



Трубопроводные системы FLOWTITE

Технические характеристики



01	1 Производственный процесс	3
02	2 Трубный слоистый пластик	4
03	3 Преимущества продукции	4
	Свойства и преимущества	4
04	4 Применение	5
05	5 Стандарты качества	6
	5.1 ASTM	6
	5.2 AWWA	6
	5.3 Стандарты ISO и EN	6
	5.4 Контрольная проверка сырья	6
	5.5 Готовая труба	7
	5.6 Квалификационный тест	7
06	6 Дизайн подземных трубопроводных систем	10
	6.1 Методы статистического расчета подземной трубопроводной системы	10
	6.1.1 Краткое содержание AWWA раздела о дизайне AWWA M-45	10
	6.1.2 Краткое содержание ATV DVWK-A127	12
	6.2 Плавучесть	14
	6.3 Гидроиспытания	14
	6.4 Волна давления и гидравлический удар	14
	6.5 Величины допустимой нагрузки	15
	6.6 Скорость потока	15
	6.7 Устойчивость к действию УФ-лучей	15
	6.8 Коэффициент Пуассона	15
	6.9 Температура	15
	6.10 Термальный коэффициент	15
	6.11 Коэффициенты потока	16
	6.12 Абразивная устойчивость	16
	6.13 Внешнее давление, вызывающее разрушение	16
	6.14 Гидравлика	16
	6.15 Жидкий поток	16
07	7 Номенклатура продукции	18
	7.1 Классы жесткости	18
	7.2 Давление	19
	7.3 Длина	19
08	8 Соединения труб	19
	Другие виды трубных соединений	20
09	9 Классификация труб и их выбор	22
10	10 Общая прокладка труб	24
11	11 AMISTAT	31
12	12 Приложение А / Трубы и окружающая среда	32

1 ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПРОЦЕСС

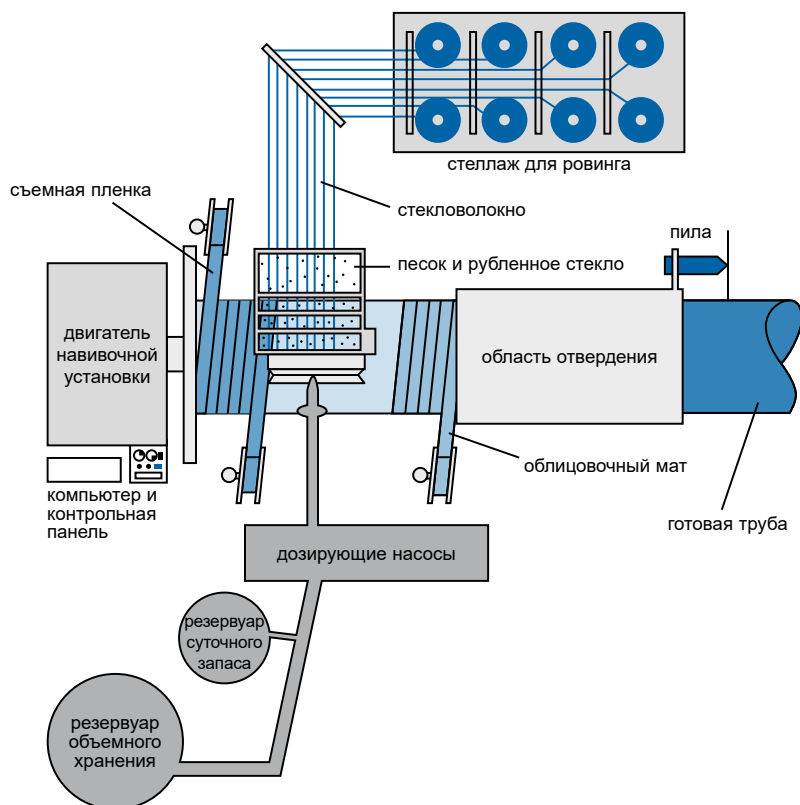
Трубы FLOWTITE изготавливаются методом непрерывной наливки. Этот процесс позволяет производить армирование стекловолокном по окружности. В напорных трубах или закрытых трубопроводах основное давление создается в направлении по окружности, таким образом непрерывное армирование в этом направлении позволяет создавать продукт более высокого качества по более низкой стоимости. Образуется очень плотный слоистый материал, который позволяет максимально использовать свойства трех основных материалов. Непрерывный и рубленый стекловолоконные ровинги обеспечивают высокую степень кольцевой и осевой прочности. Заполнитель из песка, расположенный около нейтральной оси в центре, используется для обеспечения повышенной жесткости за счет придания материалу дополнительной плотности. Благодаря FLOWTITE системе двойной подачи смолы, оборудование позволяет применять специальные смолы для внутреннего антикоррозийного слоя, в то время как для структурного и внешнего слоев трубного пластика используется стандартный вид смолы.

Преимущества процесса наливки позволяют использовать другие материалы, такие как стекловаль и облицовочный полиэфирный мат, для повышения химической и абразивной устойчивости и уменьшения коэффициента шероховатости труб. Для обеспечения высокого качества продукта необходимо постоянно контролировать производственный процесс.

Наливочная машина FLOWTITE представляет собой самую прогрессивную используемую технологию и передовой метод производства стеклопластиковой трубы. Данный производственный станок состоит из сердечника, покрытого непрерывной стальной лентой, и поддерживаемого балками цилиндрической формы.

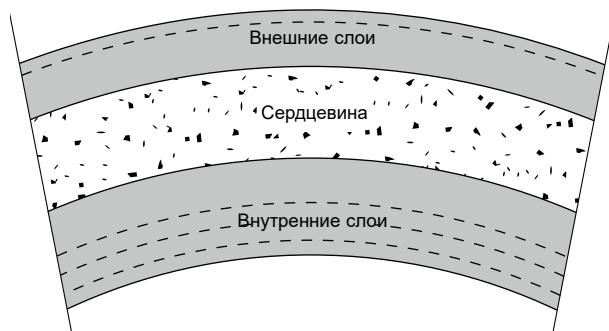
По мере того, как балки поворачиваются, сила трения вращает стальную ленту, а опорный ролик двигает ее горизонтально таким образом, что весь сердечник движется непрерывно по спирали в направлении выхода сборки. По мере того, как сердечник вращается, все составные материалы подаются на него в строго отмеренных количествах. Электронные сенсоры постоянно контролируют параметры производства, т.е. следят за тем, чтобы каждая подающая система подавала необходимое количество материала, обеспечивая таким образом поступление сырья, необходимого для строения различных слоев, на протяжении всей производственной стадии. Съемная пленка, за которой следуют различные формы и виды стекловолокна, вложена в матрицу полиэфирной смолы. Структурные слои состоят только из стекла и смолы, в то время как сердцевина включает чистый кварцевый песок. Непрерывная подача данных материалов на сердечник формирует трубу.

После того, как труба сформирована на сердечнике, она затвердевает и позже разрезается на требуемые длины. Концы трубы калибруются для посадки муфты.



2 ТРУБНЫЙ СЛОИСТЫЙ ПЛАСТИК

Основные сырьевые материалы используемые для производства труб – это смола, стекловолокно и кварцевый песок. При нормальных условиях используются ортофталические полиэфирные смолы, т.к. они обеспечивают хорошие свойства для большинства областей применения. Только одобренные сырьевые материалы FLOWTITE могут использоваться для производства FLOWTITE труб.



Вышеуказанный рисунок показывает типичный поперечный разрез трубного слоистого пластика. Сечение трубы, как и состав и порядок расположения составляющих материалов, может отличаться в зависимости от сферы применения продукции.

Метод непрерывной навивки позволяет изготавливать трубы диаметрами от DN300 до DN4000 мм. Диаметры DN100 – DN250 производятся в стандартных длинах 6 м.



3 ПРЕИМУЩЕСТВА ПРОДУКЦИИ

Технология FLOWTITE смогла представить на рынок высококачественную продукцию по низкой цене и обеспечивает покупателям по всем миру долгосрочные обязательства. Длинный перечень характеристик и преимуществ подытоживает наиболее благоприятные условия вложения средств в нашу продукцию.

Свойства и преимущества

Коррозионная стойкость

- Долговременная эффективная эксплуатация
- Отсутствие необходимости в облицовке, изоляции, катодной и других формах противокоррозионной защиты
- Низкие расходы на техническое обслуживание
- Практически постоянные во времени гидравлические характеристики

Малый вес

(1/4 веса труб из ковкого чугуна; 1/10 веса бетонных труб)

- Низкие транспортные расходы (труба в трубе)
- Отсутствует необходимость использования дорогостоящего оборудования для погрузки труб

Большие стандартные длины

(6, 12 и 18 м)

- Меньшее количество соединений сокращает длительность монтажа
- Более низкая стоимость транспортировки длинных труб

Превосходные гидравлические характеристики

- Предельно гладкий канал
- Коэффициент Хазен-Уильямса примерно $C = 150$
- Низкие потери на трение снижают затраты на перекачку и стоимость эксплуатации
- Коэффициент Маннинга $n = 0.009$
- Минимальные отложения снижают стоимость очистки
- Отличная устойчивость к абразивному истиранию

Точность изготовления муфт FLOWTITE с эластомерными прокладками

- Непроницаемость соединений, предотвращающая инфильтрацию и утечку
- Легкость соединения труб сокращает время монтажа
- Приспособленность к небольшим отклонениям в направлении трубопровода и к осадке грунта без использования дополнительных фитингов

Гибкий производственный процесс

- Возможность производства диаметров труб на заказ для обеспечения максимальной пропускной способности и облегченного монтажа для проектов трубопроводов, прокладываемых методом протаскивания
- Возможность производства длин труб на заказ для обеспечения максимальной гибкости прямой заделки труб или прокладки трубопроводов, прокладываемых методом протаскивания

4 ПРИМЕНЕНИЕ

Передовая технология трубного дизайна

- различные классы жесткости и давления, отвечающие инженерным требованиям по конструкциям труб
- особенности материала могут снизить стоимость труб при их расчете на волну давления или гидравлический удар
- соответствие продукции строгим стандартам качества (AWWA, ASTM, DIN-EN....)

Стеклопластиковые трубы FLOWTITE используются в различных областях, включая:

- транспортировку воды (питьевой воды и сточных вод)
- отдельные системы наружной канализационной сети и выводные коллекторы
- ливневые воды
- напорные трубопроводы для электроэнергетики, выработанной ГЭС
- водозаборы морской воды и выводные коллекторы
- циркулирование воды для систем охлаждения, линии подпитки и сброса для электростанций
- промышленное применение
- трубопроводы, прокладываемые методом протаскивания
- орошение/сельское хозяйство
- опреснение
- охлаждающие системы
- горное дело



5 СТАНДАРТЫ КАЧЕСТВА

Стеклопластиковые трубные системы FLOWTITE прошли сертификацию согласно многим национальным и международным стандартам. Стандарты AWWA и ASTM и недавние ISO и EN используются в различных областях применения стеклопластиковых труб, включая системы раздельной канализации, транспортировку воды и промышленных отходов. Общность этих стандартов состоит в том, что они являются основными документами, регламентирующими качество. Это означает, что в них подробно определены требуемые характеристики и процедуры испытаний труб.

Инспектирование и тестирование образцов коллекторов, которые были в эксплуатации почти 24 года, показали безупречное состояние труб. Этот факт, как и анализ наблюдений в точках время-сбой от нескольких часов до 28 лет, а также их соотношение к стандартизированному методу и регрессивному анализу, показывает более высокие запасы надежности, чем требуемые, а экстраполирование может достигнуть даже 150 лет.

5.1 ASTM

На сегодняшний день применяются несколько видов стандарта ASTM, которые используются во многих областях применения стеклопластиковых труб. Все стандарты продукции выдаются на трубу с диапазоном диаметра от 200 мм до 3600 мм и требуют применения гибких соединений при проведении гидростатического испытания в контуре (по ASTM D4161), имитирующем превышение параметров последующей эксплуатации. Эти стандарты включают множество тестов на жесткую квалификацию и строгий качественный контроль. ASTM стандарты – это:

- ASTM D3262 самотечный канализационный коллектор
- ASTM D3517 напорная труба
- ASTM D3754 напорный канализационный коллектор

5.2 AWWA

AWWA C950 – один из самых сложных стандартов продукции для стеклопластиковых труб. Этот стандарт для применения напорных трубопроводов имеет множество требований для труб и соединений, концентрируясь главным образом на качественном контроле и прототипном квалификационном тесте. Подобно стандартам ASTM, данный стандарт – стандарт качества. AWWA выпустил инструкцию, M-45, которая включает несколько разделов о дизайне стеклопластиковой трубы для подземной и надземной прокладки. Документы, созданные AWWA:

- AWWA C950 Стеклопластиковая напорная труба
- AWWA M-45 Инструкция по конструкции стеклопластиковой трубы

5.3 Стандарты ISO и EN

На сегодняшний день существует несколько стандартов, применяемых в Европейском Союзе, таких как, BSI (BS 5480), DIN (DIN 16868) и AENOR (UNE 53323-EX). Все эти стандарты будут замещены работой, проведенной в свете европейских организаций. EN 1796 и EN 14364 – документы для использования труб в водных проектах и проектах канализационного коллектора, которые в недалеком будущем заменят существующие в Европе.

Международная организация стандартов (ISO) установила два стандарта: ISO 10467 для дренажа и наружной канализации и ISO 10639 для воды.

Amiantit участвует в разработках всех этих стандартов совместно с представителями всех международных организаций, тем самым обеспечивая производство качественной продукции в результате соответствия требованиям.

5.4 Контрольная проверка сырья

Сырьевые материалы поставляются с сертификатами продавцов, подтверждающих их соответствие требованиям FLOWTITE к качеству. Кроме того, все сырьевые материалы перед использованием проходят проверку на образцах. Эти испытания позволяют определить соответствие материалов, используемых в производстве труб, заявленным спецификациям. Согласно требованиям FLOWTITE к качеству сырья должно проходить предварительный анализ с целью демонстрации возможности его использования в процессе и в конечном продукте.

Сырьевые материалы, используемые в производстве труб:

- стекловолокно
- смола
- катализатор
- песок
- ускоритель

В производстве труб FLOWTITE могут использоваться только материалы, утвержденные FLOWTITE.

Стекловолокно

Стекловолокно характеризуется линейной плотностью равной соотношению веса в граммах на 1000 м длины.

Сплошной ровинг: для производства труб FLOWTITE используется непрерывный ровинг различной линейной плотности. Рубленый ровинг разрезается непосредственно на установке для обеспечения прочности в разных направлениях.

Смола

Применяются только смолы, разрешенные к использованию в процессе навивки. Обычно они поставляются в металлических бочках или

бестарным грузом. Смола подготавливается в резервуарах суточного запаса на навивочной установке. Стандартная температура применения – это 25°C. Смола поставляется от производителя и перед применением на навивочной установке может быть разбавлена стиролом для достижения требуемой и приемлемой вязкости в соответствии с технологией FLOWTITE.

Катализатор

Требуемое количество катализатора добавляется к смоле непосредственно перед подачей на сердечник. В производстве труб FLOWTITE используются только разрешенные катализаторы.

Песок

Песок подается на сердцевинный слой трубы и внутренний слой муфт. Для разрешения к использованию кварцевый песок должен быть включен в спецификации FLOWTITE для одобренных материалов.

Ускоритель

Ускоритель добавляется в смолу, хранящуюся в резервуарах суточного запаса. Он может поставляться от производителя в разных концентрациях и может быть разбавлен стиролом для достижения требуемой концентрации для производства труб FLOWTITE.

Физические свойства

Кольцевая и осевая нагрузки произведенной трубы проверяются в рабочем порядке. Также проводятся испытания труб на жесткость и деформацию. Все тесты проводятся в соответствии с внутренними положениями FLOWTITE по качеству. Кроме того, подтверждаются конструкция и структура трубы.

5.5 Готовая труба

Программа контроля качества Flowtite содержит множество тестов. Трубы можно контролировать с помощью тестов, подобных приведенным ниже:

- визуальный осмотр
- твердость по Барколу
- толщина стенки
- длина секции
- диаметр
- гидростатическое испытание на герметичность
- жесткость трубы
- деформация без повреждения или структурного разрушения
- осевая и кольцевая прочность на растяжение
- полная структура слоистого пластика

5.6 Квалификационный тест

Общим элементом для всех стандартов является потребность производителя труб в демонстрации соответствия продукта минимальным стандартным требованиям по качеству. В случае со стеклопластиковыми трубами эти минимальные требования попадают под краткосрочные и долгосрочные требования.

Самыми важными являются квалификация соединений, начальная кольцевая деформация, долговременное диаметральное отклонение, долговременное давление и коррозионная способность при деформации, которые в целом основываются на том же качественном уровне, что и все предыдущие стандарты. Трубы и муфтовые системы FLOWTITE проходят строгую проверку для подтверждения соответствия этим стандартам.

Долговременное тестирование

Стандарты для стеклопластиковых труб основываются на предположении, что под механическим напряжением материал подвергается влиянию изменений в механических свойствах. Обычно дизайн продукта основывается на прогнозируемых данных прочности материала в 50 лет. Чтобы определить долговременные свойства трубы, по крайней мере, 18 образцов подготавливаются и подвергаются тестированию. Для оценки необходим сбой до 10,000 часов с приемлемым временным промежутком. Полученные результаты оцениваются, используя диаграмму с прогнозируемыми данными для того, чтобы получить оценку за срок в 50 лет. За прошедшие годы были собраны внушительные результаты тестов, основанных на проверочном методе ASTM. Было проанализировано более 600 данных наблюдений в точках время-сбой от нескольких часов до 28 лет. Анализ данных показывает скорее интересное двухлинейное поведение чем прямую линейную регрессию, предусмотренную малыми и более короткими базами данных. Результаты предполагают, что стандартизированный метод действительно достаточно консервативен, и при наличии этой дополнительной информации определяются более высокие запасы надежности, чем требуемые, а экстраполирование может достигнуть даже 150 лет. Таким образом стеклопластиковые трубы FLOWTITE отвечают даже требованиям некоторых институтов, которые требуют, чтобы срок эксплуатации труб составлял более 100 лет.

Испытание коррозионной устойчивости

Важным для стеклопластиковых самотечных канализационных труб является химическое испытание трубы при условии деформации или прогиба. Этот тест на испытание коррозионной устойчивости в напряженных условиях требует как минимум 18 кольцевых образцов трубы, подверженных деформации различных уровней при постоянной экспозиции. Внутреннюю поверхность нижней части

колец выдерживают в растворе 1.0N (5% по весу) серной кислоты. Таким образом имитируются условия подземной канализации. Такое испытание признано самым представительным для самых худших условий в канализационном коллекторе, в том числе обнаруженных на Среднем Востоке, где было успешно проложено множество труб FLOWTITE. Отмеряется время проявления повреждения (протечки) для каждого испытываемого образца. Минимальное время повреждения до протечки для каждого класса прочности экстраполируют на срок 50 лет регрессионным анализом с использованием метода наименьших квадратов. Полученный результат соотносится с конструкцией трубы для прогнозирования ограничений в безопасной прокладке стеклопластиковых труб, используемых для данного вида услуг. Обычно это – 5% для подземного трубопровода. Например, согласно стандартам ASTM, минимальная величина удельной коррозии в напряженных условиях может достигать:

Класс жесткости	S _{св.} Величина удельной коррозии в напряженных условиях, %
SN 2500	.49 (l/d)
SN 5000	.41 (l/d)
SN 10000	.34 (l/d)

Таблица 1-5 Минимальная величина удельной коррозии в напряженных условиях

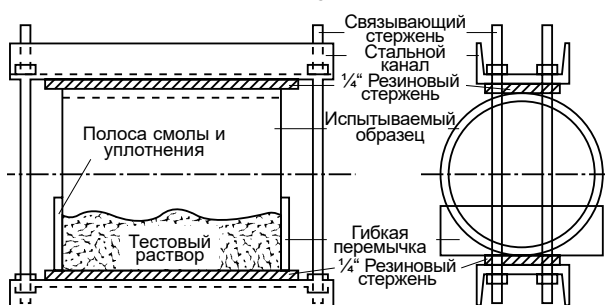


Рисунок 5-1 Аппарат для коррозионных испытаний напряженных образцов

По данным FLOWTITE, величина прогнозируемой удельной коррозии в напряженных условиях в пятьдесят лет составляет 0.67%.

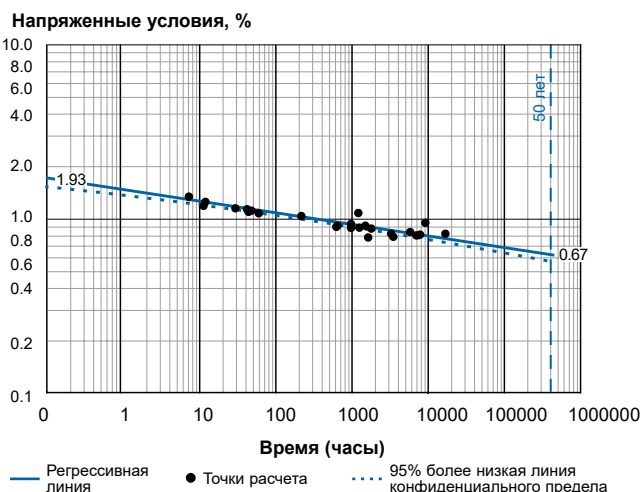


Рисунок 5-2 Линия FLOWTITE коррозионной устойчивости в напряженных условиях

Гидростатический проектный базис – HDB

Другим важным квалификационным тестом является определение гидростатического проектного базиса – HDB. Этот тест требует испытания гидростатического давления до разрушения (утечки) множества труб при наличии различных очень высоких значений постоянного давления. Как и в предыдущем тесте на коррозионную устойчивость, данные, полученные в результате испытаний, оцениваются на основе диаграммы log давления (или напряжения сжатия-растяжения) к log времени повреждения и затем экстраполируются на 50 лет. Экстраполированное на 50 лет давление, вызывающее повреждение (напряжение), и называемое гидростатическим проектным базисом или HDB, должно быть больше, чем класс давления (напряжение при установленном давлении) согласно показателю безопасности (см. рисунок 2). Комбинированные нагрузки, такие как, взаимодействие внутреннего давления и внешних грунтовых нагрузок, ведут к тому, что действительный долговременный показатель безопасности по отношению к самому падению давления выше, чем этот показатель безопасности. Этот квалификационный тест помогает обеспечить долговременное функционирование труб в сфере услуг, связанных с давлением.

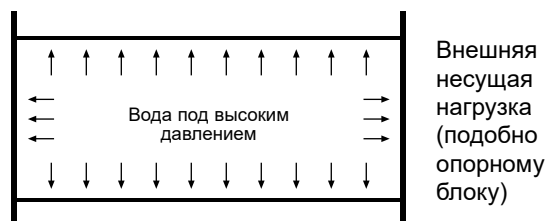


Рисунок 5-3 Влияние долговременного давления на эксплуатацию трубы

По сведениям FLOWTITE прогнозируемая величина HDB в пятьдесят лет равна 0.65%.

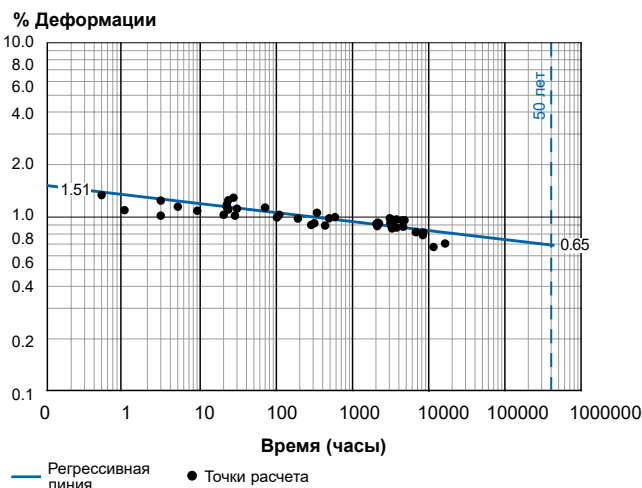


Рисунок 5-4 Линия FLOWTITE долговременной деформации под давлением

Долговременное диаметральное отклонение

Долговременная (50 лет) диаметрально деформация или отклонение стеклопластиковой трубы, когда труба находится под водой и постоянной нагрузкой, должна отвечать уровню деформации Уровень А, указанному тестом на начальную деформацию. Это требование определено стандартами ISO и EN. AWWA C950 требует проведение данного испытания и получение прогнозируемой в 50 лет величины, которая используется при конструкции труб. Трубы FLOWTITE подвергаются испытаниям с использованием инструкций ASTM D5365 “Долговременное диаметральное отклонение стеклопластиковой трубы” и отвечают всем требованиям.

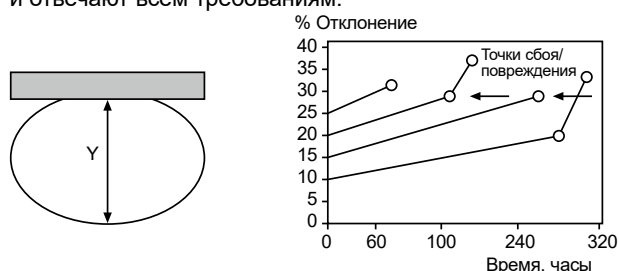


Рисунок 5-5 Влияние долговременного отклонения в воде на эксплуатацию трубы

По сведениям FLOWTITE прогнозируемая величина долговременного диаметрального отклонения в 50 лет равна 1.3%.

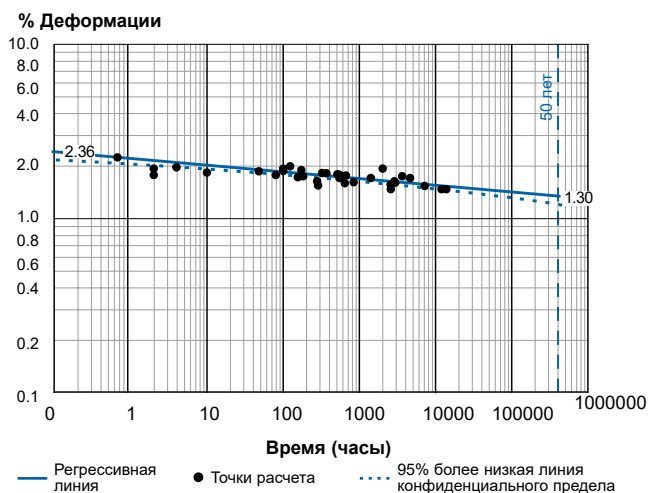


Рисунок 5-6 Линия FLOWTITE долговременного отклонения

Долговременная жесткость – ползучесть материала

Долговременная жесткость труб FLOWTITE была определена в результате проведения и анализа испытательной программы согласно инструкциям ISO 10468 и 10928, методу В. Были испытаны два образца трубы с начальной жесткостью 5800 Па и получен средний показатель ползучести и 50-летняя жесткость. Показатель ползучести – это соотношение между 50-летней специальной кольцевой жесткостью и начальной жесткостью. Средний показатель ползучести, обнаруженный при лабораторных испытаниях, равен 0,75.

Он используется в долговременной жесткости трубы SN5000, что равняется 3750 Па и позволяет использовать показатель долговременной жесткости более 60% от начальной жесткости в статических расчетах.

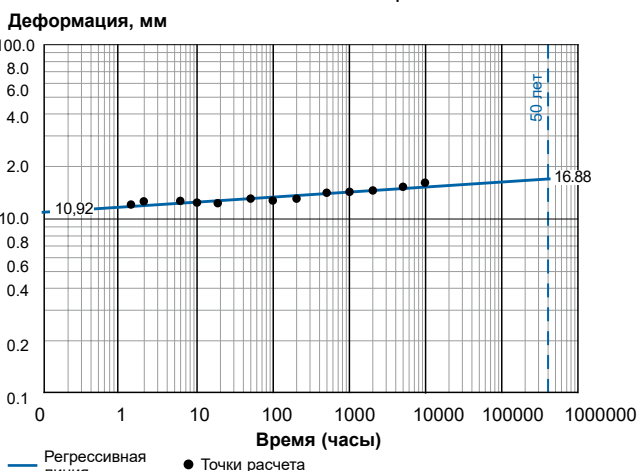


Рисунок 5-7 Долговременная жесткость SN5000 PN 16

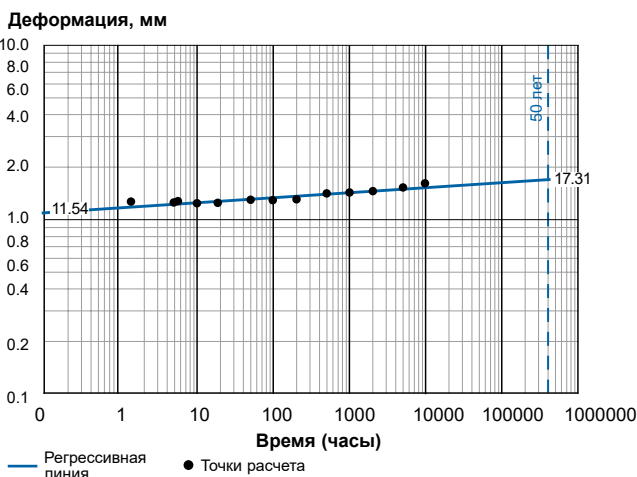


Рисунок 5-8 Долговременная жесткость SN5000 PN 6

Испытание соединений

Этот важный квалификационный тест проводится на прототипах муфтовых соединений с эластомерными прокладками. Этот тест проводится в соответствии с ASTM D4161, EN 1119 и ISO 8639. Он включает некоторые самые строгие требования трубного производства к выполнению соединений для труб из любого материала в пределах давления и размеров труб FLOWTITE. Эти стандарты требуют, чтобы гибкие соединения выдерживали гидростатический тест в конфигурациях, которые имитируют разъединение соединений при эксплуатации. Испытания проводятся под давлением, превышающим номинальное в два раза, а давление в 1 атм. используется для самотечной канализационной трубы. Конфигурации соединений включают соединения по прямой линии, максимальное угловое отклонение и различные поперечные нагрузки. Также включаются частичное вакуумное испытание и тест на циклическое давление. Результаты долговременного квалификационного теста используются для конструкции труб в соответствии с международными стандартами.

6 ДИЗАЙН ПОДЗЕМНЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ

Стандарт ANSI/AWWA C950-95 и инструкция AWWA M-45 являются основными документами для подземных конструкций FLOWTITE. Наш бесплатный электронный инструмент AMISTAT предназначен для поддержки клиентов при выполнении расчетов согласно AWWA M-45 и ATV 127. Стеклопластиковые трубы – гибкие и могут выдерживать большие деформации. Вертикальные нагрузки (грунт, транспорт и уровень грунтовых вод) определяют деформацию, в зависимости от плотности грунта вокруг трубы и жесткости кольца поперечного сечения трубы.

Трубы FLOWTITE являются гибкими в большинстве видов грунта. Специального внимания требуют раскопка, боковое заполнение и обратная засыпка траншеи, создающие необходимую поддержку трубе и предотвращающие возможные повреждения грунтом или/и транспортными средствами. Сопротивление горизонтальному движению трубы зависит от вида грунта, его консистенции и влажности. Чем больше сопротивление грунта, тем меньше труба подвергается движению или деформации.

Нижеследующий рисунок показывает распределение нагрузки и мобилизацию реакции грунта, вызванную его уплотнением при взаимодействии с гибкостью и деформацией трубы.

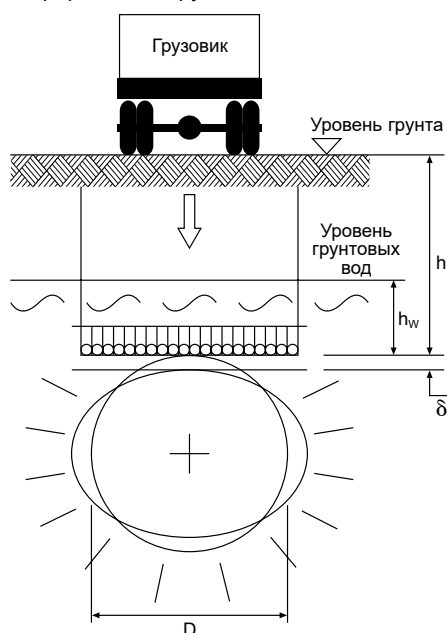


Рисунок 6-1 Поведение трубы под нагрузкой транспортных средства

Поскольку конструкция трубы основывается на AWWA M-45, мы включаем далее краткое содержание главы 5 упомянутого стандарта. Стеклопластиковые трубы, т.к. они являются гибкими трубами, подвергаются деформации и таким образом переносят груз грунта на более сильный боковой заполнитель. Последствия этого:

- боковой заполнитель должен нести нагрузку от обратной засыпки, транспортных средств, т.д.
- труба получает меньшую нагрузку.
- труба может служить своему прямому назначению, т.е. транспортировке жидкостей без прорыва или течи.

Негибкие трубы всегда сильнее и жестче, чем грунт, и поэтому нагрузка приходится на трубу. Труба должна выдерживать нагрузки в течение длительного времени. А при движении грунта, эта нагрузка может даже увеличиться.

Гибкие трубы реагируют динамично, деформируются и переносят нагрузки на боковой заполнитель.

Грунт подвергается осадке, чтобы выдержать нагрузку.

Исследования коллекторных и напорных трубопроводов показывают, что число повреждений негибких труб выше, чем гибких. По просьбе клиента может быть предоставлен расчет на основе Проктора Эшленда.

6.1 Методы статистического расчета подземной трубопроводной системы

6.1.1 Краткое содержание AWWA раздела о дизайне AWWA M-45

Инструкция AWWA C-950-86 была пересмотрена и разделена на 2 части:

- C950, теперь это – производственный стандарт подобно ASTM
- AWWA M-45, теперь это – инструкция по дизайну. Раздел 5 представляет метод конструкций для подземных трубопроводных стеклопластиковых систем

Расчеты конструкций

- Расчет класса давления

$$P_c \leq \frac{HDB \cdot 2 \cdot t \cdot E_n}{FS \cdot D}$$

E_n = Модуль напряжения структурного слоя

t = Армированная толщина трубы

Проектное давление должно быть меньше, чем

$$P_c; P_w \leq P_s$$

P_w = Рабочее или конструкционное давление

- Скачок давления

Скачок давления равен 40% от P_w итак

$$P_c \geq \frac{P_w + P_s}{1.4}$$

Диаметральное отклонение

$$\varepsilon_b = D_f (D_y/D) * (t_f/D) \leq (S_b/FS)$$

D_f показатель задержки деформации
 D_y/D допустимая долговременная деформация
 S_b долговременное отклонение для трубы
 FS показатель безопасности = 1.5
 ε_b = максимальное диаметральное отклонение, вызванное деформацией

Деформация рассчитывается как показано ниже:

$$D_y/D = \frac{(D_L * W_c + W_L) * K_x}{(149 * PS + 6100 * M_s)}$$

W_c : вертикальная нагрузка грунта $N/m^2 = \gamma_s * H$;
 где γ_s - единица веса грунта и H - глубина закопки
 W_L : живая нагрузка на трубу
 M_s = ограничительный модуль композиционного грунта
PS жесткость трубы, не STIS

D_L = показатель задержки деформации обычно берется за 1.5
 K_x = коэффициент подсыпки обычно берется за 0.1
 Для того, чтобы определить величину M_s , определяются и складываются отдельные величины M_{sn} для естественного грунта и M_{sb} обратной засыпки.
 $M_s = S_c * M_{sb}$
 S_c = поддержка грунта
 M_{sb} = ограничительный модуль зоны закладки трубы
 M_{sn} = ограничительный модуль естественного грунта

Комбинированные нагрузки

Комбинированные нагрузки имеют место, когда мы комбинируем отклонение и напряжение.
 Отклонение вытекает из деформации, а напряжение – из давления

$$\varepsilon_{pr} / HDB \leq \{1 - (\varepsilon_b * r_c / S_b)\} / FS_{pr}$$

и

$$\varepsilon_b * r_c / (S_b) \leq \{1 - (\varepsilon_{pr} / HDB)\} / FS_b$$

с $FS_{pr} = 1.8$ и $FS_b = 1.5$

$\varepsilon_{pr} = P_w * D / (2 * t * E_n)$ и $\varepsilon_b = D_f (\delta d / D) (t_f / D)$
 с $r_c = 1 - P_w / 3000$ где $P_w \leq 3000$ kPa
 $\delta d / D$ = нерасчетная, а максимально допустимая деформация

Выпучивание

Допустимое давление, вызывающее выпучивание определяется как q_a и рассчитывается по следующей формуле:

$$q_a = \frac{(1.2 * C_n)(EI)^{0.33} (\phi_s * 10^6 * M_s * k_\eta)^{0.667} * R_n}{(FS)r}$$

где

q_a = допустимое давление, вызывающее выпучивание в кПа

FS = конструкционный показатель = 2.5

C_n = скалярный показатель калибровки к расчету некоторых нелинейных эффектов = 0.55

ϕ_s = показатель к расчету диапазона жесткости уплотненного грунта; предлагается как 0.9

k_η = модуль показателя поправки для коэффициента Пуассона, η грунта = $(1 + \eta)(1 - 2\eta) / (1 - \eta)$

В случае отсутствия необходимой информации, обычно предполагается, что $\eta = 0.3$ и $k_\eta = 0.74$

R_n = показатель поправки для глубины заполнителя = $11.4 / (11 + D / 1000 * h)$
 где h = высота поверхности грунта над верхом трубы

Альтернативой для вышеприведенной формулы является

$$q_a = \left(\frac{1}{FS}\right) [1.2 C_n (0.149 PS)^{0.33}] (\phi_s 10^6 M_s k_\eta)^{0.67}$$

Требование к выпучиванию типичной трубопроводной прокладки рассчитывается по следующей формуле:

$$[\gamma_w h_w + R_w (W_c)] * 10^{-3} + P_v \leq q_a$$

где:

γ_w = специфический вес воды = 9800 N/m³

P_v = внутреннее вакуумное давление (т.е. атмосферное давление меньше абсолютного давления внутри трубы) в кПа

R_w = показатель водной плавучести = $1 - 0.33(h_w/h)$ ($0 \leq h_w \leq h$)

h_w = высота уровня поверхности воды над верхом трубы, м. Если рассматриваются живые нагрузки, требование к выпучиванию рассчитывается по следующей формуле:

$$[\gamma_w h_w + R_w (W_c) + W_L] * 10^{-3} \leq q_a$$

Обычно живые нагрузки и внутренний вакуум не рассматриваются одновременно.

Данный документ содержит различные виды трубного дизайна, и рекомендует выполнять примеры вручную для того, чтобы обучаемый овладел чувством данного стандарта. Расчеты AWWA основываются на плотности по Проктору. Расчет Эшленда предоставляется по запросу.

6.1.2 Краткое содержание ATV-DVWK-A 127

Расчет статики трубы (дизайна) согласно ATV-A 127 можно разделить на две части:

- расчет распределения нагрузки вокруг трубы
- выполнение релевантных верификаций: деформации, стабильности и удлинения

Распределение нагрузки вокруг трубы

$$q_v = \lambda_{PG} * p_E + p_v$$

где

q_v = вертикальная нагрузка грунта на трубу

λ_{PG} = показатель концентрации над трубой; рассмотрение гибкой ($\lambda_{RG} < 1$) или негибкой ($\lambda_{RG} > 1$) реакции системы грунт - труба

p_E = нагрузка грунта, вызванная его давлением

$p_E = \lambda * \gamma_S * h$ где

λ = показатель снижения для траншейных нагрузок согласно теории Сило

Теория Сило: Силы трения на существующие стенки траншеи могут уменьшить нагрузку грунта.

γ_S = вес единицы грунта

h = высота поверхностного слоя над трубой

p_v = нагрузка грунта, вызванная нагрузкой транспортных средств

$p_v = \varphi * p$ где

φ = коэффициент влияния для нагрузок транспортными средствами

p = нагрузка грунта, вызванная нагрузкой транспортных средств

$$q_h = K_2 * (\lambda_S * p_E + \gamma_S * \frac{d_s}{2})$$

где

q_h = горизонтальная нагрузка грунта на трубу

K_2 = коэффициент давления грунта в грунтовых зонах

d_s = внешний диаметр трубы

λ_S = показатель концентрации грунта, прилегающего к трубе

$$q_h^* = \frac{c_{h,qv} * q_v + c_{h,qh} * q_h}{V_{RB} - c_{h,qh}}$$

* Обозначение числа уравнения согласно ATV-DVWK-A 127

где

q_h^* = реакционное давление горизонтальной подсыпки

$c_{(i)}$ = коэффициенты деформации, зависящие от угла подсыпки

V_{RB} = жесткость системы; если $V_{RB} < 1$, система грунт-труба является гибкой

$V_{RB} = \frac{8 * S_0}{S_{Bh}}$ где

S_0 = жесткость трубы

S_{Bh} = горизонтальная жесткость подсыпки

Проверка деформации

Согласно ATV-A 127 значение допустимой макс. долговременной деформации составляет $\delta V = 6\%$. За расчетом для малых диаметров $DN \leq 250$ и случаев $> 5\%$ деформации диаметра просьба обращаться к поставщику. Реальная деформация может быть рассчитана по следующей формуле:

$$\delta_v = \frac{\Delta d_v}{d_m} * 100\% < \text{нес } \delta_v$$

где

d_m = диаметр трубы

Δd_v = вертикальное изменение диаметра трубы в результате внешних нагрузок

$$\Delta d_v = \frac{2 * r_m}{8 * S_0} * (c_{v,qv} * q_v + c_{v,qh} * q_h + c_{v,qh} * q_h)$$

где $c_{(i)}$, $q_{(i)}$: см. выше

Проверка стабильности

Проверка стабильности грунта и нагрузки транспортных средств

$$\gamma_{qv} = \frac{\text{crit } q_v}{q_v} > \text{нес } \gamma$$

где

$\text{нес } \gamma$ = необходимый коэффициент безопасности

q_v = вертикальная нагрузка грунта на трубу, см. выше

$\text{crit } q_v$ = общая критическая вертикальная нагрузка

$$V_{RB} \leq 0,1: \text{crit } q_v = 2 * \kappa_{v2} * \sqrt{8 * S_0 * S_{Bh}}$$

$$V_{RB} > 0,1: \text{crit } q_v = \kappa_{v2} * (3 + \frac{1}{3 * V_{RB}}) * 8 * S_0$$

S_0 , S_{Bh} , V_{RB} : см. выше

κ_{v2} = показатель сокращения

критической нагрузки выпучивания

Проверка стабильности внешнего водного давления

$$\gamma_{qe} = \frac{\text{crit } p_e}{p_e} > \text{нес } \gamma$$

где

$\text{нес } \gamma$ = необходимый коэффициент безопасности

p_e = внешнее водное давление

$p_e = \gamma_w * h_w$ где

γ_w = вес единицы воды

h_w = высота уровня воды над верхом трубы

crit p_e = критическое внешнее давление воды
crit $p_e = \kappa_e \cdot \alpha_D \cdot 8 \cdot S_0$ где
 κ_e = показатель сокращения критической нагрузки выпучивания
 α_D = коэффициент сквозной обжимки
 S_0 = жесткость трубы, см. выше

Проверка стабильности общей вертикальной нагрузки и внешнего давления воды (одновременное воздействие)

$$\gamma = \frac{1}{\frac{q_{vA}}{\text{crit } q_v} + \frac{p_e}{\text{crit } p_e}} < \text{пес } \gamma$$

где
пес γ = необходимый коэффициент безопасности
 q_{vA} = q_v с макс. высотой уровня воды над трубой (примите во внимание плавучесть)
crit q_v , p_e , crit p_e : см. выше

Проверка удлинения

Проверка удлинения должна рассчитываться отдельно для верхней части трубы, засыпки под трубу и дна трубы как для внутренней, так и для внешней частей. В целом необходимо рассчитать шесть верификаций.
При более высоком внутреннем давлении необходимо сделать до 18 различных верификаций (здесь они не представлены) удлинения (при рассмотрении случаев нагрузки).

$$\gamma = \frac{\varepsilon_p}{\varepsilon} > \text{erf } \gamma$$

где следующие значения удлинения:

$$\varepsilon = \frac{s}{2 \cdot r_m^{3/2} \cdot 8 \cdot S_0} \cdot \left(\frac{s \cdot N}{6} \pm M \cdot \alpha_C \right)$$

где
 N = нормальные силы
 M = моменты изгиба
 S_0 = жесткость трубы, см. выше
 s = толщина стенки трубы
 α_C = показатель поправки кривизны
 r_m = радиус центроидной оси стенки трубы

Информация: Силы и моменты должны рассчитываться отдельно для верхней части трубы, засыпки под трубу и дна трубы.

ε_p расчетная величина внешней стекловолоконной деформации

$$\varepsilon_p = \pm 4,28 \cdot \frac{s}{d_m} \cdot \left(\frac{\Delta d_{\text{frac}}}{d_m} \right)$$

где:

s = толщина стенки трубы

d_m = диаметр трубы

$\frac{\Delta d_{\text{frac}}}{d_m}$ = расчетная величина относительной деформации разрыва

Номинальная жесткость кольца Н/м ²	$\Delta d_{\text{frac}} / d_m$ in %	
	короткий период	длительный период
SN 2500	25	15
SN 5000	20	12
SN 10000	15	9

Таблица 6-1 Профиль

ε_p = взвешенная расчетная величина внешнего стекловолоконного удлинения

$$\varepsilon_p = \frac{p_E \cdot \varepsilon_{PL} + p_V \cdot \varepsilon_{PK}}{p_E + p_V}$$

где:

ε_{PL} = расчетная долговременная величина внешней стекловолоконной деформации
 ε_{PK} = расчетная краткосрочная величина внешней стекловолоконной деформации
 p_E = нагрузка грунта, вызванная давлением грунта, см. выше
 p_V = нагрузка грунта, вызванная нагрузкой транспортных средств, см. выше

Коэффициент безопасности

Необходимый глобальный коэффициент безопасности класса безопасности А (правило) равен пес γ для верификации удлинения стекловолоконных труб согласно ATV-DVWK-A 127
пес $\gamma = 2.0$.

Если во внимание принимается начальная деформация с показателем сокращения критического выпучивания (κ_{v2} и κ_e), то необходимый глобальный коэффициент безопасности равен также пес $\gamma = 2,0$ согласно ATV-DVWK-A 127.

6.2 Плавучесть

Если уровень грунтовых вод совпадает с уровнем грунта, необходимо провести проверку эффекта плавучести. Комбинированная нагрузка, F_{down} , (Н/м) образованная суммой нагрузок, веса грунта, W_s , (Н/м) плюс вес трубы, W_p , (Н/м) и ее компонентов, W_l , (Н/м) должна быть выше силы плавучести, направленной вверх, F_{UP} , т.е.

$$W_s + W_p + W_l = F_{down}$$

где

$$W_s = OD \cdot \gamma_s \cdot (1 - \frac{h_w}{3h})$$

и $F_{down} \geq F_{UP}$

где

$$F_{UP} = \frac{\pi}{4} \cdot OD^2 \cdot \gamma_w$$

В вышеуказанном,

h_w = высота воды над верхом трубы (м)

h = высота грунта над верхом трубы (м)

γ_w = специфическая плотность воды (кг/м³)

6.3 Гидроиспытание

Максимальное давление заводского теста составляет 2.0 x PN (класс давления). Максимальное допустимое давление для испытаний на строительном участке равно 1.5 x PN (класс давления).

Давление и диаметр верхнего ограничения определяются в результате гидроиспытаний на заводах. Практика, проводимая на строительном участке, согласно стандартам, определяет тестовое давление на строительном участке как

$$N \times \text{Рабочее давление}$$

где "N" варьируется от 1.2 – 1.5 согласно стандартам.

6.4 Волна давления и гидравлический удар

Гидравлический удар или волна давления – это неожиданное повышение или падение давления, вызванное внезапным изменением скорости потока в трубопроводной системе. Обычно причиной таких изменений является быстрое открытие или закрытие клапанов или неожиданное включение или остановка насосов, как например, при отключении электричества. Самыми важными факторами, влияющими на гидравлический удар в трубопроводной системе являются изменение скорости жидкости, частота изменения скорости (время закрытия клапана), сжимаемость жидкости, жесткость трубы в периферическом "кольцевом" направлении и физическая планировка трубопроводной системы.

Давление при гидравлическом ударе составляет для труб FLOWTITE примерно 50% от давления для стальных труб и труб из ковкого чугуна при подобных условиях. Труба FLOWTITE имеет волну давления допустимостью в 40% номинального давления. Примерное соотношение для максимального изменения давления в данной точке прямого трубопровода с незначительной потерей трения может быть рассчитано по следующей формуле:

$$\Delta H = (w \Delta v) / g$$

где:

ΔH = изменение давления (метры)

w = быстрота волны давления (метры/сек)

Δv = изменение скорости жидкости (метры/сек)

g = ускорение, вызванное силой тяжести (метры/сек²)

DN	300-400	450-800	900-2500	2800-3000
SN 2500				
PN 6	365	350	340	330
PN 10	435	420	405	390
PN 16	500	490	480	470
SN 5000				
PN 6	405	380	370	360
PN 10	435	420	410	
PN 16	505	495	480	
PN 25	575	570	560	
SN 10000				
PN 6	420	415	410	400
PN 10	435	425	415	
PN 16	500	495	485	
PN 25	580	570	560	
PN 32	620	615	615	

Таблица 6-2 Быстрота волны давления для труб FLOWTITE (метры/сек.)

DN	100	125	150	200	250
SN 10000					
PN 6	580	560	540	520	500
PN 10	590	570	560	540	520
PN 16	640	620	610	600	590

Таблица 6-3 Быстрота волны давления для труб малых диаметров

Примечание: В вышеуказанных величинах было сделано некоторое округление, до 2%. Для получения более точных величин для анализа, обращайтесь к вашему поставщику труб FLOWTITE.

6.5 Величины допустимой нагрузки

Следующие величины могут использоваться для определения допустимой нагрузки кольцевой и осевой прочности на растяжение.

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	60	360	600	960	1200	1500	1920
350	70	420	700	1120	1400	1750	2240
400	80	480	800	1280	1600	2000	2560
450	90	540	900	1440	1800	2250	2880
500	100	600	1000	1600	2000	2500	3200
600	120	720	1200	1920	2400	3000	3840
700	140	840	1400	2240	2800	3500	4480
800	160	960	1600	2560	3200	4000	5120
900	180	1080	1800	2880	3600	4500	5760
1000	200	1200	2000	3200	4000	5000	6400
1100	220	1320	2200	3520	4400	5500	7040
1200	240	1440	2400	3840	4800	6000	7680
1400	280	1680	2800	4480	5600	7000	8960
1600	320	1920	3200	5120	6400	8000	10240
1800	360	2160	3600	5760	7200	9000	11520
2000	400	2400	4000	6400	8000	10000	—
2200	440	2640	4400	7040	8800	11000	—
2400	480	2880	4800	7680	9600	12000	—
2600	520	3120	5200	8320	10400	—	—
2800	560	3360	5600	8960	11200	—	—
3000	600	3600	6000	9600	12000	—	—

Таблица 6-4 Допустимая нагрузка кольцевой прочности на растяжение

Минимальная начальная кольцевая (круговая) нагрузка, Н на мм длины.

DN	PN1	PN6	PN10	PN16	PN20	PN25	PN32
300	95	115	140	150	170	190	220
350	100	125	150	165	190	215	255
400	105	130	160	185	210	240	285
450	110	140	175	205	235	265	315
500	115	150	190	220	250	290	345
600	125	165	220	255	295	345	415
700	135	180	250	290	340	395	475
800	150	200	280	325	380	450	545
900	165	215	310	355	420	505	620
1000	185	230	340	390	465	560	685
1100	195	245	360	420	505	600	715
1200	205	260	380	460	560	660	785
1400	225	290	420	530	630	760	1015
1600	250	320	460	600	820	918	1108
1800	275	350	500	670	912	1023	1237
2000	300	380	540	740	1003	1126	—
2200	325	410	595	883	1095	1229	—
2400	350	440	620	1063	1186	1332	—
2600	375	470	956	1144	1276	—	—
2800	410	510	1022	1225	1376	—	—
3000	455	545	1090	1306	1458	—	—

Таблица 6-5 Допустимая нагрузка осевой прочности на растяжение

Минимальная начальная осевая (горизонтальная) нагрузка, Н на мм длины окружности.

6.6 Скорость потока

Рекомендуемая скорость потока для стеклопластиковых труб равна 3.0 м/сек. В зависимости от транспортируемой по трубам жидкости, возможна и более высокая скорость потока.

6.7 Устойчивость к действию УФ лучей

Деструкция под действием УФ излучения, влияющая на длительность эксплуатации труб FLOWTITE, отсутствует. Внешний слой поверхности трубы может быть подвержен воздействию, и поэтому можно наблюдать ослабление цвета на поверхности трубы. Тем не менее, это – пункт, требующий технического обслуживания в будущем. Принимая во внимание длительный опыт использования труб на Ближнем Востоке в условиях влажного и сухого климата, а также в скандинавских странах в условиях темной и холодной зимы, с использованием надземных трубопроводов более 30 лет, FLOWTITE не обнаружила никаких свидетельств влияния радиации на структуру труб.

6.8 Коэффициент Пуассона

На коэффициент Пуассона оказывает влияние конструкция трубы. Для труб FLOWTITE коэффициент для кольцевой (круговой) прочности составляет от 0.22 до 0.29. Для осевой прочности коэффициент Пуассона будет несколько меньше.

6.9 Температура

В зависимости от температуры эксплуатации и вида смолы, используемой в производстве труб и фитингов, высокие температуры могут оказывать влияние на класс давления. Для более детальной информации обращайтесь к вашему местному производителю. Специальные решения для высоких температур предоставляются по запросу.

6.10 Термальный коэффициент

Термальный коэффициент осевого растяжения и сжатия для труб FLOWTITE составляет от 24 до 30×10^{-6} см/см/°C.

6.11 Коэффициенты потока

Основываясь на тестах, проведенных на существующих проложенных трубах FLOWTITE, коэффициент Колебрука-Уайта может быть принят как 0.029 мм. Это соответствует $C=150$ коэффициенту Хазен-Уильямса. Коэффициент Маннинга равен $n = 0.009$. С целью поддержки дизайнера, рассчитывающего потери напора, связанные с применением труб FLOWTITE, предоставляются цифры, приведенные ниже:

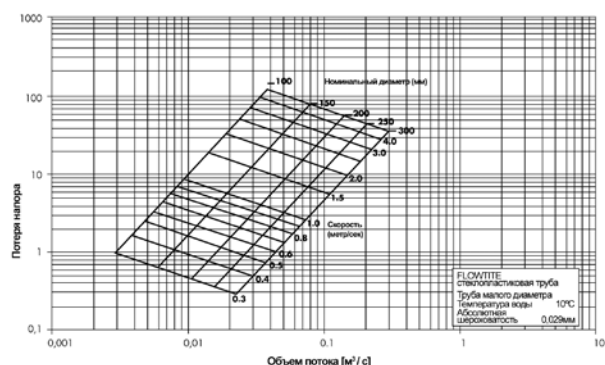


Рисунок 6-2 Потеря напора – малые диаметры

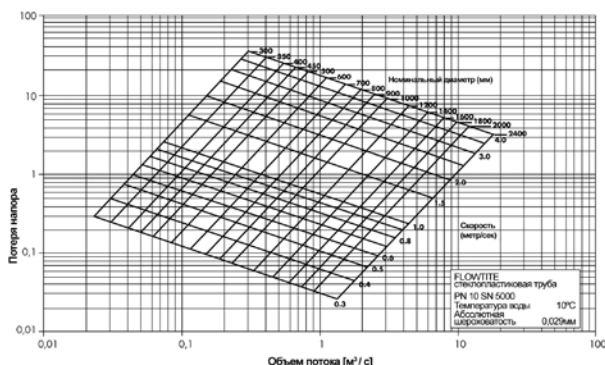


Рисунок 6-3 Потеря напора – большие диаметры

6.12 Абразивная устойчивость

Абразивная устойчивость может соотноситься с эффектами, которые могут вызываться песком или другим подобным материалом на внутренней поверхности трубы. Т.к. пока не существует стандартной тестовой процедуры или метода, трубы FLOWTITE оцениваются по методу Дармштадт Рок. На результаты оказывает большое влияние вид абразивного материала, используемого для испытаний. На основе гравия, полученного из того же источника, что и используемый в Университете Дармштадта, средняя потеря абразивности трубы FLOWTITE рассчитана как 0.34 мм на 100.000 циклов.

6.13 Внешнее давление, вызывающее разрушение

Там, где трубы подвергаются внешнему давлению, например, в резервуарах, плавучих системах, подводных морских линиях, т.д., сопротивление разрушению может быть очень важным.

Минимальное ультимативное давление, вызывающее разрушение, в амт.

$$P_B = 2.5 \cdot \frac{E_H}{1 - \mu_{XY}^2} = \left(\frac{T_E}{r_m} \right)^3$$

Давление, вызывающее выпучивание, использует формулу для трубы с тонкой стенкой ($r/t > 10$). Оно также зависит от диаметра/коэффициента ребра жесткости.

! Примечание: Для промышленного применения обычно принимается использование 75% минимального ультимативного давления, вызывающего разрушение, в качестве внешнего давления.

Для труб, применяемых в морской области, например, на дне судов неограниченного морского плавания, используется 30% минимального ультимативного давления, вызывающего разрушение.

6.14 Гидравлика

Трубы FLOWTITE обладают множеством гидравлических свойств, которые ведут к сокращенному перепаду давления, минимизируют энергию насосов, а также усиливают поток в трубопроводе.

Характеристики потока труб FLOWTITE можно сравнить с характеристиками стальных труб в различных вариациях.

6.15 Жидкий поток

Трубы FLOWTITE обладают следующими преимуществами по сравнению с металлическими, неметаллическими трубами:

- гладкая внутренняя поверхность, что вызывает уменьшение перепада давления или требует меньшего насосного давления. Это ведет к существенной экономии средств.
- внутренняя поверхность остается гладкой в течение всего эксплуатационного срока трубопровода, что ведет к поддержке постоянного перепада давления.
- внутренний диаметр FLOWTITE больше, чем у стальных или термопластиковых труб, что ведет к более высокой пропускной способности, меньшей скорости потока и меньшему падению давления.

6.15.1 Уменьшение давления

Гладкая внутренняя поверхность труб FLOWTITE по сравнению со стальными трубами имеет большое преимущество, т.е. сокращает перепад давления.

В течение многих лет инженеры водной промышленности использовали показатель Хазен-Уильямса как индикатор гладкости и хорошего качества труб.

Показатель Хазен-Уильямса для труб FLOWTITE = 150

Трубы FLOWTITE имеют еще одно преимущество, а именно, шероховатость внутренней поверхности не меняется со временем. Шероховатость стальной поверхности или поверхности из ковкого чугуна увеличивается со временем из-за внутренней коррозии и химического воздействия, что не характерно для труб FLOWTITE.

6.15.2 Падение давления/Расчеты потери

Все методы и формулы, используемые для металлических труб, могут применяться и для труб FLOWTITE, принимая во внимание характеристики, такие как, гладкая внутренняя поверхность, размеры и свойства материала.

Формула Хазен-Уильямса.

Применяется для труб, транспортирующих воду, при условии полного турбулентного потока

$$h_f = 240 \cdot 10^6 (100/C)^{1.85} (Q^{1.85}/d^{4.87})$$

где h_f = показатель трения м воды/100 м
 Q = расход потока в л/сек.
 ID = внутренний диаметр трубы, м
 C = коэффициент шероховатости Хазен-Уильямса = 150 (типичная величина для стеклопластиковых труб)
 L = длина трубы, м

Потеря напора для любой жидкости

$$P = (h_f)(SG)/0.102$$

где P = потеря давления, кПа
 SG = специфическая плотность жидкости

6.15.3 Формула Маннинга

Формула Маннинга используется для труб, транспортирующих воду, с неполным потоком. Обычно это случаи применения труб для дренажных и канализационных систем, где трубопровод находится только под влиянием гидростатического напора.

$$Q_m = (1000/n) (S)^{0.5} (A) R^{0.667}$$

где Q_m = расход потока, л/сек.
 S = гидравлический уклон склона = $(H_1 - H_2)/L$
 H_1 = отметка уровня верхнего бьефа, м
 H_2 = отметка уровня нижнего бьефа, м
 L = длина трубопровода, м
 A = площадь поперечного сечения трубы, м²
 R = гидравлический радиус, м = A/W_p
 W_p = периметр смачивания трубы, м
 n = показатель шероховатости по Маннингу = 0.009 для типичной стеклопластиковой трубы.

6.15.4 Жидкое уравнение трубопровода

Общая формула Дарси-Вейсбаха
 Формула Дарси-Вейсбаха применяется ко всем жидкостям в трубе полного потока.

$$H_f = f L (v^2)/(2(ID) g)$$

где H_f = перемена давления, Па (Н/м²)
 g = гравитационная постоянная = 9.81 м/сек²
 f = показатель трения
 L = длина трубопровода, м
 v = скорость жидкости, м/сек.
 ID = внутренний диаметр трубы, м

6.15.5 Формулы показателя трения

Показатель трения – это функция следующих компонентов:

плотности жидкости
 внутреннего диаметра трубы
 скорости жидкости
 динамической вязкости жидкости

Эти четыре характеристики составляют в сумме то, что называется R_e (число Рейнольдса)

$$R_e = \frac{vID}{\mu}$$

где v = скорость жидкости, м/сек.
 ID = внутренний диаметр трубы, м
 μ = динамическая вязкость жидкости, Нс/м² (Па/сек.)

Если $R_e < 2000$ течение ламинарное, тогда

$$f = \frac{64}{R_e}$$

7 НОМЕНКЛАТУРА ПРОДУКЦИИ

Если $R_e > 4000$ течение турбулентное, тогда

$$1/f_t^{0.5} = -2\log((e/ID)/3.7) + 2.51/(R_e)(f_t^{0.5})$$

где f = показатель трения
 K = абсолютная шероховатость внутренней поверхности, м
 ID = внутренний диаметр трубы, м
 R_e = число Рейнольдса

Данная формула требует решения на основе проб и повторяющихся ошибок. Одним из упрощений данной формулы с точностью до 1% является формула:

$$f_t = (1.8 \log(R_e/7))^{-2}$$

6.15.6 Потеря давления в фитингах

Общая потеря напора в фитингах рассчитывается по следующей формуле:

$$= \sum K (v^2/2g)$$

где k = коэффициент сопротивления для каждого вида фитинга и конфигурации
 V = скорость потока в трубопроводе, м/сек.

6.15.7 Формула Дарси для “малых потерь”

Для расчета потерь в трубопроводных системах, принимая во внимание трение в трубе и малые потери, применяется следующая формула:

$$(\sum K + f_t (L/ID))(v^2/2g)$$

где $\sum(k)$ = сумма всех “k” показателей трения для всех фитингов в трубе
 V = скорость потока
 g = гравитационная постоянная

Описание	K показатели
90 градусов, стандартное колено	0.400*
0-30 градусов, единичное соединение в ус	0.150*
45-60 градусов, двойное соединение в ус	0.240*
Тройник, прямой поток	0.400*
Тройник, поток к отводу	1.400*
Тройник, поток от отвода	1.700*
Переходник, единичное уменьшение	0.075*
Переходник, двойное уменьшение	0.075**

Таблица 6-6 Показатель трения для сегментных фитингов

* оценка ** AWWA

Трубопроводные системы FLOWTITE поставляются с номинальными диаметрами от DN 80 до DN 4000 мм. Трубы больших и средних диаметров поставляются по заказу.

Стандартный диапазон диаметров в мм определен ниже:

100 · 150 · 200 · 250 · 300 · 350 · 400 · 450 · 500 · 600 · 700 · 800 · 900 · 1000
1100 · 1200 · 1400 · 1600 · 1800 · 2000 · 2200 · 2400 · 2600 · 2800 · 3000

Стандартный диапазон диаметров отличается в зависимости от производственных предприятий. За детальной информацией обращайтесь к производителям на местах. Трубы диаметром выше DN3000 и до DN4000 мм, а также других диаметров поставляются по заказу.

7.1 Классы жесткости

Жесткость трубы определяет способность сопротивляемости трубы внешней нагрузке и отрицательным давлениям. Это - показатель ее твердости.

Это – измеренное сопротивление деформации образца кольца, испытываемого в соответствии с международными стандартами. Это - величина, полученная в результате деления силы, необходимой для деформации образца, на 3% (стандарт ISO), приходящихся на единицу длины образца. Стандарты CEN и ISO определяют жесткость по следующей формуле:

$$S = \frac{EI}{d_m^3}$$

где
 S = жесткость трубы, определенная испытанием
 E = очевидный модуль эластичности
 I = второй момент инерции, это – второй момент площади на единицу длины участка стенки трубы в м⁴ на м

$$I = \frac{t^3}{12}$$

где t = толщина трубы.

Согласно американским стандартам ASTM жесткость измеряется в 5% и выражается как $\frac{F}{\Delta_y}$ в фунтах на кв. дюйм; это – жесткость трубы, а не специфическая первоначальная касательная жесткость “S”, упомянутая выше, где F = Нагрузка на единицу длины в фунтах на дюйм, Δ_y вертикальная деформация в дюймах.

Трубопроводные системы FLOWTITE имеют следующую специфическую первоначальную жесткость (EI/D^3) выраженную в Н/м².

Класс жесткости SN	Жесткость (Н/м²)	Жесткость (ASTM) (фунт на кв.дюйм)
2500	2500	18
5000	5000	36
10000	10000	72

Таблица 7-1 Стандартные классы жесткости

Трубы других классов жесткости доступны по запросу. Мы также поставляем трубопроводные системы по индивидуальным заказам с жесткостью, адаптированной к требованиям проекта.

7.2 Давление

Наши трубы FLOWTITE поставляются в следующих классах давления:

Класс давления PN	Номинальное давление в атм.	Верхний предел диаметра
1 (плотность)	1	3000
6	6	3000
10	10	3000
16	16	3000
20	20	3000
25	25	2400
32	32	1800

Таблица 7-2 Стандартные классы давления

Не все классы давления доступны на местах во всех диаметрах и жесткости. За дополнительной информацией обращайтесь к вашему местному производителю труб FLOWTITE или Группе Amiantit. Поставляются трубопроводные системы и по индивидуальным заказам с давлением, адаптированным к требованиям проекта.

Номинальное давление труб указано в соответствии с подходом к дизайну, используемым в международных стандартах. Номинальное давление в трубах измеряется при полном эксплуатационном давлении, даже если трубы проложены под землей на максимально допустимой глубине и во внимание принимается подход комбинированных нагрузок, указанный в данных стандартах.

7.3 Длины

Стандартная длина FLOWTITE – 6 и 12 м. Длины до 24 метров производятся по индивидуальным заказам. Диаметры меньше 300 мм возможны только для труб стандартной длины, 6 м. Трубопроводные системы FLOWTITE могут поставляться и в других длинах для специальных заказов.

Секции труб FLOWTITE обычно соединяются при помощи стеклопластиковых муфт FLOWTITE. Все трубные решения FLOWTITE имеют проверенную систему соединений, которая обеспечивает надежность работы систем на протяжении всего срока эксплуатации. Система также предлагает решения для соединения с другими материалами, например, соединение с клапанами или другой арматурой. Обычно трубы соединяются при помощи стеклопластиковых муфт FLOWTITE, основанных на системе REKA. Муфты могут поставляться отдельно от труб или установленные на одном конце трубы. Муфты имеют эластомерные уплотнительные прокладки (REKA система), вставленные в канавки, точно обозначенные машинным станком. Они также включают стоппер в середине муфты. Уплотнительная система REKA доказала свои качества при использовании более 75 лет.

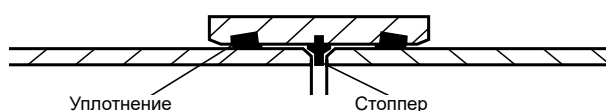


Рисунок 8-1 Стандартная стеклопластиковая муфта

Напорные трубные системы с несбалансированной силой осевой нагрузки нуждаются в опорных блоках или использовании стабилизирующих соединительных систем. Опорные блоки для стандартных трубных систем используются для переноса данных сил на грунт. Другой метод привлекает использование двухосных труб и/или замковых соединительных систем, которые надежно поглощают силы осевой нагрузки. Это заменяет установку бетонных блоков и делает инвестирование более эффективным по времени и стоимости.

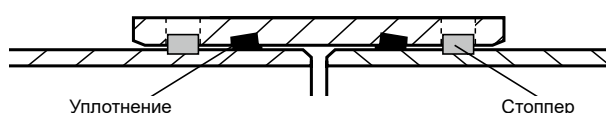


Рисунок 8-2 Стандартное замковое соединение

Угловое смещение соединения

Соединение испытывается по всем направлениям и квалифицируется в соответствии с ASTM D4161, ISO DIS8639 и EN 1119. Максимальное угловое смещение (поворот) на каждом муфтовом соединении, измеряемое как изменение осевых линий смежных труб, не должно превышать значений, приведенных в таблице ниже.

! Примечание: Угловое смещение определяется как общее смещение, включая смещение, вызванное оседанием грунта. Рекомендуется использовать 50-70% значения в начальной прокладке.

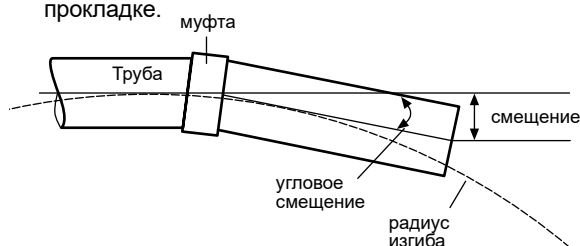


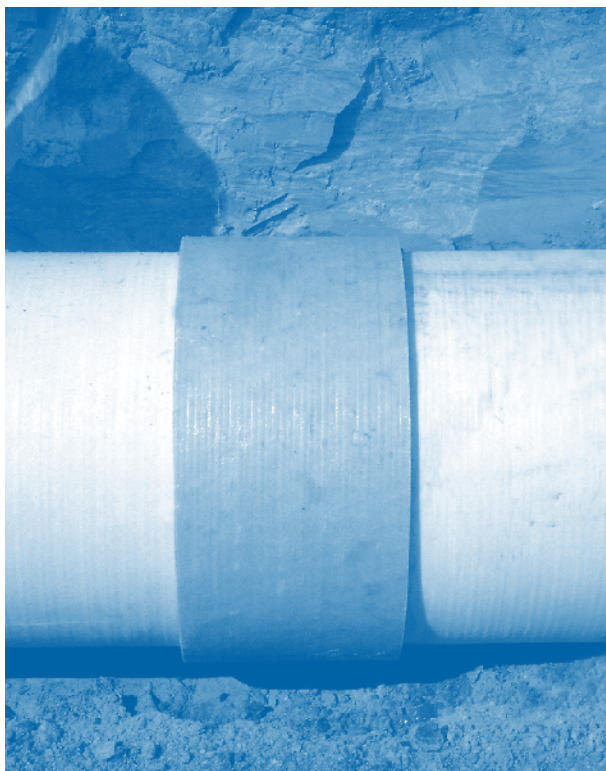
Рисунок 8-3 Максимальное смещение и изгиб трубопровода

Ном. диаметр трубы (мм)	Давление PN в атм.			
	До 16	20 25		32
		Макс.угол смещения (град.)		
DN ≤ 500	3.0	2.5	2.0	1.5
500 < DN ≤ 800	2.0	1.5	1.3	1.0
900 < DN ≤ 1800	1.0	0.8	0.5	0.5
DN > 1800	0.5	NA	NA	NA

Таблица 8-1 Макс. угловое смещение соединения с двухсторонней муфтой в мягком грунте

Угол смещения (град.)	Максимальное смещение (мм) Длина трубы			Радиус изгиба (м) Длина трубы		
	3 м	6 м	12 м	3 м	6 м	12 м
3.0	157	314	628	57	115	229
2.5	136	261	523	69	137	275
2.0	105	209	419	86	172	344
1.5	78	157	313	114	228	456
1.3	65	120	240	132	265	529
1.0	52	105	209	172	344	688
0.8	39	78	156	215	430	860
0.5	26	52	104	344	688	1376

Таблица 8-2 Смещение и изгиб трубопровода



8.1 Другие системы соединения

Стеклопластиковые фланцы

Стандартные болты для фланцевых соединений производятся в соответствии с ISO2084. Однако могут поставляться также и другие болты, стандартизированные по AWWA, ANSI, DIN и JIS. Свободные и фиксированные фланцы поставляются для всех классов давления. См. формовые фланцевые соединения

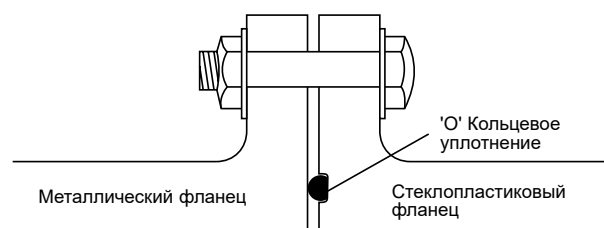


Рисунок 8-4 Фланцевое соединение

Фиксированное фланцевое соединение

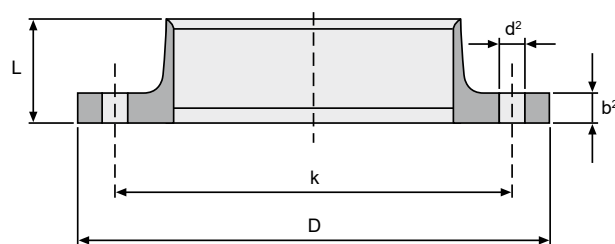


Рисунок 8-5 Фиксированное фланцевое соединение

Фланец со свободной втулкой

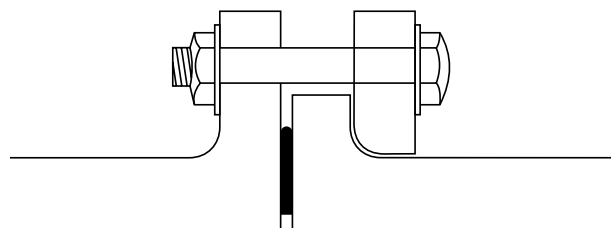


Рисунок 8-6 Фланец со свободной втулкой и профильным уплотнением, включая стальную опору

Стальные механические муфты

При соединении труб FLOWTITE с трубами из других материалов и других внешних диаметров соединение с помощью стальных механических муфт является наиболее предпочтительным. Муфта представляет собой стальной хомут с внутренними уплотнительными резиновыми вкладышами. Эти муфты используются также для соединения секций трубы, например, при ремонте или стыковке. Имеются три вида муфт:

- стальная муфта с эпоксидным или поливинилхлоридным покрытием
- муфта из нержавеющей стали
- стальная муфта с гальваническим покрытием

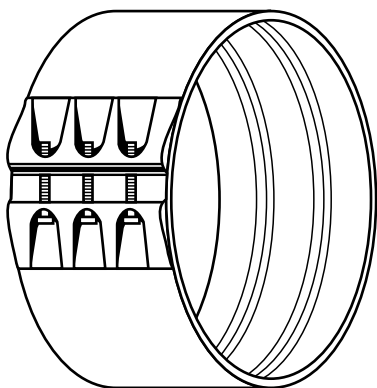


Рисунок 8-7 Гибкое механическое соединение

Механические муфты используются для соединения труб разных диаметров и материалов, а также для подгонки к выходным отверстиям фланцев. Технология FLOWTITE выявила широкое многообразие вариантов производства этих муфт, в т.ч. количество и размеры болтов, конфигурацию уплотнительных колец, что исключает возможность стандартизации изделия. Если механическое соединение используется для соединения трубы FLOWTITE с трубой из другого материала, двойное независимое болтовое соединение обеспечивает независимую затяжку со стороны трубы FLOWTITE, что обычно требует меньшего вращающего момента, чем рекомендуется производителем муфт.

Если проектом предусмотрено использование какой-либо марки или модели механической муфты, следует предварительно получить консультацию у поставщика труб FLOWTITE. Поставщик труб может посоветовать, при каких специфических условиях этот проект может оказаться пригодным для применения труб FLOWTITE.

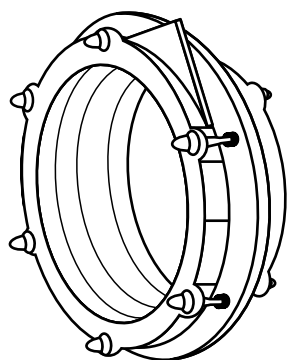


Рисунок 8-8 Двухсторонняя механическая болтовая муфта

Ламинированные соединения (накладка встык)

Ламинированные соединения обычно применяются в тех случаях, когда соединение должно выдерживать осевые нагрузки от внутреннего давления в трубе или при ремонте. Длина и толщина накладываемого слоя композита зависят от диаметра и давления.

Подробную информацию о наличии соединительных элементов или систем можно получить от местного поставщика.

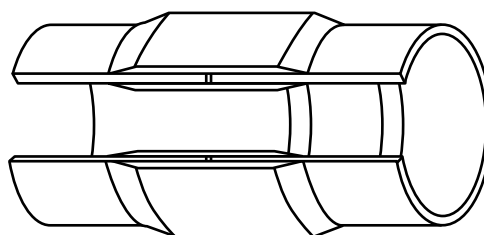


Рисунок 8-9 Ламинированное соединение

9 КЛАССИФИКАЦИЯ ТРУБ И ИХ ВЫБОР

Выбор труб FLOWTITE основывается на требованиях к классам жесткости и давления. Стеклопластиковая труба состоит из гибкого материала. Дизайн основан на взаимодействии трубы и грунта. В отличие от бетона и других твердых материалов, конструкция трубы учитывает естественный грунт и обратную засыпку. Гибкость трубы в сочетании с естественным структурным поведением грунта обеспечивает идеальную комбинацию для переноса вертикальной нагрузки. В отличие от жестких труб, которые ломаются под избыточной вертикальной нагрузкой, гибкость стеклопластиковой трубы в соединении с ее большой силой сопротивления позволяет трубе гнуться и перераспределять нагрузку на окружающий грунт.

Негибкие против гибких трубопроводов

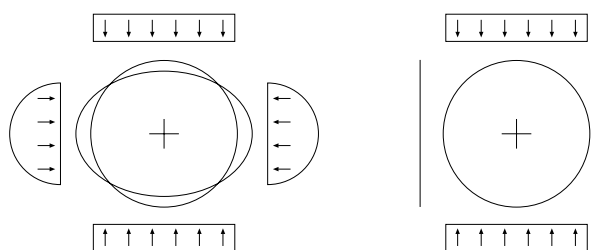


Рисунок 9-1

Гибкий трубопровод Негибкий трубопровод

Жесткость

Жесткость трубы FLOWTITE выбирается из трех классов жесткости, перечисленных ниже. Класс жесткости представляет специфическую минимальную начальную жесткость трубы (EI/D^3) в H/m^2 .

SN	H/m^2
2500	2500
5000	5000
10000	10000

Таблица 9-1 Класс жесткости

Жесткость выбирается согласно двум параметрам:

1) условия подземной прокладки, которые включают естественный грунт, тип обратной засыпки и глубину слоя покрытия, и 2) отрицательное давление, если оно существует.

Характеристики естественного грунта определяются согласно ASTM D1586 Стандартному Тесту Глубины Проникновения. Некоторые типичные значения грунтового удара оцениваются относительно типа грунта и плотности, указанной в **Таблице 9-2**.

Широкий диапазон типов грунтовой обратной засыпки предлагается в **Таблице 9-3**, что позволяет проводить каждую прокладку труб в соответствии с требованиями заказчика, обеспечивая самую экономичную прокладку трубопровода. В большинстве случаев естественные грунты, в которых выкопана траншея, могут использоваться для обратной засыпки трубы.

При стандартной конструкции траншеи, и допустимой долговременной деформации в 5% для труб диаметром 300 мм и больше, и 4% для труб малых диаметров, максимально допустимая глубина покрытия, принимая во внимание нагрузки транспортных средств, для трех разных классов жесткости в шести группах естественных грунтов приводится в брошюре "Инструкция FLOWTITE для подземных трубопроводов".

Соотношение между классификацией грунта обратной засыпки, группами естественного грунта, жесткостью трубы и глубиной подземной прокладки труб приведено в брошюре "Инструкция для прокладки подземных трубопроводов". Второй параметр для выбора класса жесткости трубы – отрицательное давление, если таковое существует. **Таблица 9-4** показывает, какую жесткость следует выбирать для разных значений отрицательного давления и глубины подземной прокладки труб.

Следующая информация охватывает частичный обзор процедур прокладки трубопровода; ее целью не является замена инструкций по прокладке трубопроводов, которые должны соблюдаться при реализации любого проекта. За дополнительной информацией следует обращаться к нашим инструкциям FLOWTITE для прокладки подземных и надземных трубопроводов. Представители наших региональных отделений также готовы оказать необходимую помощь и поддержку.

группа грунта	Гранулированный		Связующий		Модуль
	Число ударов ¹	Описание	q_b кПа	Описание	M_{sn}
1	> 15	уплотненный	> 200	очень жесткий	34.50
2	8 - 15	слабоуплотненный	100 - 200	жесткий	20.70
3	4 - 8	рыхлый	50 - 100	средний	10.30
4	2 - 4		25 - 50	мягкий	4.80
5	1 - 2	очень рыхлый	13 - 25	очень мягкий	1.40
6	0 - 1	очень очень рыхлый	0 - 13	очень очень мягкий	0.34

¹ Стандартный тест глубины проникновения согласно ASTM D1586

Таблица 9-2 Группы жесткости естественных грунтов. Значения ограничивающего модуля, M_{sn}

Категория жесткости грунта обратной засыпки	Описание грунта обратной засыпки
SC1	Щебень с содержанием песка < 15 %, макс. 25%, проходящий через 9.5 мм сито и макс. 5% заполнителем ² .
SC2	Очищенный крупнозернистый грунт: SW, SP ¹ , GW, GP или любой другой грунт, начинающийся на один из данных символов с 12% или менее заполнителем ² .
SC3	Очищенный крупнозернистый грунт с заполнителем: GM, GC, SM, SC или любой другой грунт, начинающийся на один из данных символов с 12% или более заполнителем ² . Песочный или мелкозернистый грунт, баластированный гравием:CL, ML, (или CL- ML, CL/ML, ML/CL) с 30% или более удерживаемый на сите № 200.
SC4	Мелкозернистый грунт: CL, ML, (или CL-ML, CL/ML, ML/CL) с 30% или менее удерживаемый на сите № 200
Примечание: Символы, приведенные в таблице, представлены согласно Обозначению Объединенной Классификации Грунта, ASTM D2487 ¹) Мелкозернистый песок, SP, проходящий через сито №100 (0.15 мм), очень чувствителен к влажности и не рекомендуется в качестве обратной засыпки ²) % мелкозернистого песка есть вес процента частиц грунта, проходящих через сито №200 с 0.076 мм отверстиями	

Таблица 9-3 Классификация типов обратной засыпки

DN мм	SN 2500			SN 5000			SN 10000		
	3 м	6 м	12 м	3 м	6 м	12 м	3 м	6 м	12 м
100	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
150	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
200	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
250	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-
300	0.28	0.25	0.25	0.53	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
350	0.30	0.25	0.25	0.55	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
400	0.32	0.25	0.25	0.58	0.50	0.50	1.00	1.00	1.00
450	0.32	0.26	0.25	0.61	0.51	0.50	1.00	1.00	1.00
500	0.39	0.26	0.25	0.66	0.51	0.50	1.00	1.00	1.00
600	0.48	0.27	0.25	0.78	0.52	0.50	1.00	1.00	1.00
700	0.66	0.28	0.25	1.00	0.54	0.50	1.00	1.00	1.00
800	0.74	0.30	0.25	1.00	0.56	0.50	1.00	1.00	1.00
900	0.77	0.32	0.25	1.00	0.59	0.50	1.00	1.00	1.00
1000	0.82	0.36	0.26	1.00	0.64	0.51	1.00	1.00	1.00
1100	0.88	0.39	0.26	1.00	0.66	0.51	1.00	1.00	1.00
1200	0.95	0.46	0.26	1.00	0.77	0.52	1.00	1.00	1.00
1300	0.97	0.53	0.27	1.00	0.85	0.52	1.00	1.00	1.00
1400	1.00	0.62	0.28	1.00	0.98	0.53	1.00	1.00	1.00
1600	1.00	0.73	0.29	1.00	1.00	0.56	1.00	1.00	1.00
1800	1.00	0.77	0.32	1.00	1.00	0.59	1.00	1.00	1.00
2000	1.00	0.81	0.35	1.00	1.00	0.63	1.00	1.00	1.00
2200	1.00	0.87	0.40	1.00	1.00	0.69	1.00	1.00	1.00
2400	1.00	0.94	0.45	1.00	1.00	0.76	1.00	1.00	1.00
2600	1.00	1.00	0.50	1.00	1.00	0.84	1.00	1.00	1.00
2800	1.00	1.00	0.55	1.00	1.00	0.92	1.00	1.00	1.00
3000	1.00	1.00	0.60	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Таблица 9-4 Максимально допустимое отрицательное давление (бар) для непроложенных в земле участков трубопроводов – Длина трубы между ограничителями 3 м/ 6 м/ 12 м

10 ОБЩАЯ ПРОКЛАДКА ТРУБ

Длительный срок эксплуатации и хорошие технические характеристики трубы FLOWTITE могут быть получены только в результате правильного обращения и прокладки труб. Для владельца, инженера и подрядчика важным является понимание того, что по конструкции стеклопластиковая труба (GRP) предназначена для утилизации подсыпки и обратной засыпки в зоне трубы, что вытекает из рекомендаций о процедурах прокладки труб. Исходя из многолетнего опыта, инженеры обнаружили, что зернистые материалы, правильно уплотненные, являющиеся идеальным материалом для обратной засыпки стеклопластиковой трубы. Вместе труба и заделочный материал образуют систему «труба-грунт». Для получения полных инструкций по прокладке трубопроводов следует обращаться к FLOWTITE Инструкциям по подземным трубопроводам.

Следующая информация является частичным обзором процедур прокладки труб; ее целью не является замена инструкций по прокладке, которые должны соблюдаться при реализации любого проекта.

Конструкционные параметры прокладки

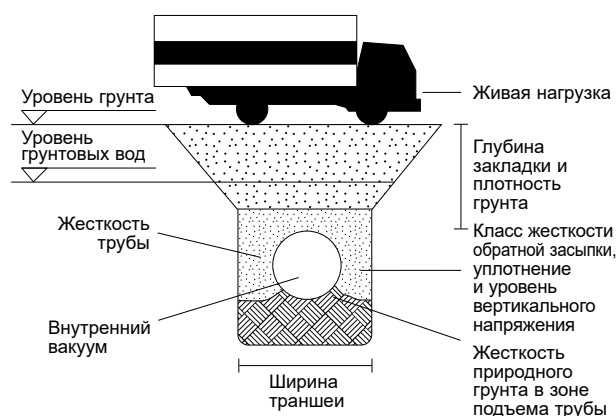


Рисунок 10-1 Конструкционные параметры прокладки

Подсыпка

Подсыпка и подходящий материал должны обеспечивать единую продолжительную поддержку трубе.

Проверка проложенной трубы

После прокладки каждой трубы необходимо проверить максимальную диаметральную вертикальную деформацию. Для трубы FLOWTITE данная процедура проходит быстро и легко.

Диаметральная деформация прокладки

Макс. допустимая начальная диаметральная деформация (обычно вертикальная) должна быть: Макс. начальная деформация

> DN 300	≤ DN 250
3 %	2.5 %

Таблица 10-1 Класс жесткости

Максимально допустимая долговременная диаметральная деформация составляет 5% для диаметров 300 мм и больше, и 4% для малых диаметров. Данные значения применяются для всех классов жесткости.

Вздутия, плоские участки или другие изменения кривизны стенки трубы не допустимы. Необходимо избегать всех точек нагрузок. Труба, установленная с нарушением данных ограничений, не сможет как следует выполнять свои функции.

За дополнительной информацией следует обращаться к брошюрам «FLOWTITE Инструкция по прокладке подземных трубопроводов» и «FLOWTITE Инструкция по прокладке надземных трубопроводов».

Смотровые колодцы/клапанные камеры

Стандартные готовые смотровые колодцы FLOWTITE и клапанные камеры предпочтительно используются для прокладки коллекторных трубопроводов и трубных систем с закрытым давлением, а также для установки фитингов и арматур. Amiantit предлагает стандартные и тангенциальные смотровые колодцы. Стандартные смотровые колодцы имеют стеклопластиковый стержень, соединенный с дном смотрового колодца, и производятся в соответствии с местными требованиями. Наш смотровой колодец широко известен своим легким весом и высокой степенью безопасности.

Конфигурация, расположение и размеры входной и выпускной труб вместе с внутренним каналом могут производиться с подгонкой к условиям работы на участке. Трубные соединения проверяются на предмет течи, и могут производиться с подгонкой под любые используемые коллекторные трубы. Уклоны и углы дренажных труб и расположение входного отверстия могут устанавливаться в зависимости от требований проекта.

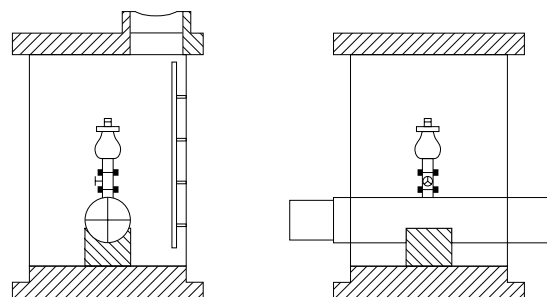


Рисунок 10-2 Клапанные камеры

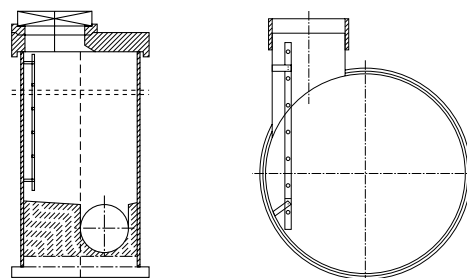


Рисунок 10-3 Стандартный и тангенциальный смотровой колодец

Фитинги

Технология FLOWTITE создала стандартизированную линию стеклопластиковых фитингов, которые прессуются или монтируются с использованием тех же материалов, что и для производства трубы FLOWTITE. Одно из преимуществ трубы FLOWTITE состоит в способности производства широкого ассортимента фитингов, как стандартных, так и нестандартных.

Наши фитинги FLOWTITE могут поставляться в следующих классах давления:

Класс давления PN	Номинальное давление, бар	Верхний предел диаметра
1 (плотность)	1	3000
6	6	3000
10	10	3000
16	16	3000
20	20	3000
25	25	2400
32	32	1800

Таблица 10-2 Номенклатура продукта

Требования к опорным блокам

Информация по фитингам, содержащаяся в данной инструкции, предназначена для стандартных подземных трубопроводов FLOWTITE. Конструкции фитингов основаны на фитингах, которые устанавливаются согласно руководству FLOWTITE об обращении с трубой и инструкции о прокладке подземных трубопроводов. Данные инструкции основаны на ограничении сил осевой нагрузки опорными ограничителями. Следующая информация представляет собой краткое содержание данных инструкций. Для дополнительной информации следует обращаться к инструкциям FLOWTITE о прокладке трубопроводов.

Опорные ограничители

В напорных трубопроводах в местах отводов, переходников, тройников, разделителей, перегородок и других изменений направления трубопровода возникает действие несбалансированной силы осевой нагрузки. Чтобы это не привело к рассоединению элементов в месте стыка, необходимо ограничить воздействие данной силы. Если окружающий грунт не может ограничить это воздействие, применяются опорные блоки. Необходимость применения этих блоков и их конструкция находятся под ответственностью инженеров и подлежат следующим ограничениям.

Опорные блоки

Опорные блоки должны ограничивать перемещение фитинга таким образом, чтобы сохранить

герметичность соединения FLOWTITE. Угловое смещение не должно превышать указанных величин. Блок должен полностью охватывать фитинг по его длине и окружности, и должен опираться на неподвижный грунт или должен быть засыпан материалом обратной засыпки, отвечающим характеристикам природного грунта.

Данные блоки применяются для:

- 1 всех видов переходников, отводов, перемычек и заглушек.
- 2 тройников*, если проводится опалубка отводов.

! Примечание*: Нет необходимости в бетонной опалубке патрубков.

Патрубки являются стыкующими соединениями и должны отвечать следующим критериям:

- 1 диаметр патрубка < 300 мм.
- 2 диаметр коллектора > 3-кратный диаметра патрубка.
- 3 Если патрубок не является концентрическим и/или перпендикулярным к оси коллектора, диаметр патрубка берется как самое длинное расстояние хорды на стенке магистральной трубы в месте соединения патрубок/труба.

Блок должен полностью охватывать фитинг по его длине и окружности, и должен опираться на неподвижный грунт или должен быть засыпан материалом обратной засыпки, отвечающим характеристикам природного грунта. Такие блоки требуются для следующих фитингов, если давление в трубопроводе превышает 100 кПа (1 бар):

- 1 Разветвление.
- 2 Фитинги, сделанные на заказ, как указано специальными инструкциями.

Общие инструкции

Стандартные трубы и фитинги FLOWTITE соединяются двухсторонними раструбными муфтами, которые ограничивают силу осевой нагрузки:

Один из самых распространенных методов создания сопротивления силе осевой нагрузки – это использование опорных блоков. Сопротивление достигается переносом силы осевой нагрузки на грунт при помощи большей несущей площади блока, таким образом, что конечное давление на грунт не превышает горизонтальной несущей силы грунта. Конструкция опорных блоков состоит из определения необходимой несущей площади блока для конкретных условий. Параметры дизайна включают размер трубы, конструкционное давление, угол изгиба (или конфигурацию вовлеченного фитинга), и горизонтальную несущую силу грунта. Следующие критерии являются общими для конструкции несущего блока.

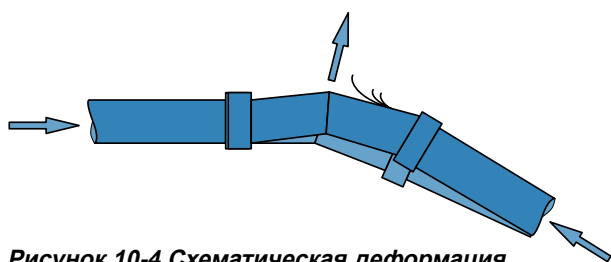


Рисунок 10-4 Схематическая деформация фитинга, вызванная силой осевой нагрузки

Для того, чтобы предотвратить течь или рассоединение соединения силы осевой нагрузки обычно ограничиваются бетонными опорными блоками, которые переносят нагрузку на окружающий грунт:

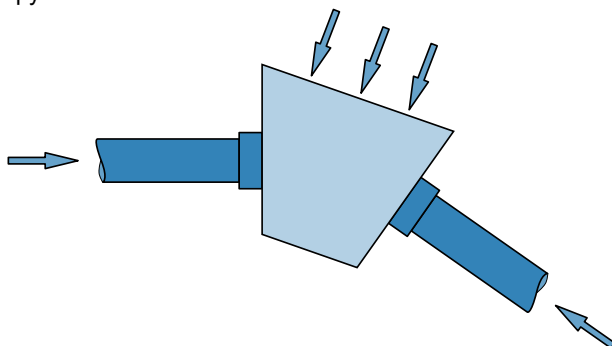


Рисунок 10-5 Схематический вид реакции бетона

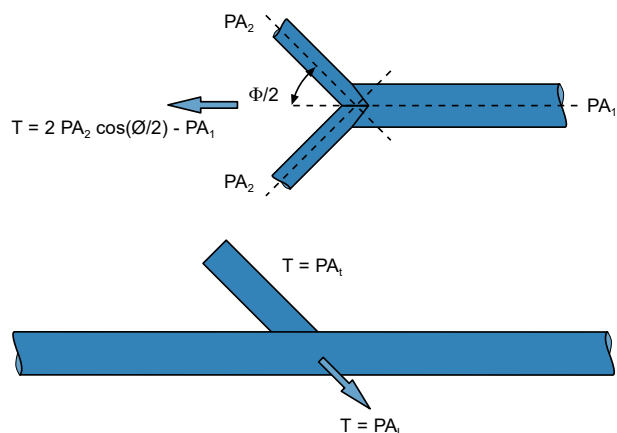
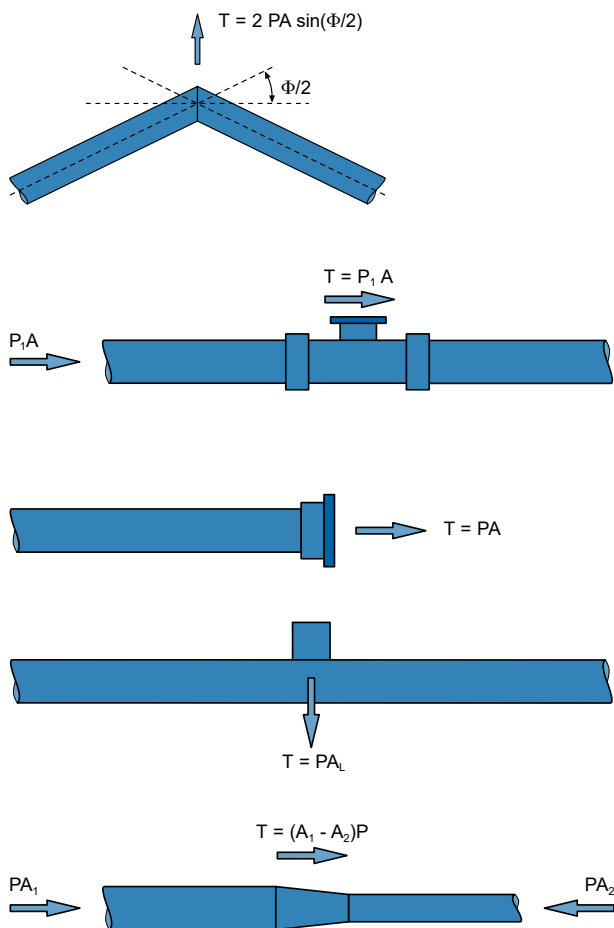


Рисунок 10-6 Силы осевой нагрузки

Дизайн сборных фитингов FLOWTITE основан на следующем:

- Фитинг должен быть полностью по всей его длине и окружности охвачен бетоном. Наши фитинги не предназначены для частичного охвата бетоном.
- Движение опорного блока должно быть ограничено таким образом, чтобы прилегающие соединения несли макс. деформацию.
- Подземные опорные блоки переносят силу осевой нагрузки на грунт при прямом несении.
- Частичное сопротивление также обеспечивается грунтовым трением.
- Несущая поверхность по возможности должна располагаться в месте неподвижного грунта. Если это невозможно, засыпка между несущей поверхностью и неподвижным грунтом должна быть уплотнена, по крайней мере, на 90% стандартной плотности по Проктору.
- Несущий размер опорного блока зависит от силы осевой нагрузки и прочности грунта:
 - $A_T = h \times b = T \times SF / \sigma$
 - где h = высота блока, b = ширина блока, T = сила осевой нагрузки, SF = показатель безопасности (≈ 1.5) и σ = несущая сила грунта.
- Сила осевой нагрузки должна основываться на тестовом давлении трубопровода, обычно равном $1.5 \times PN$.

Несущая поверхность должна находиться в месте неподвижного грунта перпендикулярно и центрально направлению осевой нагрузки. На сайте www.flowtite.com находится компьютерная программа для расчета опорного блока.

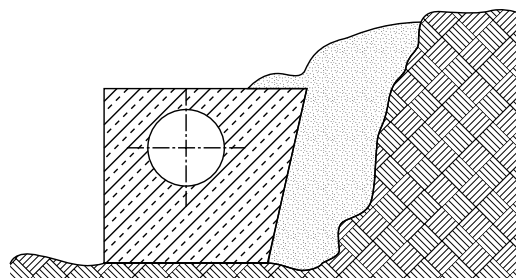


Рисунок 10-7 Место взаимодействия опорного блока и неподвижного грунта

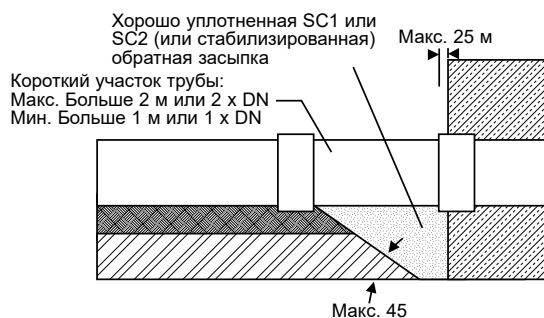


Рисунок 10-8 Положение соединений на опорных блоках

Глубина прокладки до верха опорного блока должна быть по крайней мере равной его длине для избежания разрушения в результате сдвига грунта. Ширина опорного блока должна составлять 1 до 2 х высоты, для того, чтобы обеспечить надежность распределения нагрузки. По возможности стыковое соединение должно быть охвачено бетоном. В противном случае резиновые подушки должны быть положены вокруг трубы в тех местах, где она соединяется с бетонным корпусом. Хорошая утрамбовка под трубой позволяет избежать неравномерной осадки и стального армирования. Трубопровод нельзя подвергать испытанию давлением до тех пор, пока бетон не просохнет, по крайней мере, в течении 7 дней. Следующая таблица показывает осевую нагрузку, рассчитанную на давление в 1 бар и испытанную под давлением в 1.5 бар. Для дополнительной информации следует обращаться к нашим FLOWTITE

инструкциям по прокладке подземных/надземных трубопроводов. Наши региональные отделения всегда предоставят необходимую информацию.

Прочность грунта

Горизонтальная несущая сила грунта является изменчивой величиной, и зависит от угла трения и связности грунта. Это можно определить при помощи механики грунта.

Ниже приведенная таблица является расчетом несущей силы нескольких видов грунта. Инженеры-дизайнеры должны выбрать правильную несущую силу для конкретного вида грунта. Для дополнительной информации следует обращаться к FLOWTITE инструкции по прокладке подземных/надземных трубопроводов. Наши региональные отделения также предоставят необходимую информацию.

Грунт	Несущая сила σ
	кН/м ²
Отвал	0
Пластичная глина	50
Илистый грунт	75
Песочно-илистый грунт	150
Песок	200
Тощая глина	300
Твердая глина	450

Таблица 10-4 Значения несущей силы

DN	Осевая нагрузка, вызванная только давлением в 1 бар (расчеты приведены на основе тестового давления в 1.5* PN)						
мм	90	60	45	30	22.5	15	Ширина тройника = ND
100	1.67	1.18	0.90	0.61	0.46	0.31	1.18
150	3.75	2.65	2.03	1.37	1.03	0.69	2.65
200	6.66	4.71	3.61	2.44	1.84	1.23	4.71
300	14.99	10.60	8.12	5.49	4.14	2.77	10.60
350	20.41	14.43	11.05	7.47	5.63	3.77	14.43
400	26.66	18.85	14.43	9.76	7.35	4.92	18.85
450	33.74	23.86	18.26	12.35	9.31	6.23	23.86
500	41.65	29.45	22.54	15.24	11.49	7.69	29.45
600	59.98	42.41	32.46	21.95	16.55	11.07	42.41
700	81.64	57.73	44.18	29.88	22.52	15.07	57.73
800	106.63	75.40	57.71	39.03	29.42	19.68	75.40
900	134.95	95.43	73.04	49.40	37.23	24.91	95.43
1000	166.61	117.81	90.17	60.98	45.97	30.75	117.81
1200	239.92	169.65	129.84	87.82	66.19	44.29	169.65
1400	326.55	230.91	176.73	119.53	90.10	60.28	230.91
1600	426.52	301.59	230.83	156.12	117.68	78.73	301.59
1800	539.81	381.70	292.14	197.58	148.93	99.64	381.70
2000	666.43	471.24	360.67	243.93	183.87	123.02	471.24
2200	806.38	570.20	436.41	295.16	222.48	148.85	570.20
2400	959.66	678.58	519.37	351.26	264.77	177.15	678.58
2600	1126.27	796.39	609.53	412.24	310.74	207.90	796.39
2800	1306.21	923.63	706.91	478.11	360.38	241.12	923.63
3000	1499.47	1060.29	811.51	548.85	413.70	276.79	1060.29

Таблица 10-3 Осевая нагрузка под давлением в 1 бар

Пример конструкции:

DN600 PN 10 и изгиб в 30° в тощей глине.

Сила осевой нагрузки составляет:

$$T = 2 \cdot 1.5 \cdot 1 \cdot 280000 \sin(30/2) = 217 \text{ кН}$$

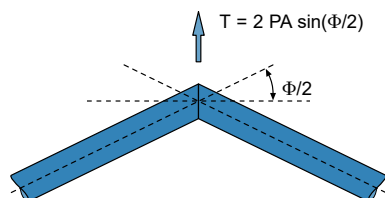


Рисунок 10-9 Сила осевой нагрузки

Несущая сила $\sigma = 300 \text{ кН/м}^2$.

$$A_T = hxb = T FS/\sigma = 217 \cdot 1.5/300 = 1.1 \text{ м}^2.$$

Коэффициент реакции поверхности грунта для тощей глины может быть взят за 70 кН/м².

Движение может быть рассчитано:

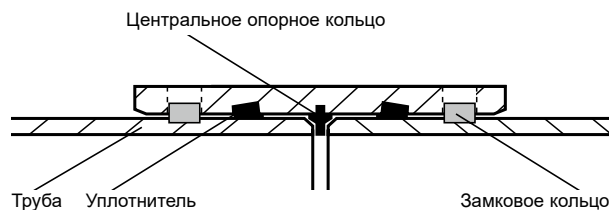
$$D = 217/(1.1 \cdot 70) = 3 \text{ мм}$$

Специальная прокладка и системы**Двухосная трубная система****Соединения двухосной системы**

Если используются двухосные системы с ограничительными соединениями, нет необходимости в применении опорных блоков. Это приводит к большей экономии средств и более простому решению с точки зрения прокладки труб. Система соединяется при помощи хорошо уплотняющего соединения с замковой системой, которое позволяет переносить силу осевой нагрузки на соседние трубы.

Стеклопластиковые трубы, изготовленные согласно "FLOWTITE производственной технологии и спецификации" являются гибкими композитными трубами, изготовленными из армированного стекловолокна, выбранных наполнителей, термореактивной пластмассы и химически устойчивой полиэфирной смолы.

По своей конструкции двухосная система FLOWTITE предназначена для выдержки полной осевой нагрузки в дополнение к кольцевой нагрузке. Требуемая сила осевого напряжения достигается необходимым объемом рубленного стекловолокна. Осевая нагрузка переносится с одного участка трубы на другой при помощи опорных (двухосных) соединений – системы прут-паз или ламинирования обертка встык. Для замкового соединения на стыковочном конце трубы делается утолщение, заполняющее замковую канавку. Вне места стыка труба имеет стандартный внешний диаметр (приемлемый для стандартных муфт), который также используется для соединений типа обертка встык. Дополнительное утолщение создается при помощи ручного ламинирования или прямо на навивочной машине FLOWTITE.



Трубы производятся по технологии FLOWTITE TECHNOLOGY на станке непрерывной намотки CW3000 с контролируемым поступлением материалов, обеспечивающим надежность единообразия свойств труб разных размеров и диаметров.

Применение

Трубы предназначены для транспортировки воды под давлением или самотеком в подземных трубопроводах.

Примеры:

- ливневые воды
- питьевая вода
- сырая вода
- орошение
- транспортировка морской воды
- противопожарные системы
- охлаждающие системы
- напорные системы, т.д.

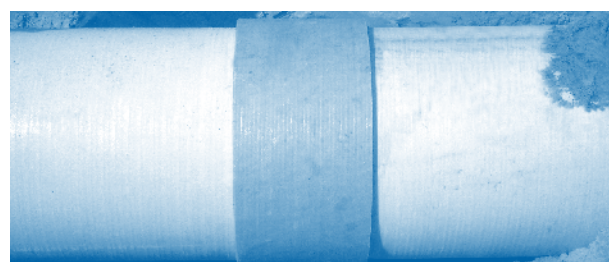
Комбинированные системы

Несбалансированные силы осевой нагрузки на фитинги и изменения направления трубопровода могут быть ограничены при помощи ограничительных соединений, упомянутых выше. Трубы соединяются вместе для увеличения сопротивления трения соединенных труб и для сопротивления соответствующей осевой нагрузке. Эта осевая нагрузка постепенно сокращается до нуля на расстоянии L, которое называется ограничительная длина. Вне этой ограничительной длины L труба не несет осевой нагрузки, и поэтому можно использовать стандартное соединение.

В разделе 7 AWWA M-45 приведены формулы для расчета ограничительной длины.

Для горизонтального изгиба

$$L_{\text{изгиб}} = \frac{PA \sin(\Delta/2)}{f(2W_a + W_p + W_m)}$$



где: f = сопротивление трения Н/м
 W_e = вес земляного покрытия Н/м
 W_p = вес трубы Н/м
 W_w = вес жидкости в трубе Н/м

Для тройника или переборки

$$L_{\text{bulk}} = \frac{PA}{f(2W_e + W_p + W_w)}$$

L ограничительная длина для каждого размера фитинга.

Бестраншейная прокладка

Сегодняшний рост городов делает непрактичным проведение открытых земляных работ и разрушение грунта для прокладки, замены или ремонта подземных трубопроводных систем.

“Бестраншейная технология” включает облицовку существующих труб, так называемый метод “протаскивания”, когда новая труба устанавливается внутри существующей изношенной трубы. Она также может включать микротуннелирование и пропихивания или “прокол” новой трубы в созданную экскавацию. Технология FLOWTITE имеет новую продукцию/технологию, отвечающие этим новым требованиям областей применения.

Возможности метода протаскивания

Производственный процесс FLOWTITE является уникальным в том, что он легко позволяет изготовление продукта на заказ по специфическим требованиям проекта. Обладая способностью производства диаметров на заказ, FLOWTITE может также создать оптимальный размер трубы, который соответствует внутреннему диаметру существующего трубопровода. Это обеспечивает максимальную пропускную способность, а также легкость прокладки.

Стандартная труба FLOWTITE может монтироваться вне изношенной трубы, а затем проталкивается на требуемое место. Данная процедура может проводиться даже при низких потоках (менее 1/3 наполнения).

Для проталкивания длинных участков, на концах труб могут строиться опорные кольца, переносимые до 40 тонн на метр окружности через соединение без влияния на его герметичность. Это особенно важно для ремонта напорных линий. Для очень больших диаметров (больше 1600 мм) трубу можно просто нести, используя легковесную тележку и монтировать ее в месте конечного положения. Способность производить разные длины (стандартные длины 6, 12 и 18 метров) помогает сократить время прокладки. Сокращенное время прокладки означает более низкие затраты на прокладку и меньше простоя для трубопровода, находящегося в ремонте.

Свойства и преимущества

Диаметр, изготовленный на заказ

- уменьшает потери от внутренних размеров существующей трубы и повышает пропускную способность

Длина, изготовленная на заказ

- более легкая и быстрая прокладка, меньше простоя трубопровода

Возможно и осуществление метода протаскивания с равнопроходным соединением, используемым для более точного соответствия внутреннего диаметра существующей трубы и внешнего диаметра концов трубы, используемой для прокладки методом протаскивания. Метод “протаскивания” с равнопроходными соединениями используется для труб с SN5000 и SN10000 диаметрами от 600 до 1900 мм.

Микротуннелирование/метод прокола

Труба FLOWTITE, предназначенная для микротуннелирования и прокладки методом прокола, - это композит из стеклопластика и бетона, который использует преимущества обоих материалов. Стеклопластиковая часть обеспечивает коррозионно-устойчивую трубу, которая классифицируется по давлению, а использование бетонного внешнего слоя композита позволяет выдержать воздействие очень высоких сил напряжения, необходимых для данного вида трубы. Т.к. трубы FLOWTITE этого вида выпускаются и напорные, сегодня возможна прокладка напорных водных и сточных систем с использованием бестраншейной технологии.

Свойства и преимущества

Коррозионно-устойчивые

- Все преимущества стандартного материала трубы FLOWTITE

FLOWTITE муфта

- Классы давления такие же как по стандартной трубной технологии FLOWTITE

Бетонный внешний слой

- Допускает прокладку трубы методом прокола таким же образом как и нестеклопластиковой трубы

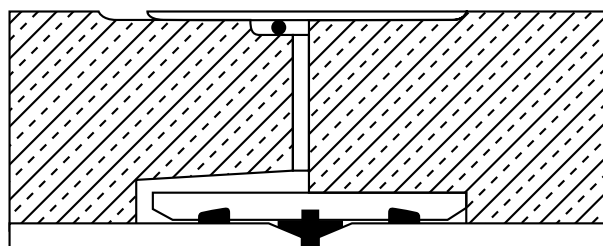


Рисунок 10-10 FLOWTITE система прокола

Врезка в магистральные водопроводы

Врезка – это процесс соединения отвода с существующим трубопроводом. Необходимо позаботиться о том, чтобы трубопровод был герметичен и не было никаких повреждений трубы или водозаборных скоб. Гибкие водозаборные скобы из нержавеющей стали являются наилучшим решением для стеклопластиковых труб FLOWTITE. Врезаемая сборка должна выдерживать давление 2 x PN без повреждения труб или течи. Важно, чтобы вращающий момент затяжки болта был достаточно высоким для предотвращения течи, но не слишком высоким, иначе это приведет к повреждению трубы. Важно отметить что, значения вращательного момента затяжки болта водозаборной скобы, рекомендованные производителем, могут быть слишком высокими для стеклопластиковой трубы. Высокая степень жесткости водозаборных скоб из ковкого чугуна вызывает слишком высокое напряжение в стеклопластиковой трубе, и поэтому следует избегать их применения. Врезные механизмы могут быть ручными или машинными и должны выдерживать внутреннее давление в трубе, если делается “горячая” врезка. Передняя подача не должна превышать 0.5 мм на оборот, чтобы избежать повреждения трубы. Резак может быть стальным или в алмазном покрытии и должен иметь мелкие, близко расположенные зубья. Для дополнительной информации следует обращаться к поставщикам труб FLOWTITE и рекомендованным филиалам по поставкам водозаборных скоб. Для дальнейшей информации следует также запросить наше руководство FLOWTITE по техническому обслуживанию.

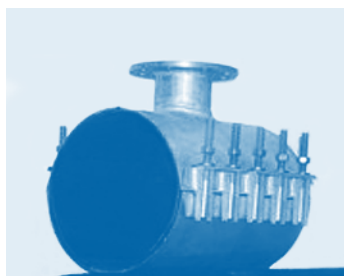


Рисунок 10-11 Рекомендуемые водозаборные скобы для стеклопластиковых труб

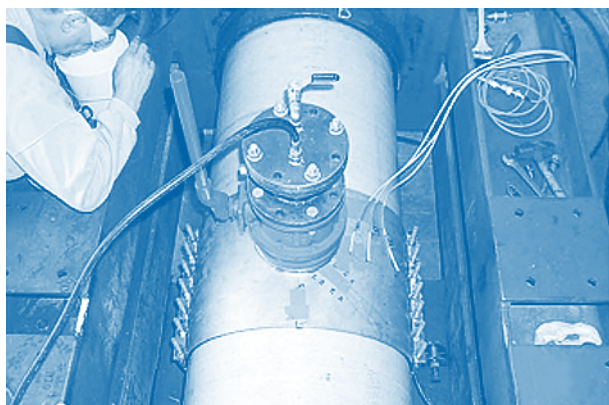


Рисунок 10-12 Испытание давлением скобы и клапанного устройства

Подводная прокладка

Стеклопластиковые трубы часто прокладываются под водой, особенно для водозаборных и выводных коллекторных линий. Очень удобно, когда трубы соединены вместе и в форме башни протягиваются к месту прокладки. Процедуры прокладки могут быть разными. FLOWTITE предоставляет инструкции по специфическим прокладкам для любого проекта. Нижеприведенные фотографии показывают некоторые из текущих прокладок труб. Для дополнительной информации следует обращаться к нашей брошюре FLOWTITE о продукте и подводной прокладке.



Надземная прокладка трубопроводов

Стандартные трубы FLOWTITE могут прокладываться и над землей. Трубы могут подвешиваться или лежать на опорах. FLOWTITE предоставляет полное руководство по правильной прокладке надземных трубопроводов. Для труб, используемых при надземной установке, необходимо обеспечить средства для ограничения несбалансированных сил на фитингах. Благодаря низкому коэффициенту линейного расширения, температурная разница, хотя она намного выше, чем в подземных трубопроводах, не вызовет проблем. Система соединений и вид опор аккумулируют данный эффект. Для дополнительной информации следует обращаться к нашему FLOWTITE руководству по надземной прокладке трубопроводов.

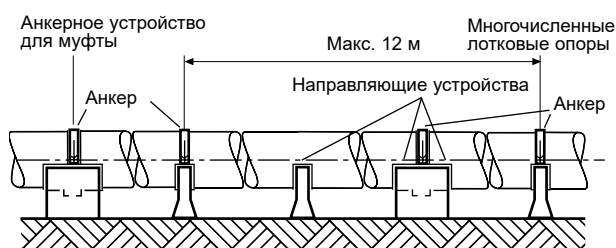
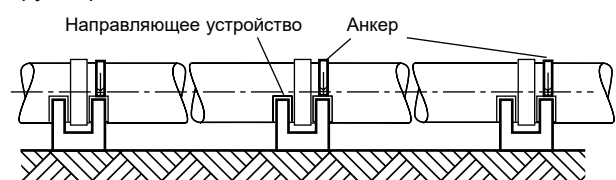


Рисунок 10-13 Типичный порядок создания анкерной опоры

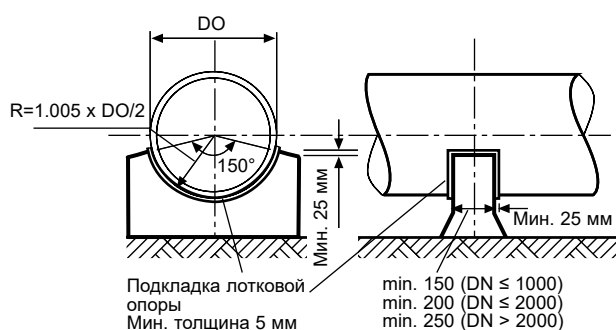


Рисунок 10-14 Конструкция лотковой опоры

AMISTAT – это инструмент компании Amiantit для расчета статистического дизайна стеклопластиковых труб.

Компьютерная программа, эксклюзивно созданная для стеклопластиковых труб Amiantit, предлагает следующие характеристики:

- она является бесплатной.
- не требуется установки программы по прокладке на вашем компьютере.
- программа существует на 11 различных языках.
- используются метрическая или имперская системы измерения.
- расчет трубопроводных систем с диаметрами от DN 100 мм до DN 3000 мм.
- расчеты согласно немецким (ATV) или американским (AWWA) стандартам.
- условия прокладки могут предоставляться в виде схематичных чертежей в масштабе.
- результаты предоставляются в виде полного отчета или сокращенной версии.
- с целью получения расценок можно предоставить расчеты онлайн в отделы по продажам компании Amiantit.

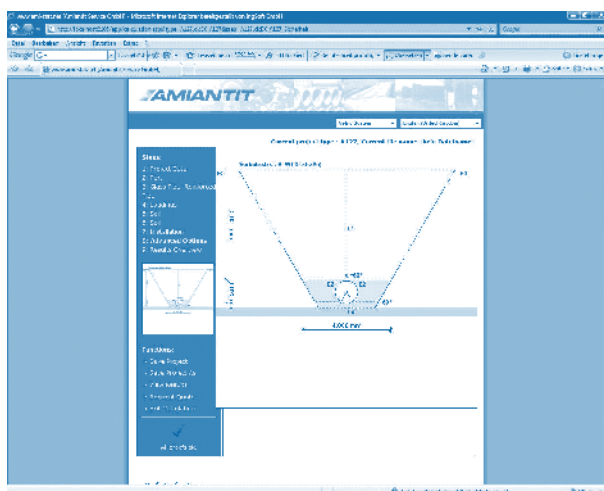


Рисунок 11-1 Программа AMISTAT

Немедленно зарегистрируйтесь!
Получите вашу личную лицензию на сайте
www.ami-stat.net!

12 ПРИЛОЖЕНИЕ А / ТРУБЫ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Следующее руководство было составлено на основе информации о коррозионной устойчивости, полученной от производителей смолы. Спецификации и требования индивидуальных проектов должны рассматриваться при выборе продукта. Макс. температура составляет 50 град., если не указано другое. Для получения информации о химических веществах, не указанных в нижеприведенном списке, следует обращаться к специалистам FLOWTITE.

	Стандартная смола или сложный виниловый эфир	Только сложный виниловый эфир	Не рекомендуется
Уксусная кислота <20%		•	
Адипиновая кислота		•	
Квасцы (алюминиево-калийный сульфат)	•		
Хлорид алюминия, водный раствор	•		
Аммиак, водный < 20%		•	
Хлорид аммония, водный раствор (40°C)	•		
Флюорид аммония			•
Нитрат аммония, водный раствор (40°C)	•		
Фосфат моноаммония, водный раствор	•		
Сульфат аммония, водный раствор	•		
Гидрохлорид анилина		•	
Трихлорид сурьмы			•
Карбонат бария		•	
Хлорид бария		•	
Сульфат бария		•	
Свекловичный сахар		•	
Бензолсульфоно-вая кислота (10%)*		•	
Бензойная кислота*		•	
Щелок натронной варки (целлюлоза)		•	
Отбеливатель			•
Бура		•	
Бром, водный		•	
Бром, водный 5%*		•	
Масляная кислота, < 25% (40°C)**		•	
Гидросульфит кальция**	•		
Карбонат кальция	•		
Хлорит кальция, водный раствор (40°C)	•		
Хлорид кальция (насыщенный)	•		
Гидроксид кальция, 100%		•	
Гипохлорит кальция*		•	
Нитрат кальция (40°C)	•		
Сульфат кальция NL AOC	•		
Раствор тростникового сахара		•	
Диоксид углерода, водный	•		
Тетрахлорид углерода			•
Казеин	•		
Едкий поташ (KOH)			•
Хлорин, сухой газ*		•	
Хлорин, вода*		•	
Хлорин, влажный газ**		•	
Хлороуксусная кислота			•

! Примечание: Данное руководство служит основой для рассмотрения трубы FLOWTITE. Конечное решение о том, подходит ли данная система смол для применения в данной окружающей среде, является ответственностью клиента. Данный список основан на информации, полученной от производителей смол, которые обеспечивают производителей FLOWTITE необходимым материалом.

	Стандартная смола или сложный виниловый эфир	Только сложный виниловый эфир	Не рекомендуется
Лимонная кислота, водный раствор (40°C)			•
Уксуснокислая медь, водный раствор (40°C)	•		
Хлорид меди, водный раствор	•		
Цианид меди (30°C)	•		
Нитрат меди, водный раствор (40°C)	•		
Сульфат меди, водный раствор (40°C)	•		
Сырая нефть (сернистая)*		•	
Сырая нефть (обессеренная)*		•	
Сырая нефть, соленая вода (25°C)*		•	
Циклогексан			•
Циклогексанол			•
Дибутилсебацинат**	•		
Дибутилфталат**	•		
Дизельное топливо*	•		
Диоктилфталат**	•		
Этилен-гликоль	•		
Феррихлорид, водный раствор	•		
Ферринитрат, водный раствор	•		
Феррисульфат, водный раствор	•		
Дихлорид железа	•		
Нитрат железа, водный раствор**	•		
Сульфат железа, водный раствор	•		
Формальдегид			•
Нефтяное топливо*	•		
Природный газ метан			•
Газолин, этил*		•	
Глицерин		•	
Зеленый раствор, бумага			•
Гексан*		•	
Бромноватоводородная кислота			•
Соляная кислота, до 15%	•		
Фтористоводородная кислота			•
Сероводород, сухой		•	
Керосин*		•	
Молочная кислота, 10%	•		
Молочная кислота, 80% (25°C)	•		
Лауриновая кислота	•		
Лаурилхлорид		•	
Лаурилсульфат**	•		
Ацетат свинца, водный раствор	•		
Нитрат свинца, водный раствор (30°C)	•		
Сульфат свинца	•		

Таким образом, данное руководство предоставляет только общую информацию и не дает никакого одобрения какой-либо из сфер применения, т.к. технология FLOWTITE не в состоянии контролировать условия использования или иметь средства для определения окружающих сред, в которых могут быть проложены трубы.

	Стандартная смола или сложный виниловый эфир	Только сложный виниловый эфир	Не рекомендуется
Льняное масло*	•		
Бромид лития, водный (40°C)**	•		
Хлорид лития, водный (40°C)**	•		
Гидрокарбонат магнезиума, водный (40°C)**	•		
Карбонат магнезиума (40°C)*	•		
Хлорид магнезиума, водный раствор (25°C)	•		
Нитрат магнезиума, водный раствор (40°C)	•		
Сульфат магнезиума	•		
Хлорид марганца, водный раствор (40°C)**	•		
Сульфат марганца, водный раствор (40°C)**	•		
Дихлорид ртути, водный раствор**	•		
Хлорид ртути, водный раствор	•		
Минеральные масла*	•		
Н-гептан*		•	
Нафталин*		•	
Нафта*		•	
Хлорид никеля, водный раствор (25°C)	•		
Нитрат никеля, водный раствор (40°C)	•		
Сульфат никеля, водный раствор (40°C)	•		
Азотная кислота			•
Олеиновая кислота	•		
Щавелевая кислота, водный раствор	•		
Озон, газ			•
Парафин*	•		
Пентан			•
Перхлорная кислота		•	
Нефть, очищенная и кислая*		•	
Фосфорная кислота		•	
Фосфорная кислота (40°C)	•		
Фталевая кислота (25°C)**		•	
Перманганат калия, 25%		•	
Гидрокарбонат калия**	•		
Бромид калия, водный раствор (40°C)	•		
Хлорид калия, водный раствор	•		
Бихромат калия, водный раствор	•		
Ферроцианид калия (30°C)**	•		
Ферроцианид калия, водный раствор (30°C)**	•		
Нитрат калия, водный раствор	•		
Сульфат калия (40°C)	•		

	Стандартная смола или сложный виниловый эфир	Только сложный виниловый эфир	Не рекомендуется
Пропеленовый гликоль (25°C)	•		
Морская вода	•		
Сточная вода (50°C)	•		
Силиконное масло	•		
Нитрат серебра, водный раствор	•		
Бромид натрия, водный раствор	•		
Хлорид натрия, водный раствор	•		
Дихромат натрия		•	
Фосфат натрия диводородный**	•		
Ферроцианид натрия	•		
Гидроксид натрия 10%		•	
Монофосфат натрия**	•		
Нитрат натрия, водный раствор	•		
Нитрит натрия, водный раствор**	•		
Силикат натрия		•	
Сульфат натрия, водный	•		
Сульфид натрия		•	
Декагидрат тетрабората натрия		•	
Тетрахлорид олова, водный раствор*	•		
Дихлорид олова, водный раствор	•		
Стеариновая кислота*	•		
Сера			•
Серная кислота, <25%(40°C)*		•	
Дубильная кислота, водный раствор	•		
Винная кислота		•	
Толуолсульфокислота**		•	
Фосфат трибутила			•
Триэтанолламин			•
Триэтиламин			•
Терпентин			•
Мочевина**		•	
Уксус		•	
Дистиллированная вода		•	
Морская вода	•		
Водопроводная вода	•		
Хлорид цинка, водный	•		
Нитрат цинка, водный раствор**	•		
Сульфат цинка, водный раствор	•		
Сульфит цинка, водный раствор (40°C)**	•		

* Текущий тип уплотнителя EPDM не может быть использован. Рекомендуется применение уплотнителя типа FPM, или следует обратиться к вашему поставщику уплотнителей.

** Технология FLOWTITE не дает каких-либо рекомендаций. Следует обратиться к вашему поставщику уплотнителей для подбора подходящих прокладок.

01
02
03
04
05
06
07
08
09
10
11
12

01

02

03

04

05

06

07

08

09

10

11

12

Данная брошюра предназначена для использования только в качестве справочного материала. Все значения, приведенный в спецификациях продукции, являются номинальными. Производство продукции, не отвечающей требованиям, может быть результатом экологической нестабильности, несоблюдения операционных процедур или интерполяции данных. Мы настоятельно рекомендуем, чтобы персонал, использующий эти данные, проходил специализированное обучение и имел опыт в применении данной продукции и стандартных условий ее установки и эксплуатации. Инженерный состав должен быть всегда проконсультирован перед установкой данной продукции для обеспечения применимости продукции к целям проекта. Настоящим заявляем, что мы не принимаем на себя никаких обязательств и не несем ответственность за убытки или вред, нанесенные в результате установки или использования продукции, приведенной в настоящем руководстве, поскольку мы не определяем степень осторожности, требуемой для установки или обслуживания данной продукции. Мы сохраняем за собой право обновления этих данных по мере необходимости без уведомления. Комментарии в отношении данной брошюры принимаются.

Технология Flowtite принадлежит и лицензируется Amiblu по всему миру. Найти более подробную информацию и контактные данные можно на сайте www.amiblu.com.

Amiblu®

Amiblu Technology AS
Østre Kullerød 3
3241 Sandefjord
Norway
T: + 47 971 00 300
info.technology@amiblu.com
www.amiblu.com

Распространитель: