проведите засыпку подушки под боками трубы.

Если необходимо убрать дополнительно поставленное укрепление стенок траншеи, засыпка должна размещаться и уплотняться по мере вытягивания укрепления, во избежание образования полостей под текстильным материалом.

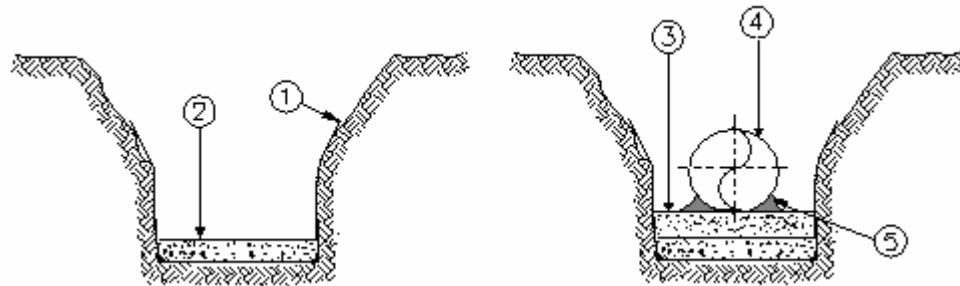


Рис. 36.

Прокладка трубопровода в скальных грунтах

Минимальные размеры траншеи для установки трубопровода в скальном грунте должны соответствовать размерам, показанным в таблице к рис. 24. Когда скальная порода заканчивается и трубопровод продолжается в зоне нескального грунта (или наоборот), должны быть применены гибкие соединения, как показано на рис. 37. Сооружение траншеи должно вестись методом, соответствующим условиям природного грунта.

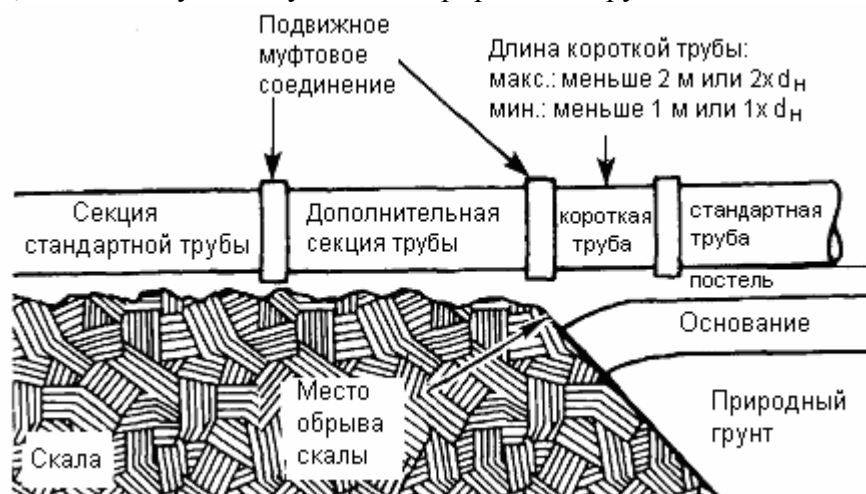


Рис. 37.

Внимание ко всем способам укладки!

Любые небрежные действия при рытье траншеи (выбор лишнего грунта) со стенок или дна траншеи, основания, выравнивающего слоя, окружающей трубу зоны должны быть заполнены уплотненным материалом обратной засыпки, уплотненным до 90% относительной плотности. Для этой цели не должен использоваться естественный грунт, если он не квалифицирован как материал обратной засыпки.

4.7. Анкерные блоки, заделка трубы в бетон,

4.7.1. Защита от внутренних нагрузок

В герметичном трубопроводе при изменениях напора могут возникать резкие перепады давления – в отводах, переходах, тройниках, поворотах, расширениях и других местах изменения прямого потока. Кроме того, продольные силы возникают в напорном трубопроводе при нормальных условиях эксплуатации в местах поворота трассы и отклонения потока от прямолинейного в фитингах.

Эти силы должны быть ограничены каким-либо способом, чтобы предотвратить

повреждение соединений. Если окружающий грунт не может обеспечить эту защиту, должны быть использованы специальные фиксирующие (анкерные) блоки. Конструктивные особенности этих устройств и необходимость их установки в каждом конкретном случае определяют проектировщики:

Анкерные блоки

В местах поворотов трассы, установок фитингов и в конечных точках напорных трубопроводов предусматриваются упоры (анкерные блоки), к которым крепятся, или в которые заделываются при создании упора стеклопластиковые трубы.

Анкерные блоки могут быть выполнены в трех видах:

- 1) гравитационные
- 2) реактивные
- 3) комбинированные

Контакт анкерного блока со стенкой трубы осуществляется через резиновую прокладку толщиной 10÷30 мм.

Гравитационные анкерные блоки

Гравитационные анкерные блоки изготавливаются таким образом, чтобы их собственный вес мог противодействовать силе вызванной внутренним давлением. Т.е. характеристики поверхности основания должны гарантировать противодействие за счет сил трения.

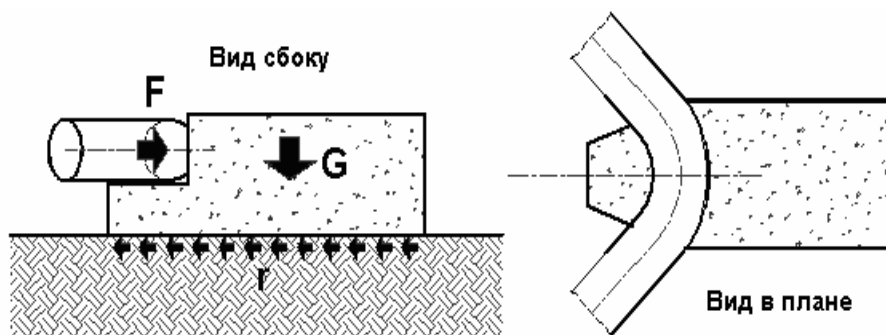


Рис. 38.

Гравитационный анкерный блок

При этом необходимо принимать в расчет грунтовые воды, поскольку они снижают вес бетонного блока и изменяют коэффициент трения.

В соответствии с условиями укладки трубопровода и типом грунта определяется необходимый коэффициент трения бетон/грунт, площадь опоры и вес анкерного блока.

Реактивные анкерные блоки

Реактивные анкерные блоки устанавливаются в тех случаях, когда грунт обладает стабильными характеристиками (каменистый грунт, плотный и твердый грунт). В этом случае требуется соответствующая глубина засыпки над анкерным блоком - не ниже 1 м.

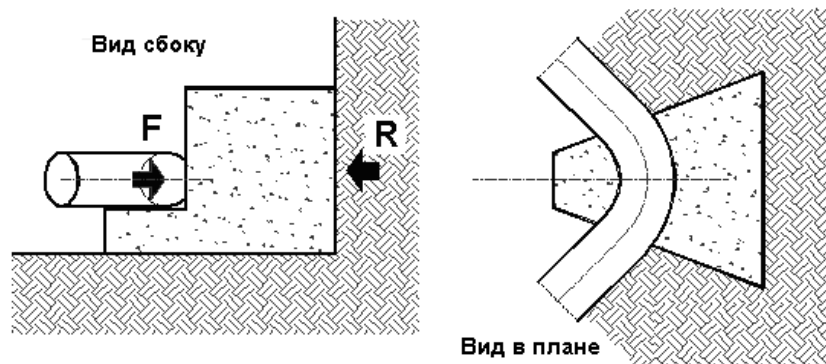


Рис. 39.

Реактивный анкерный блок

Такие анкерные блоки образуют противодействие за счет пассивной реакции грунта; для этих целей они должны отливаться (устанавливаться) примыкающими к вертикальной стене ненарушенного грунта.

Комбинированные анкерные блоки

Комбинированные анкерные блоки размещаются в случае прокладки трубопровода в грунте смешанного типа (частично стабильного грунта) и в случаях, когда необходимо использовать свойства как гравитационных, так и реактивных анкерных блоков.

Примечание: для каждого вида анкерных блоков в случае необходимости следует проводить уплотнение грунта вокруг блоков или стабилизацию грунта под блоками.

Линейные анкерные блоки

Линейные анкерные блоки используются для контроля и предотвращения осевых сдвигов труб с муфтовыми (подвижными) соединениями. Эти сдвиги могут быть вызваны изменениями давления или температурным градиентом. Анкерный блок должен быть размещен под трубой и соединен с ней при помощи нейлоновых лент.

Линейные анкерные блоки могут устанавливаться как при подземной, так и при наземной прокладке стеклопластикового трубопровода.

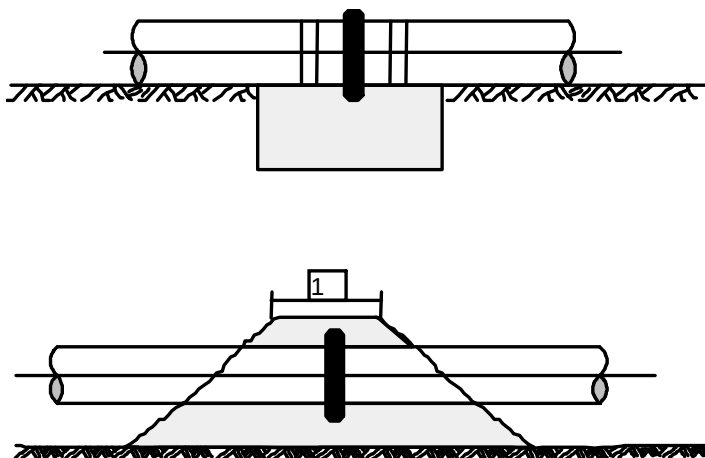


Рис.40.

Схема установки линейного анкерного блока

В некоторых случаях анкерные блоки могут быть выполнены из тощего бетона ($50 \div 70 \text{ кг/м}^3$) на соответствующую длину, определяемую возможностью стекания бетона под его естественным углом.

В обоих случаях, показанных на рис. 40, на стеклопластиковой трубе должно быть сформировано «ребро» (из ленты) толщиной 25 мм, шириной 150 мм.

Типовые схемы установки анкерных блоков

Некоторые типовые схемы анкерных блоков, которые могут использоваться в процессе строительства подземного трубопровода приведены на рис. 41. Они устанавливаются в местах монтажа отводов (в том числе – с изменением глубины прокладки), Т-образных фланцевых соединений и глухих фланцев, под арматурой и т.д. Во многих случаях анкерные блоки устанавливаются так, что они полностью охватывают трубу в месте установки опоры.

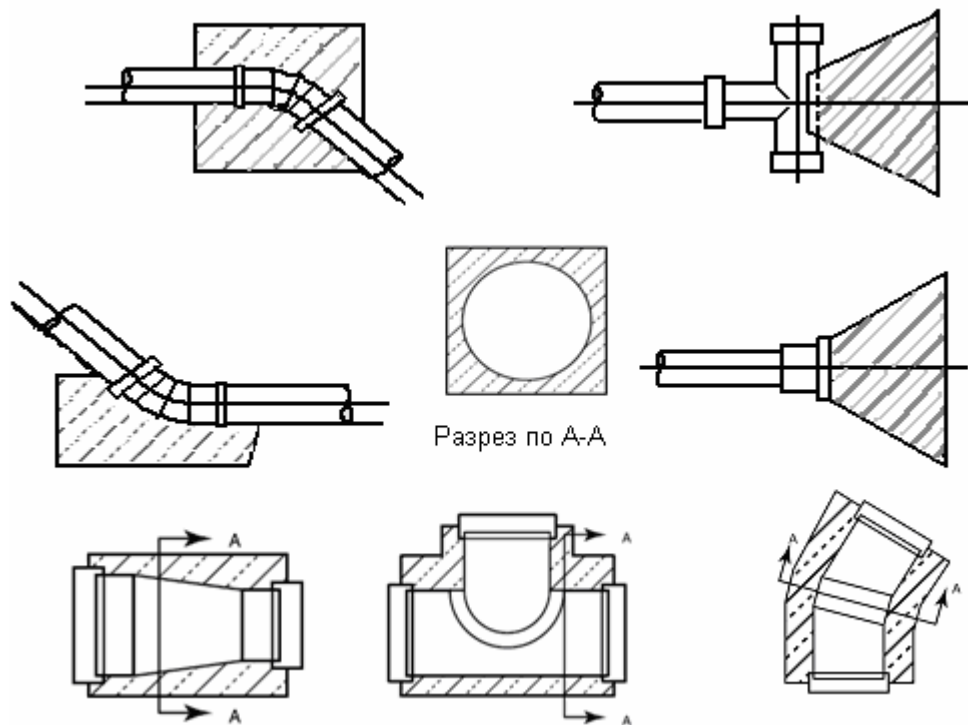


Рис. 41

Типовые схемы установки анкерных блоков.

Приемы расчета анкерных блоков изложены в «ТЕХНИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЯХ. ЧАСТЬ I. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ»

Трубопроводная арматура

Трубопроводная арматура должна быть достаточно хорошо зафиксирована, поэтому она всегда блокируется анкерными опорами, для того чтобы компенсировать напряжения, вызываемые температурными расширениями трубы и гидравлическими ударами, возникающими при работе клапанов и задвижек (подробнее – см. раздел 4.8).

4.7.2. Заделка в бетон

Если труба должна быть полностью залита бетоном, следует иметь в виду особенности этих операций при монтаже трубопровода.

Во время заливки бетоном на пустую трубу действует большая подъемная сила. Поэтому трубу необходимо удерживать от вертикального смещения, которое может быть вызвано такими нагрузками. Обычно это достигается путем закрепления трубы стропами к бетонному основанию или к другим анкерным устройствам, вес которых (вместе с весом трубы) должен быть достаточным, чтобы противодействовать всплыванию трубы. Стропы должны быть изготовлены из полос достаточно прочного материала шириной не менее 25 мм, чтобы выдержать нагрузку, вызванную подъемной силой. Расстояния между стропами не должно превышать 4 м, при этом на длину каждой короткой секции трубы (длиной менее 6 м) должна приходиться по крайней мере одна стропа. Стропы должны только удерживать, препятствуя ее всплыванию, не оказывая на нее дополнительного давления, которое может вызвать нерасчетную деформацию трубы.

Труба должна быть выставлена на основании таким образом, чтобы бетон легко затекал во все полости вокруг трубы. При этом возможно допустимое отклонение формы трубы от формы правильного цилиндра (отклонение $\leq 3\%$ номинального диаметра) без вспучивания и сплющивания.

Опорные элементы, как правило, располагаются в местах размещения строп, как показано на рис. 42, обеспечивая свободное затекание бетона под трубу.



Рис. 42.

Заливка в бетон должна выполняться слоями с интервалами времени, достаточными для схватывания бетона (не превышая при этом расчетную подъемную силу). Максимальный слой заливаемого бетона зависит от номинальной жесткости трубы:

- SN 1250 Па. - менее 300 мм или ? номинального диаметра трубы;
- SN 2500 Па. - менее 300 мм или ? номинального диаметра трубы;
- SN 5000 Па - больше 450мм или ? номинального диаметра трубы;
- SN 10000 Па - больше 600 мм или ? номинального диаметра трубы.
-

4.7.3. Монтаж в проходах (люки, технологические лазы, стенки)

Когда трубопровод проходит через стену с заделкой в бетон, пересекает колодец или присоединяется к насосу, задвижке или другому оборудованию, в нем могут возникать опасные напряжения из-за различий в подвижности свободных и заделанных участков.

Если смотровые люки изготовлены из стеклопластика по той же технологии, что и трубы производства ООО «НТТ», проходы через них выполняются в соответствии с инструкциями завода-изготовителя (с использованием ламинирования).

Если смотровые люки или технологические лазы изготавливаются из бетона, а также в случаях прохождения трубопровода через бетонную стену, особое внимание следует уделить конструированию узлов для вхождения в стену. Во всех случаях, когда имеет место жесткое закрепление участка трубы, монтаж следует проводить так, чтобы исключить или свести к минимуму возможность развития высоких местных напряжений в трубе. Для этого используются короткие сегменты труб.

При заделке трубы в бетон возможны два варианта. В первом варианте (предпочтительном) в бетон заделывается соединительная муфта ООО «НТТ». В другом варианте трубу обертывают резиновыми лентами, чтобы ослабить напряжения на переходном участке.

В первом варианте при использовании муфты (см. рис. 43, 44) в бетонную стену заделывается соединение, поглощающее возможное отклонение.

Внимание при заделке муфты в бетон:

- необходимо убедиться, что обеспечено сохранение формы муфты, что позволит достаточно легко завершить последующий монтаж соединяемых труб. В любом случае место стыка следует защитить перед заливкой бетона.
- важно обеспечить минимальное вертикальное отклонение и деформацию присоединяемого короткого отрезка трубы.

Перед заделкой трубы в бетонную стенку, муфта и/или стеклопластиковая труба должны быть защищены мягким материалом (например, резина или неопрен).

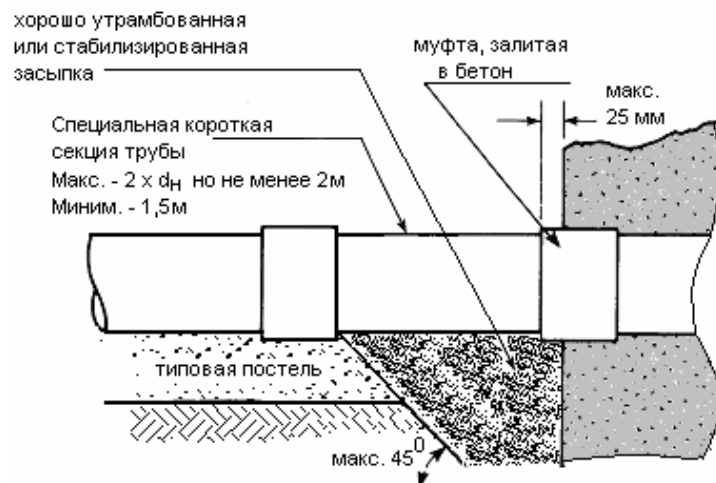


Рис. 43.

При остающейся вероятности неравномерной усадки или изменений прочности грунта основания, допускаемая подвижность в муфтовых соединениях обеспечивает некоторую разницу в усадке труб за счет угловых отклонений в муфтах на концах короткого отрезка трубы (см. рис. 46).



Рис. 44.

При невозможности использовать первый вариант прохода трубы через стенку трубы перед заделкой в бетон необходимо обернуть резиновой лентой (или лентами) (таблица 16 и рис. 46) так, чтобы край ленты выступал из бетона на 25 мм (рис. 45).

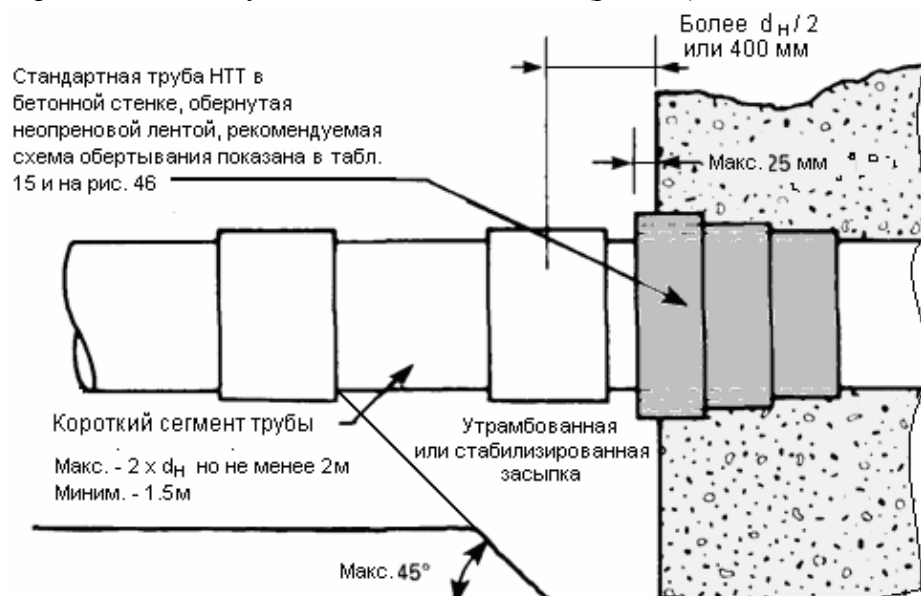


Рис. 45.

Варианты обертывания трубы

Номинальный Диаметр ND, мм	Класс жесткости SN, Па					
	1250÷2500					5000÷10000
	Класс жесткости, PN, кПа					
	≤ 300	600	1000	1200	≥1500	
≤ 700	1	1	1	1	1	1
≤1000	2	2	2	2	2	2
≤1200				C		
≤1400				3	-	
≤1600	4	4	4	-	-	4
≤1800			-	-	-	
≤2000		4	-	-	-	
≤2500		-	-	-	-	

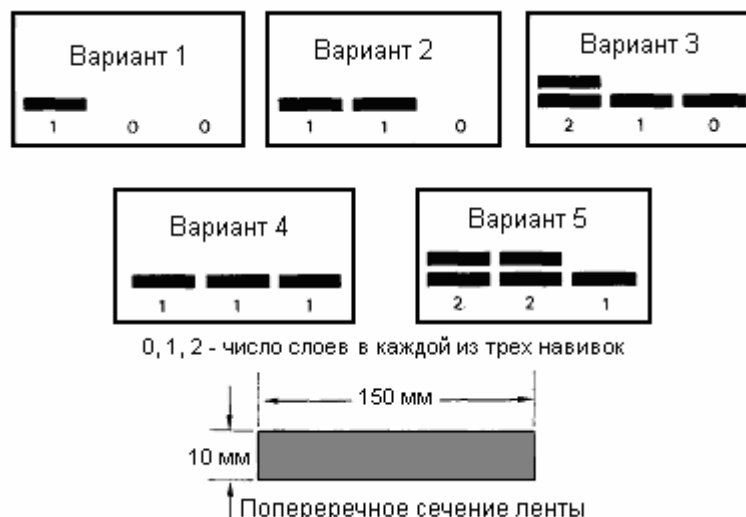


Рис. 46.

Для придания эластичности и герметичности заделке трубы, обернутой лентами, в бетонную стенку рекомендуется использовать ленты со специальным профилем на внутренней широкой стороне, аналогичным профилю эластомерных уплотнений муфты.

Особенности монтажа

1. При проходе стеклопластиковой трубой бетонированной конструкции следует обращать внимание на возможность просадок сегментов труб, примыкающих к стенке, которые могут приводить к разрушению трубопровода.

2. Отрезок трубы, примыкающий к бетонной стенке, должен быть коротким, как показано на рис. 43 - 45.

3. Особое внимание при обратной засыпке следует обратить на должное уплотнение разрыхленного грунта в местах его примыкания к бетонному монолиту. При сооружении больших объектов часто приходится вынимать большой объем грунта, в частности, для выполнения опалубочных работ. При обратной засыпке этот грунт должен быть восстановлен до плотности основного массива, чтобы предотвратить опасность избыточной деформации грунта с последующим нарушением проектного положения трубопровода.

4.8. Монтаж арматуры и камер

Практически в каждом проекте трубопроводной системы присутствует набор трубопроводной арматуры (отсечные клапаны, задвижки, вентиляционные клапаны, предохранительные и вакуумные клапаны, насосные агрегаты и др.), которые могут размещаться в грунте или в камерах, кроме того, по трассе могут сооружаться камеры для

прочистки трубопровода или сливные камеры. В настоящем разделе даны примерные схемы монтажа арматуры и камер, которые могут быть использованы как иллюстрации при разработке аналогичных узлов в конкретном проекте.

При решении вопроса о выборе конкретного варианта монтажа различных узлов и агрегатов арматуры рекомендуется обратиться за консультацией или за оценкой принятого конструктивного решения в Инженерный Центр ООО «НТТ».

4.8.1. Монтаж клапанов и задвижек

При работе клапанов и задвижек возникают продольные (осевые) нагрузки, на восприятие которых стеклопластиковые трубы производства ООО «НТТ» не рассчитаны. Поэтому так же, как и при компенсации боковых и продольных нагрузок (см. раздел 4.7.1.) продольные нагрузки, возникающие при работе клапанов и задвижек, необходимо перераспределять во внешнюю среду. Выбор самого лучшего способа перенесения продольных нагрузок будет зависеть от конкретных эксплуатационных условий трубопровода, в частности, от диаметра трубы и рабочего давления. Возможны два основных способа монтажа: с непосредственным доступом к устройству (клапаны и задвижки находятся в специальной камере) или без непосредственного доступа (устройства находятся в траншее).

Монтаж в траншее.

Один из возможных вариантов монтажа устройства в траншее показан на рис. 47. Передача на опорный блок осевой нагрузки от клапана (задвижки), присоединяемого к трубам посредством фланцев, происходит через фланцевый патрубок из стали или ВЧШГ с фиксирующим кольцом. На свободный конец патрубка на выходе из опорного блока монтируется механическая муфта, после чего происходит бетонирование патрубка в опорный блок.

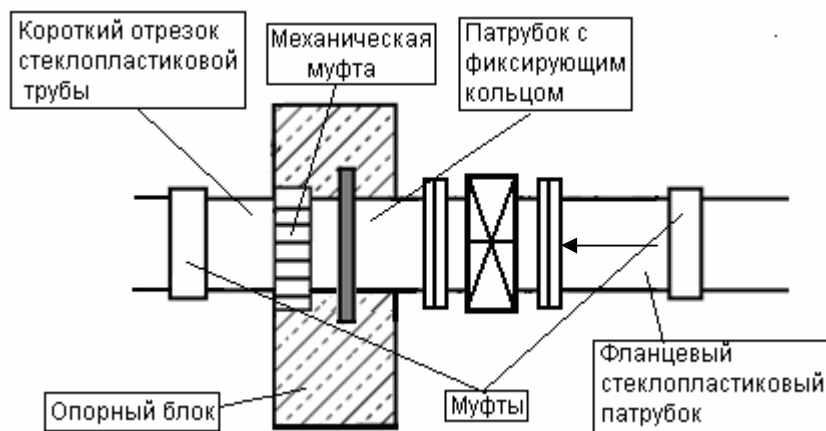


Рис. 47

Соединение со стеклопластиковой трубой (магистралью) со стороны опорного блока осуществляется посредством отрезка стеклопластиковой трубы, стыкуемой со стальным (ВЧШГ) патрубком механической муфтой, а с магистралью — посредством стандартной стеклопластиковой муфты производства ООО «НТТ». С противоположной стороны соединение клапана со стеклопластиковой трубой (магистралью) осуществляется через стеклопластиковый фланцевый патрубок, стыкуемый с магистралью посредством стандартного муфтового соединения.

При больших осевых нагрузках возможно проводить анкеровку с обеих сторон задвижки, конкретное решение принимается по результатам проектного расчета.

Монтаж в камерах.

Для напорных трубопроводов большого диаметра монтаж арматуры рекомендуется проводить с использованием камер, которые, кроме размещения в них арматуры, выполняют функции опорных блоков. Соответственно, проектирование камер должно проводиться аналогично проектированию параметров анкерных блоков.

Конструктивные решения, позволяющие передавать осевые нагрузки от клапанов (задвижек) на стенки камеры могут быть различные, принципиальная схема одного из таких решений, при котором возможна передача на конструкцию камеры знакопеременных осевых нагрузок, показана на рис. 48.

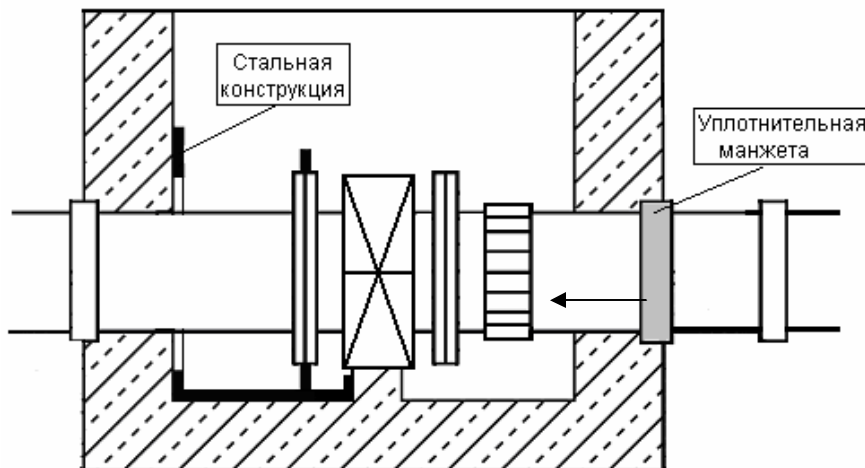


Рис. 48

В этом варианте дополнительным элементом фланцевого соединения является часть стальной конструкции, непосредственно упирающейся в стенки камеры. Необходимое условие данного конструктивного решения – опора конструкции клапана (задвижки) на основание камеры.

Фланцевый патрубок со стороны движения к задвижке потока соединяется с трубой через механическую (монтажную) муфту. Все остальные соединения, а также засыпка камеры и прилегающих к ней частей стеклопластиковой трубы выполняются так, как описано в разделе 4.7.3 («Монтаж в проходах»).

Вариант конструктивного решения монтажа арматуры в камере, в котором используется стальной (или ВЧШГ) фланцевый патрубок с фиксирующим кольцом показан на рис. 49.

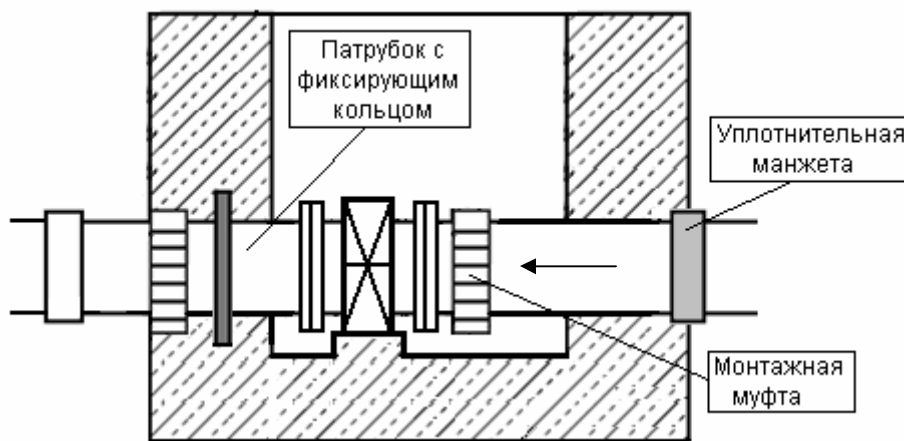


Рис. 49

Патрубок с фиксирующим кольцом размещается со стороны действия осевой нагрузки, передавая нагрузку от заглушки на стенку камеры. Входной сегмент трубопровода может перемещаться в осевом направлении при возникновении температурных подвижек или перемещений за счет эффекта Пуассона.

При любом конструктивном решении по монтажу арматуры в камерах должны выполняться следующие условия:

- осевые нагрузки, возникающие при срабатывании арматуры, должны тем или иным способом передаваться на стенки камеры, минуя стеклопластиковые фрагменты трубопровода;

- для компенсации перемещений вследствие температурных деформаций и эффекта Пуассона, а также возможных незначительных поперечных смещений трубы в местах входа и выхода трубопровода из камеры должны использоваться короткие отрезки стеклопластиковых труб со стандартными муфтовыми соединениями;
- должны быть соблюдены требования по расчету габаритов и массы камеры в зависимости от диаметра трубы, рабочего давления и характеристик природного грунта (как для анкерных блоков), а также должны быть выполнены все необходимые условия по засыпке и уплотнению примыкающих к камере участков трубопровода и самой камеры.

4.8.2. Монтаж предохранительных клапанов и специальных задвижек

В наивысших точках протяженного трубопровода должны устанавливаться предохранительные воздушно-вакуумные клапаны (работающие при заполнении трубопровода или при сливе транспортируемой жидкости). В зависимости от массы клапанов рекомендуется применять два способа их установки: непосредственно на трубе с помощью вертикального фланцевого патрубка с выводом в клапанную камеру (для малых клапанов) или с врезкой в трубу бокового отвода с выводом в отдельную смежную клапанную камеру.

Примерная монтажная схема малого предохранительного клапана показана на рис. 50.



Рис. 50

Во избежание переноса веса клапанной камеры на стеклопластиковую трубу основание камеры должно частично опираться на природный грунт, а засыпку трубы необходимо стабилизировать цементом или выполнить в виде уплотненного до 90% относительной плотности гравия.

При монтаже больших предохранительных клапанов с помощью бокового отвода, врезаемого в верхнюю часть трубы, в месте расположения врезки необходимо соорудить опорный блок (анкера), в котором будет находиться участок трубы в месте врезки и сам боковой отвод. Соединение отвода с предохранительным клапаном, находящимся в отдельной камере, осуществляется с помощью обычных фланцевых патрубков. В данном случае клапанная камера устанавливается отдельно от трубы и не передает на трубу никаких воздействий.

По такому же принципу (как для больших предохранительных клапанов) проводится монтаж задвижек, которые используются при очистке и промывке трубопровода. Различие заключается в том, что врезка отводного патрубка должна быть выполнена в самой низкой точке трассы участка трубопровода и в нижнюю часть трубы, причем отвод необходимо расположить под наклоном по отношению ко дну трубы. Сама задвижка может быть установлена как в отдельной камере, так и в отдельном отсеке опорного блока, изолированного от трубы.

4.9. Монтаж в футлярах (тоннелях, рукавах)

Когда трубопровод монтируется в стационарной опалубке типа футляра или в тоннеле (рукаве), например, в случаях когда траса трубопровода пересекает железнодорожную

магистраль, должны быть выполнены следующие процедуры и соблюдены предосторожности:

1. Трубы могут быть введены в футляр протягиванием или проталкиванием.
2. Трубы должны быть защищены от повреждения при возможном соприкосновении со стенками футляра, для чего по всей длине трубы накладываются и закрепляются деревянные бруски или промышленно изготовленные спейсеры, надвигаемые через определенные расстояния по всей длине трубы (см. рис.51). Толщина брусков и высота зубцов спейсеров должны быть такими, чтобы обеспечивался зазор между муфтовым соединением и стенкой футляра.
3. Установку трубы в футляре можно существенно облегчить, используя смазку между накладками (спейсерами) и стенками футляра. Не следует использовать смазку на основе нефти, поскольку она может повредить некоторые накладки.
4. Кольцевое пространство между стенкой футляра и трубой может быть заполнено песком, гравием, или жидким раствором цемента (цементно-песчаной смеси). При выполнении этих работ должна соблюдаться меры предосторожности, чтобы не повредить трубу, особенно - при нагнетании цементного раствора. Максимальные величины напора при заливке цемента даны в таблице 17.
5. Не заклинивайте и не опирайте трубу так, чтобы появился риск возникновения концентрированных или точечных напряжений. Консультируйтесь с Инженерным Центром НТТ до начала работ относительно пригодности выбранного метода монтажа.

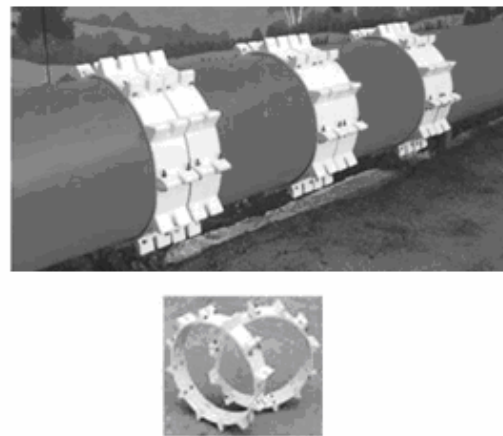
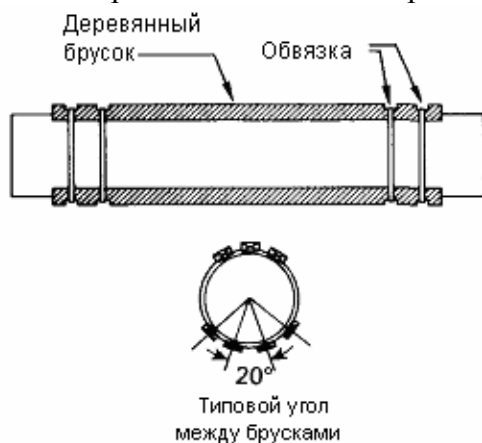


Рис. 51

Внимание: Прочность трубы должна быть достаточной, чтобы противостоять отрицательному давлению, возникающему при монтаже в футляре.

Таблица 17

Номинальная жесткость, Па	Максимальное давление цементного раствора, кПа
1250	14
2500	27
5000	54
10000	108

Общее замечание к разделам 4.7.3, 4.8, 4.9: Если по каким-либо причинам проектанту или подрядчику окажется затруднительным или неэффективным проведение монтажных работ с использованием стеклопластиковых труб на входах и выходах из бетонных стенок камер, колодцев и др. сооружений, всегда можно воспользоваться вариантом перехода на этих участках трассы от стеклопластиковых труб к трубам из других материалов (сталь, чугун и др.)

с применением фланцевых соединений. Тогда соответствующие монтажные работы проводятся согласно положениям нормативных документов РФ для этих труб.

4.9. Подгонка размеров труб в полевых условиях

4.9.1. Корректировка длины

Корректировка длины трубы для монтажа муфтовых соединений предполагает выполнение следующих процедур:

1. Определить требуемую длину отрезка трубы и отметить на выбранной трубе место разреза.
2. Труба разрезается в соответствующем месте дисковой пилой с абразивным диском.
3. Если диаметр трубы находится в пределах допуска для стыковочного конца трубы, очистить его поверхность, снять грубые неровности и шлифованием снять фаску на конце трубы, чтобы облегчить соединение. В дальнейшем шлифовании нет необходимости.
- 6- Если диаметр трубы не укладывается в допуск, на полевом оборудовании выполняется токарная или шлифовальная обработка стыковочного конца трубы до необходимых размеров, конец трубы скашивается (см. рис. 52).

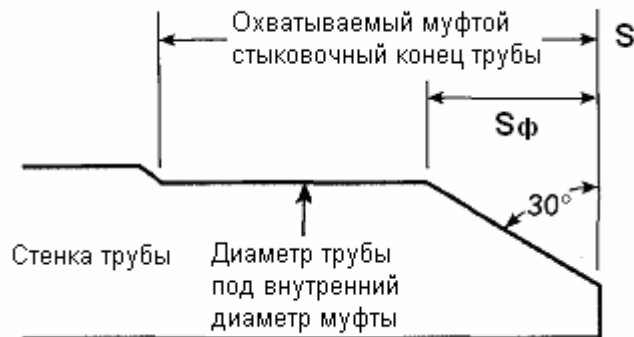


Рис. 52.

Внимание: для стыковочной секции в полевых условиях длина стыковочного конца трубы (S) удваивается по сравнению с заводской. Длина фаски S_f принимается в зависимости от номинального диаметра в пределах от 4% до 10% для диаметров до 1000 мм и равной 12% для диаметров ≥ 1000 мм. Минимальная толщина стенки трубы по скошенному концу не должна быть менее 2 мм (для $DN = 300$ мм).

4.9.2. Монтаж замыкающей секции трубопровода

Монтаж замыкающей секции трубопровода выполняется в следующей последовательности:

1. Тщательно измерьте расстояние, куда должна укладываться смыкающая секция трубопровода. Подготовьте трубу длиной на 50 мм короче замеренного расстояния. Этот отрезок трубы должен быть помещен с зазором 25 мм слева от соединяемых секций трубопровода.
2. Используйте специальную трубу с длинными обработанными концами или подготовьте для этой цели обычный отрезок трубы.
3. Используйте две стандартные муфты без центрального упорного кольца.
4. Обильно смажьте обработанные концы смыкающей трубы и резиновые кольца муфт и натяните муфты на трубу. Смазка необходима для того, чтобы избежать смещения второго уплотнительного кольца муфты при его заведении на стыковочный конец трубы.
5. После того, как полностью очищены концы двух смежных труб, хорошо смажьте их.
6. Уложите смыкающую секцию трубы в окончательное положение, натянув муфты на соединяемые трубы до контрольной риски.

Внимание: По окончании монтажа муфтовых соединений следует убедиться с помощью толщиномера (или инструмента для измерения зазоров), что уплотнительные кольца установлены должным образом.

При монтаже замыкающей секции трубопровода без использования двух муфтовых соединений замыкающее соединение выполняется с помощью механических (монтажных или ремонтных) муфт (см. рис. 20).

4.10. Засыпка трубопровода

4.10.1. Общие положения

Во избежание проблем, которые могут возникнуть после того, как труба уложена на в траншею (при интенсивном дожде, что может привести к всплытию трубы, и при изменении температуры трубы вследствие большой разницы между дневной и ночной температурами воздуха), рекомендуется засыпать траншею сразу же после соединения труб.

Всплытие трубы может привести к её повреждению и к ненужным затратам на новую укладку. Расширение и сужение под воздействием температуры может вызвать нарушение герметичности трубопровода из-за концентрации нагрузок на одном из соединений сегментов трубопровода.

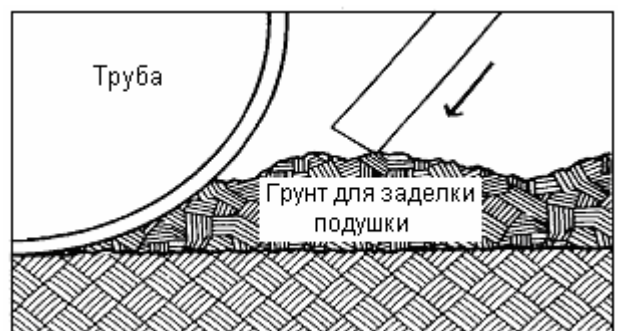
Если трубы находятся в траншее, а засыпать траншею незамедлительно нет возможности, то среднюю часть каждой трубы нужно засыпать до уровня свода трубы, чтобы свести к минимуму движение на стыках.

Соответствующий отбор, размещение и уплотнение материала засыпки в зоне засыпки трубы важны для предотвращения недопустимых вертикальных деформаций трубы и имеют решающее значение для нормальной эксплуатации трубы. Следует обратить внимание, чтобы материал засыпки не смешался с отходами или иными инородными материалами, способными вызвать повреждение трубы и нарушение качества опоры. Материал засыпки в основании трубы (в подушке) должен быть утрамбован и уплотнен до внесения остального материала засыпки (см. рис.53 и рис. 54). Для уплотнения подушки используйте подходящую доску или другое приспособление. **Не повредите поверхность трубы!**



Неправильная заделка подушки

Рис. 53



Правильная трамбовка

Рис. 54

Толщины уплотняемых слоев, а также интенсивность и усилия, зависящие от метода уплотнения, должны проверяться. В зависимости от материала засыпки и метода уплотнения правильная засыпка выполняется слоями толщиной от 100 до 300 мм. Если же в качестве материала засыпки используется гравий или гранитный щебень, то достаточно будет слоя толщиной 300 мм, так как гравий легко уплотняется.

Мелкозернистый грунт требует более силового уплотнения, поэтому при его использовании следует ограничить высоту уплотняемых слоев. Для создания соответствующей опоры грунта обратной засыпки для трубы необходимо добиться нужной плотности каждого слоя.

Грунты группы SC1 и SC2 относительно лёгкие в использовании и являются надёжным материалом для засыпки труб. У этих грунтов низкая восприимчивость к влаге. Засыпка может быть легко уплотнена вибромашиной в слоях толщиной 200 мм и 300 мм.

Рекомендуется выполнять засыпку и уплотнять её в зоне трубы таким образом, чтобы придать трубе небольшую овальность в вертикальном направлении. Начальная вертикальная овальность не должен превышать 1,5 %-диаметра трубы (замер выполняется при засыпке до верха трубы).

В таблице 18 показана минимальная высота слоя, который должен быть насыпан до начала использования какого бы то ни было оборудования для уплотнения обратной засыпки непосредственно над трубой. Следует соблюдать осторожность во избежание чрезмерной нагрузки при уплотнении засыпки над верхом трубы, что может вызывать выпучивание или сплющивание трубы. Однако материал засыпки в этой зоне не должен быть рыхлым и должен иметь необходимую плотность.

Таблица 18

Вес (сила воздействия) оборудования, кг	Минимальная высота уплотняемого слоя, мм	
	Трамбовка	Вибрация
< 100	250	150
100 ÷ 200	350	200
200 ÷ 500	450	300
500 ÷ 1000	700	450
1000 ÷ 2000	900	600
2000 ÷ 4000	1200	800
4000 ÷ 8000	1500	1000
8000 ÷ 12000	1800	1200
12000 ÷ 16000	2200	1500

4.10.2. Особенности засыпки стеклопластиковой трубы

Засыпка должна размещаться слоями по 150 мм, до 70 % диаметра трубы и 300 мм до верхнего края трубы. Каждый слой уплотняется отдельно. Перепад высоты на каждой стороне трубы должен ограничиваться одним уплотненным слоем. Следует избегать повреждения трубы во время засыпки камнями или другими посторонними материалами.

Во время засыпки необходимо проверять, чтобы крошеный камень или песок засыпался непосредственно под трубу для обеспечения опоры.

Засыпка до уровня земли завершается природным грунтом. При этом ковш экскаватора при выгрузке грунта должен находиться как можно ближе к засыпаемой поверхности, во избежание возможных ударов крупных фрагментов грунта на обратную засыпку трубы.

Уплотнение может быть выполнено при помощи импульсных уплотнителей с диаметром плоского конца примерно 100 мм или при помощи другого подходящего оборудования. Уплотнение в непосредственной близости к трубе до первой половины диаметра должно выполняться вручную для получения хорошего уплотнения без повреждения трубы.

Если должны использоваться несовместимые материалы, их следует отделить полотноным фильтром из материала, который может выдержать срок эксплуатации трубопровода и предотвратить размывание и миграцию грунтов в зоне засыпки.

Размер зерен в материале засыпки указан в таблице 12.

Материал засыпки зоны трубы

Большинство крупнозернистых грунтов (грунты, более 50 % массы которых остается на сите №. 200) являются приемлемыми материалами для основания и засыпки зоны трубы (таблица 11). Мелкозернистые грунты со средней и высокой пластичностью обычно не подходят в качестве материала засыпки зоны трубы. Для грунтов с высокой пластичностью и для органических грунтов необходимо принимать отдельное конструктивное решение при консультации Инженерного Центра НТТ.

Обычные методы уплотнения

Максимальную плотность материала засыпки дают изложенные ниже методы уплотнения. Излишнее уплотнение или уплотнение не соответствующим оборудованием может

привести к деформации трубы или подъему трубы с основания. Следует соблюдать осторожность при уплотнении засыпки зоны трубы и достаточно часто проверять форму трубы.

Крупнозернистые грунты с содержанием мелких фракций менее 5 %.

Для крупнозернистых грунтов с содержанием мелких фракций менее 5 % максимальная плотность возникает в результате уплотнения, насыщения и вибрации. Для использования внутренней вибрации, высота последовательных подъемов засыпки должна ограничиваться глубиной проникновения вибратора. Засыпка размещается слоями по 150÷300 мм. При насыщении засыпки зоны трубы необходимо избегать флотации трубы. Во время насыщения материала засыпки зоны трубы, следует избегать размещения засыпки на трубе. Это вызовет возникновение нагрузки на трубу до того как сформируется необходимая опора.

Крупнозернистые грунты с содержанием мелкой фракции–5?12 %.

Уплотнение крупнозернистых грунтов с содержанием мелких фракций 5 и 12 % производится путем трамбовки или насыщения и вибрации. Каждый используемый метод должен в результате обеспечивать максимальную плотность засыпки.

Стеклопластиковые трубы производства ООО «НТТ» сконструированы таким образом, что вес грунта над трубой и динамическая нагрузка могут частично компенсироваться при соответствующей прочности трубы за счет пассивной реакции грунта.

Правильная установка в соответствии с этими нормами подземной укладки гарантирует возникновение и поддержание необходимой реакции грунта по бокам трубы.

Крупнозернистые грунты с содержанием мелкой фракции более 12 %.

Крупнозернистые грунты с содержанием мелкой фракции более 12 %, плюс мелкозернистые грунты, лучше всего уплотняются механической трамбовкой с подъемами в 100 - 150 мм. В частности для мелкозернистых грунтов, модуль реакции грунта зависит от плотности и потребуются большее усилие уплотнения для получения необходимой плотности по Проктору, предусмотренной по проекту.

Контроль качества уплотнения и установки

Проверку сжатия трубы следует провести когда установлена и засыпаны до уровня земли первая труба. Дальнейшие проверки необходимо проводить на протяжении всего времени выполнения проекта. Если возможно, следует проводить проверки внутренней плотности уплотненного первичного материала засыпки зоны трубы для гарантии соответствия проектным параметрам.

Критерии совместимости материала засыпки и природного грунта

При выборе материала засыпки необходимо проверить его совместимость с природным грунтом. Очень важно, чтобы материал обратной засыпки в зоне укладки трубы не размывался или не поглощался природным грунтом. В то же время, необходимо предотвратить возможную миграцию природного грунта в материал засыпки зоны трубопровода. Если это происходит, труба может потерять боковую опору, что приведет к чрезмерному прогибу трубы и нарушит ее работоспособность

В случае неизбежности использования несовместимых материалов они должны быть разделены фильтрующей тканью, предотвращающей взаимопроникновение и вымывание грунтов, с тем, чтобы срок эксплуатации трубопровода не оказался меньше расчетного. Фильтрующая ткань должна полностью охватывать подстилающий слой и материал обратной засыпки зоны трубы и должна полностью закрывать область над зоной засыпки трубы, чтобы предотвратить загрязнение выбранного материала засыпки.

Иногда в случае с материалом засыпки из гравия, чтобы не допустить миграции мелких зёрен, в результате которой будет сформирована ненадлежащая опора трубы, следует использовать геоволокно. Грунты группы SC3 широко распространены и часто используются в качестве материала засыпки для труб. Многие местные (природные) грунты, в которые укладываются трубы, относятся к группе SC3, и поэтому грунты из траншеи могут быть снова использованы для обратной засыпки в зоне засыпки трубы.

5. ПРЕДПУСКОВЫЕ РАБОТЫ НА ТРАССЕ ТРУБОПРОВОДА

5.1. Контроль смонтированного трубопровода

Установочные требования: Максимальные величины начального и длительного отклонений диаметра уложенного трубопровода не должны превышать значений, приведенных в таблице 10. Выпучивания, уплощения и другие резкие изменения кривизны стенки трубопровода недопустимы. Трубопроводы, имеющие указанные дефекты, не могут считаться работоспособными.

Проверка выполнения этих требований достаточно проста и должна быть сделана для каждого участка трубопровода немедленно после завершения его укладки (обычно – в течение 24 часов после полной засыпки трубопровода).

Ожидаемое первоначальное отклонение трубопровода обычно составляет примерно 2 % при максимальной глубине засыпки трубопровода, величины которой приведены в таблице 13, и - пропорционально уменьшаются с уменьшением глубины засыпки. Начальные отклонения, приведенные в табл. 10, соответствующие эксплуатационным характеристикам трубопровода, свидетельствуют о правильной укладке трубопровода. Значения начальных отклонений превышающие допустимые, свидетельствует о несоблюдении требований по укладке, и для всех последующих труб эти требования должны быть обеспечены (то есть должна быть увеличена плотность засыпки в зоны трубы, применены более грубые и зернистые грунты или увеличена ширина траншеи и т.п.).

Контрольные замеры отклонений должна быть сделаны после укладки и засыпки первой трубы и должны проводиться в течение всего периода монтажа трубопровода. Никогда не следует вести укладку труб на слишком длинном участке без периодического подтверждения должного качества укладки. Своевременный первоначальный контроль обеспечит раннее обнаружение и исправление ошибок, допущенных при производстве работ, и позволит свести к минимуму количество неудачно установленных участков трубопровода.

Трубы, установленные с первоначальными отклонениями, превышающими допустимые, должны быть перемонтированы так, чтобы эти отклонения были меньше допустимых значений.

Порядок контроля первоначального диаметрального отклонения установленных труб:

1. Произвести полную обратную засыпку трубы.
2. Полностью удалить временную крепь (если она использовалась).
3. Отключить систему водопонижения (если она применялась).
4. Замерить вертикальный диаметр уложенной трубы.

(Для труб малого диаметра измеритель можно протягивать через трубы, чтобы измерить вертикальный диаметр).

5. Рассчитать вертикальное отклонение диаметра трубы по формуле:

$$\Delta = d_{\text{вн.факт.}} - d_{\text{вн.уст.}} \cdot \text{Отклонение в \%} = \frac{\Delta}{d_{\text{вн.факт.}}} \times 100.$$

где

Δ рассчитываемое отклонение;

$d_{\text{вн.факт.}}$ фактический внутренний диаметр устанавливаемой трубы;

$d_{\text{вн.уст.}}$ внутренний диаметр установленной трубы.

$d_{\text{вн.факт.}}$ измеряется и рассчитывается как среднее арифметическое двух значений внутреннего диаметра отдельно лежащей на ровной поверхности трубы, замеренных в горизонтальном и вертикальном направлениях, как показано на рис. 53.

Порядок расчета:

$$d_{\text{вн.факт.}} = \frac{d_{\text{вн.факт.гор.}} + d_{\text{вн.факт.верт.}}}{2}$$

или

$$d_{\text{вн.факт.}} = \frac{d_{\text{вн.факт.}(1)} + d_{\text{вн.факт.}(2)}}{2}$$

Определение фактического внутреннего диаметра трубы до укладки.

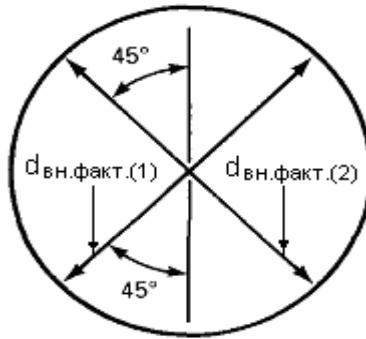


Рис. 55

5.2. Корректировка сверхнормативных отклонений диаметра после укладки труб.

Трубы, установленные с начальным диаметральной отклонением, превышающим значения в таблице 10, должны быть перемонтированы, чтобы обеспечить долговременную эксплуатацию трубопровода.

Операции, которые необходимо выполнить в этом случае:

I. Для трубы, установленной с отклонением до 8 % от диаметра:

1. Вынуть грунт до уровня, равного примерно 85 % диаметра трубы (засыпка остается на высоте, равной 15% диаметра трубы, от постели). Выемка грунта непосредственно над трубой и вокруг нее должна выполняться вручную, чтобы исключить повреждение трубы тяжелым оборудованием.

2. Осмотреть трубу и убедиться в отсутствии повреждений. Поврежденная труба должна быть восстановлена или заменена.

3. Повторно уплотнить слой засыпки нижней части трубы, не допуская попадания грунта со стенок траншеи.

4. Произвести повторную обратную засыпку трубы соответствующим материалом, уплотняя каждый слой, чтобы ограничить вертикальное отклонение диаметра трубы.

5. Выровнять засыпку и проверить отклонения, чтобы убедиться, что они не превышают значения, приводимые в таблице 10.

II. Для трубы, установленной с отклонением больше 8% от диаметра:

1. Трубы с отклонением более 8% от диаметра должны быть переустановлены полностью.

6. ИСПЫТАНИЯ

Обычно для проведения испытаний под давлением соединения стеклопластиковых труб производства ООО «НТТ» оставляют открытыми, до успешного завершения первичного испытания секции трубы под давлением, для того чтобы иметь возможность визуально определить протечки в соединениях во время гидравлического испытания секции. После завершения первичного гидравлического испытания секции, открытые соединения закрываются уплотненным материалом засыпки.

Испытания могут проводиться как гидравлические (вода или в случае, если при проведении испытания температура окружающей среды ниже температуры замерзания, к воде добавляется антифриз, тот же что используется для двигателей автомобилей), так и пневматические.

Перед началом испытаний:

- проверьте наличие повреждений в результате обращения и установки;
- если возможно проверьте внутреннюю поверхность на наличие трещин, расслоений, рассоединений или смещений соединений, которые могут появиться в результате неправильной засыпки;

- дважды проверьте затяжку болтов каждого фланца и убедитесь, что она в пределах определенного диапазона усилий.
- убедитесь, что дренаж, размещенный на нижнем уровне каждой секции трубы, доступен, то же относится и к вентиляции (при гидравлических испытаниях), которая должна располагаться в верхней части той же секции.

Во время наполнения трубы рабочим телом вентиляция должна быть открыта.

6.1. Гидравлические испытания в полевых условиях

Практика проведения гидравлических испытаний позволяет легко определить и исправить некоторые погрешности, допущенные в процессе монтажных работ, в том числе – восстановить или заменить поврежденные участки труб и т.п. Гидравлическим испытаниям должен подвергаться участок трубопровода длиной не более 1 км. В дополнение к стандартным мерам предосторожности и типовым процедурам, предусмотренным проектным заданием, должны быть выполнены следующие рекомендации:

I. Подготовка к испытаниям:

1. Осмотрите смонтированную часть трубопровода, чтобы убедиться, что все работ были выполнены должным образом. Особенно важно убедиться, что:
 - отсутствуют повреждения, которые могли появиться в результате операций, предшествующих укладке и в результате самой укладки;
 - отсутствуют трещины, расслоения, рассоединения или смещения соединений, которые могли появиться в результате неправильной засыпки;
 - затяжка болтов каждого фланца находится пределах определенного диапазона усилий.
 - отклонение трубы не выходит за пределы значений, приведенных в таблице 10;
 - фиксирующие системы (упорные блоки и другие анкерные устройства) установлены соответствующим образом;
 - обратная засыпка выполнена полностью (допускается проведение испытания без обратной засыпки соединения, если труба зафиксирована достаточно прочно, чтобы предотвратить смещения).
 - задвижки и насосы закреплены анкерами
 - дренаж, размещенный на нижнем уровне каждой секции трубы, доступен, то же относится и к вентиляции (при гидравлических испытаниях), которая должна располагаться в верхней части той же секции.

Во время наполнения трубы рабочим телом вентиляция должна быть открыта.

II. Заполнение трубопровода водой:

- подсоедините насос и откройте клапаны и вентили – так, чтобы весь воздух был вытеснен из трубопровода в процессе его заполнения и исключались скачки давления.
- медленно наполните трубопровод, если возможно снизу, для того чтобы облегчить вентиляцию;
- когда вода начнет вытекать из вентиляции, прекратите наполнение, выждите 10 минут, а затем снова начните медленно наполнять, пока из вентиляции не польется чистый поток;
- проверьте систему на возможные протечки; в случае видимых протечек, осушите трубопровод, отремонтируйте источник протечки и повторите наполнение;
- закройте все отверстия и приступайте к повышению давления.

III. Давление в трубе необходимо повышать медленно (не более 0,1 атм./с).

В трубопроводе, находящемся под давлением, накапливается достаточно большая энергия, и это следует **принимать во внимание**.

IV. Убедитесь, то местоположение манометра позволяет замерять самое высокое давление в трубопроводе, или скорректируйте должным образом его размещение. Давление в нижней части трубопровода будет выше на величину гидростатического давления. Поддерживайте рабочее (номинальное) давление не менее 2 часов, для того чтобы трубопровод полностью стабилизировался относительно засыпанной траншеи.

В случае протечек, осушите систему и проведите необходимый ремонт.

- V. Переходите к финальному испытанию - **обеспечьте, чтобы максимальное испытательное давление не превышало предела, предусматриваемого гидравлическим испытанием** (см. таблицу 19). Это опасно и может привести к повреждению трубопровода.

По достижении необходимого испытательного давления, запишите дату, время и температуру момента достижения испытательного давления.

Испытательное давление необходимо достичь в течение примерно 5 минут.

Поддерживайте испытательное давление 2 часа. Запишите окончательные результаты

- VI. Если после 2-х часового периода стабилизации давление в трубопроводе не поддерживается на постоянном уровне, убедитесь, что причиной этого не является изменение температуры, расширение трубы или образование воздушного мешка. Если обнаружено, что труба протекает, но место утечки точно не определено, необходимо сделать следующее:

- а) проверить участки фланцев и задвижек.
- б) проверить места установки заглушек.
- в) использовать звуковой детектор.
- г) провести последовательно гидравлические испытания небольших участков трубы, чтобы установить место утечки.

Таблица 19

Класс давления (номинальное давление), кПа, (атм.)	Максимальное давление при полевых испытаниях, кПа
100 (безнапорная труба))	150
400 (4)	600
600 (6)	900
1000 (10)	1500
1600 (16)	2400
2000 (20)	3000

Примечание: При проведении испытаний при отрицательных температурах необходимо принять меры против замерзания жидкости в трубопроводе. Допускается использование растворов:

- 23% хлористого кальция – температура замерзания минус 20°C;
- 26% хлористого кальция – температура замерзания минус 31°C.

6.2. Оборудование для полевых испытаний соединений

Проверка муфтовых соединений на герметичность и прочность проводится в заводских условиях при изготовлении муфт. При полевых испытаниях, как правило, испытания проводятся для коротких или протяженных смонтированных участков трубопровода, т.е. испытаниям подвергаются как сама труба, так и соединения (в т.ч. – соединения различного типа). При этом используется штатное испытательное оборудование, состав и правила использования которого, указываются в соответствующих нормативных документах РФ.

В зарубежных источниках информации указывается на возможность автономного испытания соединений в полевых условиях с помощью мобильного портативного гидравлического оборудования, выпускаемого рядом зарубежных фирм. Такое оборудование, размещаемое внутри труб, позволяет проверять соединения труб до или после их обратной засыпки.

6.3. Пневматические испытания в полевых условиях

Для самотечных трубопроводов вместо гидравлического может быть проведено пневматическое испытание. В дополнение к обычным правилам и стандартным предосторожностям для таких испытаний рекомендуются следующие правила:

1. Как и при гидравлических испытаниях, необходимо последовательно проверять

небольшие участки трубопровода, обычно между двумя смежными колодцами.

2. Необходимо убедиться, что на трубопроводе и на всех ответвлениях и люках установлены заглушки, отводы, переходы и т.п. узлы и что они соответствующим образом закреплены.

3. Давление в системе необходимо поднимать медленно до 24 КПа. Необходимо предусмотреть возможность его регулирования, чтобы предотвратить сверхнормативное повышение давления (не более максимума, равного 35 КПа).

4. Необходимо дать стабилизироваться температуре в течение нескольких минут, поддерживая давление на уровне 24 КПа.

5. В течение этого стабилизационного периода желательно проверить все закрытые и заделанные выходы с помощью мыльного раствора, чтобы обнаружить нарушение герметичности. Если негерметичность обнаружена в нескольких местах, сбросить давление в системе, ликвидировать дефекты уплотнений и начать процедуру испытания с позиции 3.

6. После стабилизации температуры установить давление на уровне 24 КПа и отключить подачу воздуха.

7. Если падение давления в системе не превышает 3.5 КПа за время, указанное в таблице 20, можно сделать вывод, что система выдержала испытание.

Предупреждение: В трубопроводе, находящемся под давлением, накапливается потенциальная энергия. Это, в частности, имеет место при пневматических испытаниях (даже при низких давлениях). Следует особо обратить внимание на соответствующее закрепление трубопровода в местах изменения направления.

Таблица 20

Номинальный диаметр, мм	Время, мин.
300	8,0
350	9,0
400	10,0
450	11,5
500	12,5
600	15,0
700	17,5
800	20,0
900	22,5
1000	25
1200	30
1400	35
1600	40
1800	45
2000	50
2200	55
2400	60
2600	65

8. Если испытываемый участок трубопровода не соответствует принятым требованиям проведения пневматических испытаний, необходимо разделить его на отдельные небольшие участки, последовательно повторяя пневматическое испытание для каждого из них до тех пор, пока не будет обнаружена негерметичность. Этот метод очень точен и позволяет определить место негерметичности в пределах одного или двух метров. Таким образом, обеспечивается минимальная зона вскрытия траншеи, что позволяет снизить стоимость работ и значительно сэкономить время их проведения.

Внимание: 1. При пневматическом испытании определяют скорость падения давления в

изолированной части трубопровода. Этот метод пригоден для определения повреждений трубы и/или некачественной сборки соединений.

2. Этот метод испытания не предназначен для оценки величины утечки. Если результаты пневматических испытаний показали, что трубопровод не соответствует принятым требованиям, он не может быть признан пригодным к эксплуатации до тех пор, пока не будут проведены гидравлические испытания.

6.4. Критерии приемки участка трубопровода в эксплуатацию

Гидравлическое испытание будет считаться успешным, если выполняется одно из следующих условий:

- испытательное давление остается стабильным.
- изменение испытательного давления (начало / конец испытания) вызвано изменением температуры.
- изменение испытательного давления (начало / конец испытания) вызвано присутствием воздушных карманов в трубопроводе.
- сочетание вышеперечисленных условий.

Методы локализации протечек

Если трубопровод негерметичен, протечки могут быть локализованы следующими способами:

- добавьте в воду флуоресцин натрия и ищите пропитывание грунта при помощи лампы.
- используйте акустические сенсоры.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Классификация грунтов

Группа G1. Несвязные грунты

Характеристика группы	Вид грунта	% частиц в массе сухого грунта		Примеры
		Диаметр зерна, мм	Диаметр зерна, мм	
Крупнообломочные грунты и пески	Галечниковый (при неокатанных гранях – щебенистый)	< 0,1 ≤ 5 %	> 10 > 50 %	
	Гравийный (при неокатанных гранях – дресвяный)	< 0,1 ≤ 5 %	> 2 > 50 %	
	Песок гравелистый	< 0,1 ≤ 5 %	> 2 > 25 %	
	Песок крупный	< 0,1 ≤ 5 %	> 0,5 > 50 %	
	Песок средней крупности	< 0,1 ≤ 5 %	> 0,25 > 50 %	

Группа G2. Слабосвязные грунты

Характеристика группы	Вид грунта	% частиц в массе сухого грунта		Примеры
		Диаметр зерна, мм	Диаметр зерна, мм	
Дисперсные грунты – пески и супеси	Песок мелкий	< 0,06 5 ÷ 15%	> 0,1 > 75 %	
	Песок пылеватый	< 0,06 ≤ 5 %	> 0,1 < 75 %	
	Супесь легкая крупная		Песчаных частиц от 0,25 до 2 > 50 %	
	Супесь легкая		Песчаных частиц от 0,5 до 2 > 50 %	

Группа G2. Связные смешанные грунты, ил

Характеристика группы	Вид грунта	% частиц в массе сухого грунта		Примеры
		Диаметр зерна, мм	Диаметр зерна, мм	
Плотные супеси, суглинки, илы	Супесь пылеватая		Песчаных частиц от 0,25 до 2 20% ÷ 50 %	
	Супесь тяжелая пылеватая		Песчаных частиц от 0,25 до 2 < 20 %	
	Суглинок легкий		Песчаных частиц от 0,25 до 2 > 40 %	
	Суглинок легкий пылеватый		Песчаных частиц от 0,25 до 2 < 40 %	
	Слабо и средне пластичный ил	≤ 0,06 > 40%		

Группа G2. Связные грунты

Характеристика группы	Вид грунта	% частиц в массе сухого грунта		Примеры
		Диаметр зерна, мм	Диаметр зерна, мм	
Плотные суглинки, глины	Суглинок тяжелый песчанистый	≤ 0,06 > 40%	Песчаных частиц от 0,25 до 2 > 40 %	
	Суглинок тяжелый пылеватый	≤ 0,06 > 40%	Песчаных частиц от 0,25 до 2 < 40 %	
	Глина легкая песчанистая	≤ 0,06 > 40%	Песчаных частиц от 0,25 до 2 ≥ 40 %	
	Глина легкая пылеватая	≤ 0,06 > 40%	Песчаных частиц от 0,25 до 2 < 40 %	
	Глина тяжелая, жирная		Не регламентируется	