



НОВЫЕ ТРУБНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«НОВЫЕ ТРУБНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

Адрес: Россия, 141320, Московская область, г. Сергиев Посад, г. Пересвет,
ш. Москва-Архангельск промзона, д. Завод Композитных Материалов 1
ИНН 7707622256 ОГРН 5077746425257 E-mail: info@ntt.su, тел/факс: +7(499)940-14-04

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «Новые Трубные Технологии»



А.Д. Маслов

РУКОВОДСТВО ПО НАДЗЕМНОЙ ПРОКЛАДКЕ


СТЕКЛОКОМПОЗИТНЫХ ТРУБ ООО «НТТ»

№ РК-017

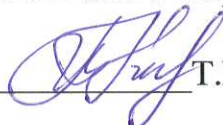
СОГЛАСОВАНО
Генеральный директор
ООО «НТТ-Пересвет»


С. А. Покусаев

РАЗРАБОТАНО
Директор Дирекции
инжиниринга и проектных
работ ООО «НТТ»


Ю.В. Буханцов

СОГЛАСОВАНО
Директор по качеству
ООО «НТТ-Пересвет»


Т.Н. Кувшинова

Дата введения в действие: "07" февраля 2022г.

Москва

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ разработан исключительно для стеклокомпозитных труб, выпускаемых Обществом с ограниченной ответственностью «Новые Трубные Технологии» (далее – ООО «НТТ») по ГОСТ Р ИСО 10467, ГОСТ Р 54560, ГОСТ 32661, ТУ 22.21.21-003-99675234-2019, ТУ 22.21.21-004-99675234-2019, ТУ 22.21.21-008-99675234-2021, ТУ 22.21.21-009-99675234-2022, СТО 99675234.001-2020 и иным нормативным документам. Точные процедуры транспортировки, выбора опор и креплений, способа монтажа и испытаний стеклокомпозитных трубопроводов производства ООО «НТТ» зависят от многих факторов, включая характеристики и назначение трубопровода; диаметр, рабочее давление, кольцевую жесткость; рабочие условия и иные условия. На процедуры монтажа так же влияют вид и количество опор, характер природного грунта и конструктив крепления к опорам.

Данное руководство содержит краткое описание наиболее общих требований, не включая подробности, которые различаются для конкретных проектов и является полезным источником данных для монтажников и инженеров-проектировщиков. Руководство применимо для труб, соединяемых стеклокомпозитными или стальными муфтами, а также фланцевыми и другими видами соединений. Для наземной прокладки трубопроводных систем рекомендуется использовать стандартные трубы SN5000. Рекомендуемые процедуры прокладки, следовательно, основаны на применении стандартных труб SN5000. Процедуры также применимы для труб с большей жесткостью, т.е. SN10000 и более. Наземная прокладка труб с жесткостью менее SN5000 требует особого рассмотрения.

Процедуры прокладки, указанные в данном руководстве и предложения представителей при шеф-монтажных работах на местах при их четком соблюдении обеспечивают правильную, долговременную прокладку труб. В случае возникновения вопросов или противоречий в данных инструкциях консультируйтесь с ООО «НТТ».

В данном руководстве будет рассмотрена только наземная прокладка напорных и безнапорных трубопроводов. В случае возникновения каких-либо сомнений в представленной ниже информации, необходимо проконсультироваться с производителем. Следуя настоящему руководству, а также указаниям технических специалистов ООО «НТТ», можно выполнить монтаж и надёжно проложить трубопровод.

Настоящее руководство подготовлено специалистами ООО «НТТ» и предоставляется в качестве вспомогательного материала. В любом случае при проведении комплекса строительно-монтажных работ использование данного руководства не должно исключать проведение работ в соответствии с действующими нормативными документами в Российской Федерации: СП 31.13330, СП 32.13330, СП 35.13330, СП 45.13330, СП 47.13330, СП 48.13330, СП 61.13330, СП 68.13330, СП 73.13330, СП 126.13330, СП 129.13330, СП 131.13330 и др.

При производстве работ по монтажу стеклокомпозитных трубопроводов необходимо соблюдать правила техники безопасности и охраны труда, установленные СП 49.13330, РД 102-011, ГОСТ 12.1.004, ГОСТ Р 50779.21, ГОСТ 23784 для трубопроводов соответствующего назначения.

Данный документ разработан с учётом требований, изложенных в российских нормативных документах. При его разработке были также использованы материалы, предоставленные поставщиком оборудования для изготовления стеклокомпозитных труб методом непрерывной намотки.

Перед началом монтажных работ следует внимательно ознакомиться с содержанием настоящего руководства. Если покупатель не получил особых предписаний для процедуры монтажа, необходимо соблюдать приведённые здесь процедуры, характерные для стеклокомпозитных труб, изготовленных по технологии непрерывной намотки, что обеспечит нормальную эксплуатацию продукции ООО «НТТ».

ООО «НТТ» не несёт ответственности за монтаж, если иные процедуры не согласованы. Владелец, проектировщик и подрядчик несут ответственность за проектирование системы и все процедуры по монтажу, проверке, а также за эксплуатацию трубопровода.

По запросу подрядчика ООО «НТТ» предоставляет услуги квалифицированного специалиста, инженера строительного контроля на объектах заказчика.

Стандартные действия специалиста включают в себя:

Качество выполненного соединения имеет крайне важное значение для эксплуатации трубопровода, поэтому настоятельно рекомендуем проводить тщательную проверку готового соединения.

Необходимо проверить угловое смещение, положение муфты, не соосность стыков и интервал между концами трубы. Качество стыков должно проверяться немедленно после соединения. Качество соединения также необходимо проверять после заполнения трубы и подачи давления (см. Раздел 5).

Примечание - Выполненное соединение также должно проверяться при нормальных температурах. Высокие и/или неустойчивые температуры трубы, вызванные, к примеру, прямыми солнечными лучами, могут повлиять на результаты проверки.

3.1.2. Расстояние (зазор) между стыковочными концами трубы

Надземные трубопроводы под воздействием прямых солнечных лучей нагреваются и расширяются. Это особенно касается незаполненных (на стадии установки или по иным причинам) трубопроводов.

Чтобы не допустить чрезмерных нагрузок на трубы и опоры, трубы должны соединяться с надлежащим зазором между стыковочными концами во избежание контакта между стыковочными концами даже при самых высоких возможных температурах. Величина зазора зависит от самой высокой предполагаемой температуры трубы и длины трубы между анкерами, которая может расширяться в соединении. Для оценки минимального расстояния между стыковочными концами для труб ООО «НТТ» может быть принят линейный коэффициент термического расширения $\text{max. } 28 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ в продольном направлении. Минимальный зазор между стыковочными концами определяется по формуле [1]:

$$g_{\min} = (T_{\max} - T_{\min})L \times 28 \times 10^{-6} \quad [1]$$

где, T_{\max} - максимальная предполагаемая температура трубы при эксплуатации $^{\circ}\text{C}$;

T_{\min} - минимальная предполагаемая температура трубы при эксплуатации $^{\circ}\text{C}$;

L - длина трубы (от анкера до анкера), расширяющейся в соединении мм.

При монтаже безнапорных труб зазор 25 мм между концами трубы подходит для большинства случаев при длине трубы 12 метров и более. При этом зазор между концами трубы без углового смещения не должен превышать 30 мм.

Для соединений с угловым смещением зазоры могут быть различными по окружности трубы. В таких случаях минимальный зазор не должен выходить за рамки установленных выше ограничений, а максимальное расстояние не должно превышать 60 мм ни при каких условиях. Вышеуказанные требования к расстоянию применимы для труб, не находящихся под давлением.

3.1.3. Угловое отклонение в муфтовом соединении

Напорные надземные стеклокомпозитные трубы устанавливаются по прямой линии, при этом изменение направления линии достигается с помощью поворотов и опорных блоков. Если по каким-либо причинам (например, для получения участка трассы с радиусом поворота трубопровода) муфтовое соединение имеет отклонение от оси соединяемых труб необходимо руководствоваться требованиями по угловым отклонениям на муфтовых соединениях для стеклокомпозитных труб. Ненамеренное угловое отклонение на прямой линии не должно превышать 20% от величин, указанных в Таблице 3.4.

Примечание - В особых случаях допускаются незначительные изменения в направлении низконапорных трубопроводов не более PN6 посредством углового отклонения на муфтовых соединениях. Такие установки требуют особого внимания, необходимо убедиться в том, что опоры на соединениях с угловым отклонением способны выдержать такую нагрузку.

Таблица 3.4 – Двусторонние угловые отклонения и смещения в муфтовом соединении из стеклокомпозита

Номинальный диаметр трубы DN, мм	Номинальный угол отклонения не более, °	Номинальный изгиб (смещение) соединения не более, мм
300	3	17
350	3	20
400	3	22
450	3	25
500	3	28

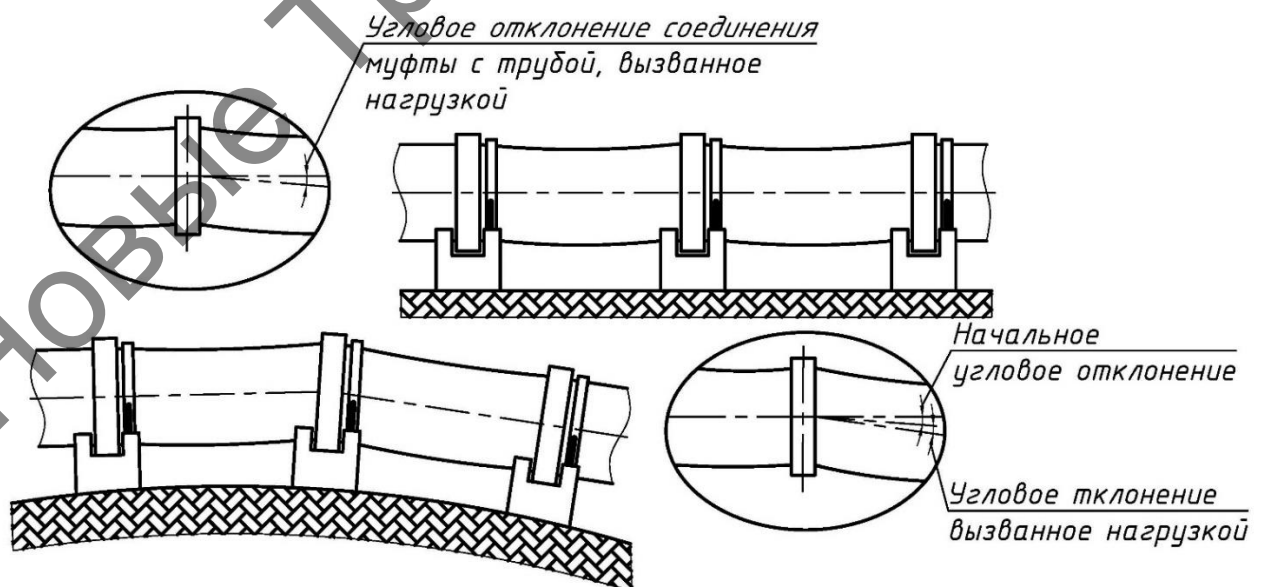
Номинальный диаметр трубы DN, мм	Номинальный угол отклонения не более, °	Номинальный изгиб (смещение) соединения не более, мм
600	2	21
700	2	25
800	2	29
900	2	32
1000	1	18
1100	1	20
1200	1	21
1400	1	25
1600	1	29
1800	1	32
2000	0.5	18
2200	0.5	20
2400	0.5	21
2600	0.5	23
2800	0.5	25
3000	0.5	27

Незначительные изменения в направлении линии низконапорных трубопроводов РN6 или ниже могут, однако, в особых случаях, быть достигнуты посредством углового отклонения на соединениях. Такие установки требуют особого внимания, необходимо убедиться в том, что опоры на соединениях с угловым отклонением способны выдержать такую нагрузку.

Значение углового отклонения при двустороннем соединении - это максимально допустимый угол образованный между равноудаленными в обе стороны от центрального ограничителя трубами. Недопустимо применять максимально допустимый угол отклонения, если он образован только одной трубой (между центральным ограничителем и трубой) из двух стыкуемых.

Примечание - Перед прокладкой труб с угловым отклонением необходимо проконсультироваться с поставщиком труб.

При надземной прокладке, действующие на трубопровод нагрузки вызывают угловое отклонение соединений несмотря на то, что трубы уложены по прямой линии. Как правило, большую часть нагрузок представляют силы тяжести, вызывающие угловое смещение в вертикальном выпуклом направлении (см. Рис. 3.7). Степень углового отклонения от действующих в процессе эксплуатации нагрузок зависят от диаметра и жесткости трубы, а также от опорных условий и нагрузки.



Примечание: углы увеличены для наглядности

Рис. 3.7 – Угловое отклонение, вызванное нагрузкой

При монтаже необходимо убедиться, что труба правильно проходит через уплотнитель по всей окружности, а именно: внешний диаметр трубы равноудален от внутреннего диаметра муфты, и если трубы устанавливаются с угловым отклонением на соединениях, общее угловое отклонение ни при каких условиях не должно превышать номинальных значений, указанных в Таблице 3.4.

Угловое отклонение оси трубы на определенный угол должно приводиться только после вставки трубы и проверки соединения, поворот труб должен осуществляться равномерно с двух сторон муфты. Для уменьшения угла поворота в муфтовом соединении при радиусе поворота трубопровода можно использовать короткие сегменты труб.

Угловое отклонение на муфтовых соединениях (см. Рис. 3.7) должно быть ограничено во избежание избыточных нагрузок на трубопровод и опоры.

Для труб, установленных на двух опорах, с максимальным расстоянием между опорами и нагрузкой согласно Таблице 4.9, такое угловое отклонение, вызванное нагрузкой, может в отдельных случаях достигать 70% от номинальных значений, указанных в Таблице 3.4. Для труб, установленных на нескольких опорах, согласно Таблице 4.10, такой эффект ограничен до 30% от значений в Таблице 3.4.

Проверка углового отклонения

Необходимо проверять угловое отклонение соединений трубы с трубой и муфты с трубой (см. Рис. 3.8). Угловое отклонение легче всего проверять относительно выравнивающих полос (см. Рисунок 3.9 и 3.11). Угловое отклонение соединения трубы с трубой, представленное для данных размеров трубы, приблизительно пропорционально смещению соединения, равного разности максимального и минимального расстояний между ориентировочными линиями, $d_{\max} - d_{\min}$ (см. Рис. 3.11).

Примечание: углы увеличены для наглядности

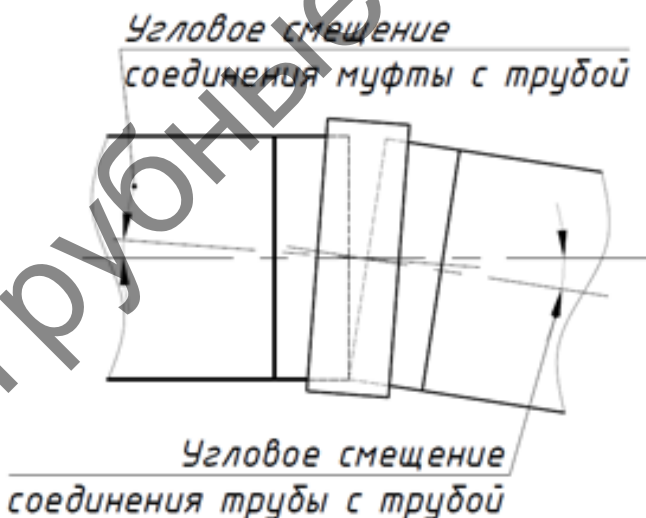


Рис. 3.8 – Угловое отклонение трубы

Угловое отклонение соединения муфты с трубой аналогично приблизительно пропорциональному смещению муфты, $a_{\max} - a_{\min}$ для левой стороны и $b_{\max} - b_{\min}$ для правой стороны (см. Рис. 3.9). Угловое отклонение соединений трубы с трубой и муфты с трубой затем рассчитывается на основе размера сдвига и внешнего диаметра трубы. В других случаях угловое отклонение может рассчитываться пропорционально номинального сдвига (смещения) соединения/муфты, данного в Таблице 3.4.

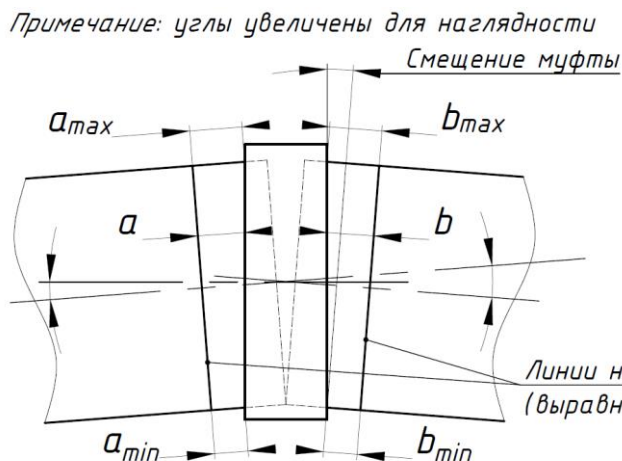


Рис. 3.9 – Смещения в муфтовом соединении при угловом отклонении

Угловое смещение = Номинальное угловое смещение X (измеренный сдвиг/номинальный сдвиг).

Положение муфты

Муфта устанавливается по центру относительно соединения с допустимым отклонением +/- 10 мм. Положение муфты легче всего проверить относительно линии насадки (при налмчии) или выравнивающей полосы (см. Рис. 3.9). Среднее расстояние между ориентировочной линией насадки и краем муфты рассчитывается для обеих сторон муфты:

$$a_{ave} = (a_{max} - a_{min})/2;$$

$$b_{ave} = (b_{max} - b_{min})/2.$$

Таким образом, положение муфты относительно центра соединения вычисляется как: $-10 \text{ мм} \leq (a_{ave} - b_{ave})/2 \leq 10 \text{ мм}$

Отклонение осей соединения

Максимальное отклонение осей стыковочных концов трубы не должно превышать 0,5% диаметра трубы или 3 мм. Отклонение можно измерить при помощи одинаковых скрепленных линеек, прижатых к трубе с обеих сторон муфты (см. Рис. 3.10). Если глубина машинной обработки поверхности стыковочных концов двух труб разная, отклонение исправляется соответственно. Для труб диаметром 700 мм и более отклонение можно измерить линейкой изнутри трубы (см. Рис. 3.10).

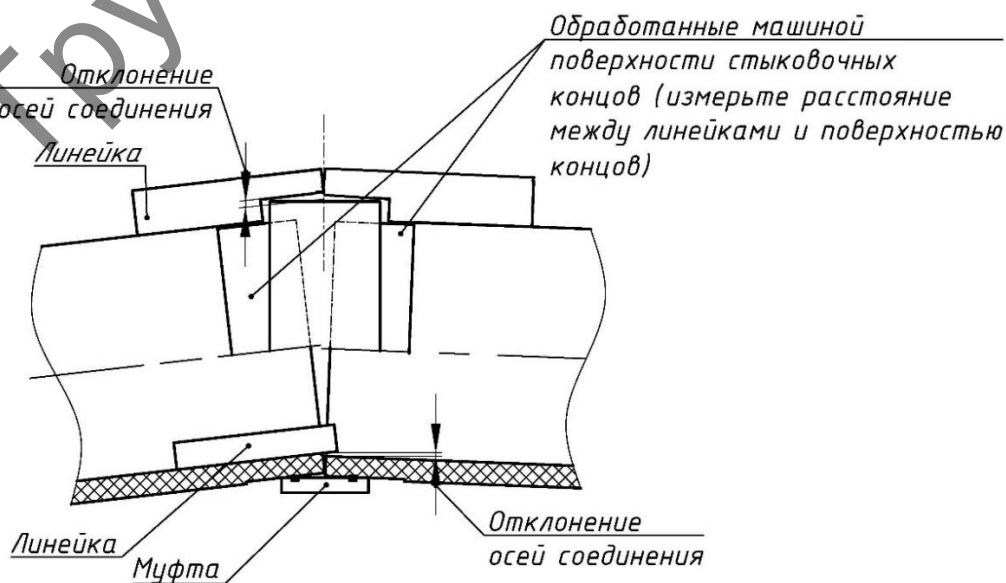


Рис. 3.10 – Отклонение осей соединения

Расстояние между концами трубы проще всего проверить, измерив расстояние между линиями насадки или выравнивающими полосами (см. Рис. 3.11). Расстояние, g, подсчитывается так:

$$g = d - 2s$$

где, s - расстояние от конца трубы до выравнивающих полос, указано в спецификации трубы или измеряется перед монтажом. Для труб диаметром 700 мм и более зазор может быть измерен напрямую изнутри трубы. Для соединений с угловым смещением необходимо измерять как максимальный, так и минимальный зазор.

Регулировка соединений

Соединение должно быть отрегулировано, если параметры при проверке выходят за рамки установленных ограничений. Необходимая регулировка положения муфты или трубы производится осторожно во избежание сосредоточенных или ударных нагрузок, которые могут привести к повреждению трубы или муфты.

Примечание: углы увеличены для наглядности

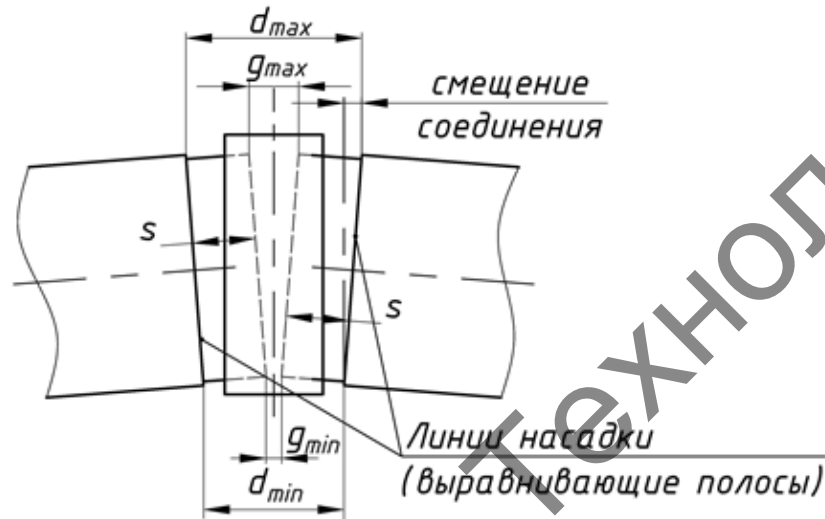


Рис. 3.11 – Расстояния между торцами труб

3.2. Механическое соединение стяжной муфтой

Механическое соединение выполняется с использованием стальных стяжных муфт (см. Рис. 3.12) при помощи стяжного механизма. Обычно, такие муфты изготавливаются из нержавеющей стали или имеют специальное антикоррозийное покрытие. Материал внутренних уплотнителя EPDM, NBR или аналоги.

Соединение стяжной стальной муфтой осуществляется для:

- соединения труб из различных материалов,
- соединения коротких отрезков труб,
- проведения ремонтных работ,
- осуществления врезки в основной трубопровод,
- монтажа или ремонта в стесненных условиях,
- возможности демонтажа трубопровода или его фрагментов.

При затягивании болтов механического соединения необходимо использовать усилие, рекомендованное производителем или поставщиком муфт.

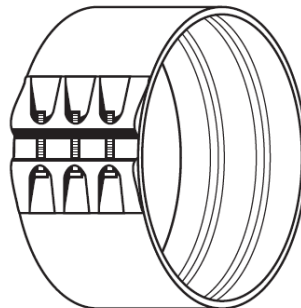


Рис. 3.12 - Стяжная стальная муфта

При монтаже, соблюдая требования по чистоте уплотнений муфты и по недопущению попадания посторонних предметов на соединяемые поверхности труб, надвиньте муфту на неподвижную трубу с зазором, обеспечивающим свободное перемещение муфты по трубе. Затем

пристыкуйте соединяемую трубу, применяя для ее перемещения такие же приемы, как при монтаже муфтового соединения. Надвиньте стяжную муфту до границ отметок на стыкуемых трубах и приступайте к затяжке болтов на стяжной муфте.

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

3.3. Фланцевые соединения

Фланцевые соединения рекомендуется использовать для соединения стеклокомпозитных труб и фитингов с арматурой и для перехода на трубы, изготовленные из других материалов, и также в качестве заглушек. Фланцы двух типов (см. Рис. 3.13):

- фиксированные фланцы в виде патрубка со стеклокомпозитным буртом и отверстиями в бурте под болтовое соединение, изготавливаются вручную на участке изготовления фитингов;
- свободные фланцы с накидным кольцом в виде патрубка со стеклокомпозитным буртом без отверстий и накидным стальным плоским приварным фланцем по ГОСТ 33259. Позволяет ускорить процесс монтажа за счет вращения стального фланца.

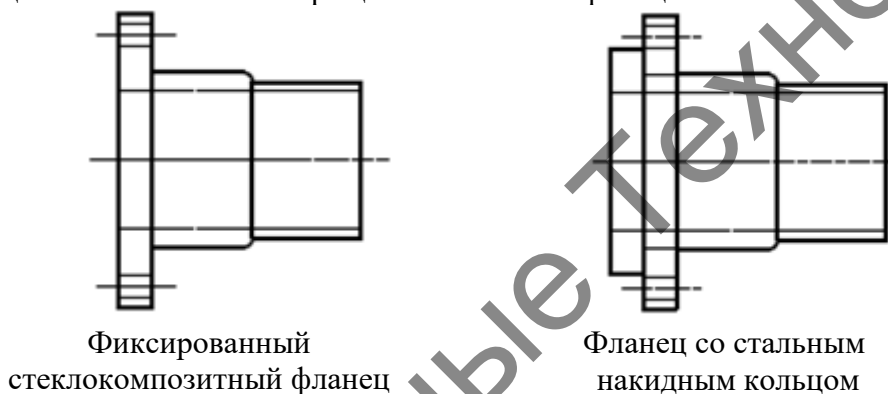


Рис. 3.13 – Фланцевые соединения

Фланцы имеют плоскую контактную поверхность, на которую при монтаже накладывается плоский уплотнитель. Материал уплотнителя такой же, как и для муфтовых соединений.

Монтаж фланцевых соединений

Данный вид соединения применяется для соединения стеклокомпозитных труб между собой, с трубами и фитингами из других материалов (сталь, чугун, полиэтилен) или с запорно-регулирующей арматурой.

Различают следующие виды фланцевых соединений:

- фиксированный стеклокомпозитный фланец;
- фланец со стальным накидным кольцом;
- стяжной стальной или чугунный фланец в любой комбинации.

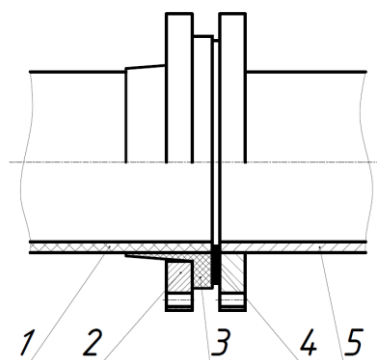
Примеры фланцевых соединений приведены на рисунках Рис. 3.14 -3.16.

Фланцы должны быть выровнены и не должны подвергаться любой перегрузке или перекосам, чтобы совпадать друг с другом. При использовании разного типа прокладок небольшие смещения могут поглощаться эластичностью прокладок.

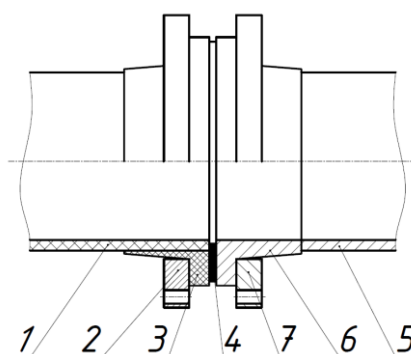
Для стеклокомпозитных фланцев на всех болтах и гайках должны применяться шайбы.

Для монтажа свободных фланцев свободное кольцо фланца должно быть расположено по центру конца трубы, так чтобы оставался равный зазор между наружным диаметром конца трубы и внутренним диаметром свободного кольца.

Отверстия для болтов должны быть ориентированы так, чтобы располагаться по обе стороны от средних линий.



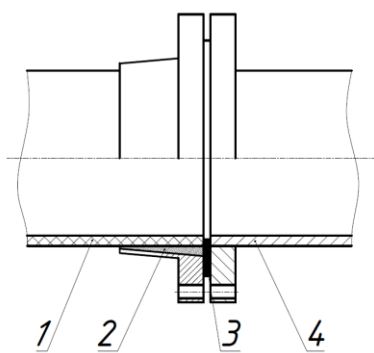
Соединение стеклопластик со свободным фланцем /сталь с фиксированным фланцем



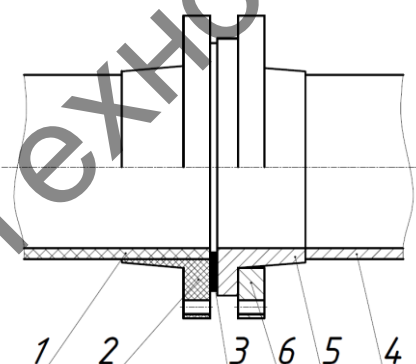
Соединение стеклопластик /полиэтилен со свободными фланцами

1 - труба стеклокомпозитная; 2 – свободный стеклокомпозитный или стальной фланец; 3 - стеклокомпозитный бурт; 4 – прокладка; 5 – труба сталь, чугун или полиэтилен; 6 - бурт полиэтиленовый; 7 – свободный фланец.

Рис. 3.14 – Схемы фланцевых соединений со свободным стеклокомпозитным или стальным фланцем



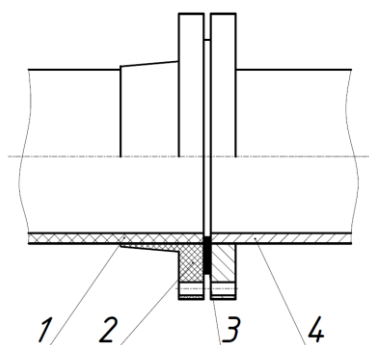
Соединение стеклопластик /полиэтилен с фиксированными фланцами



Соединение стеклопластик с фиксированным фланцем /полиэтилен со свободным фланцем

1 – труба стеклокомпозитная; 2 – фиксированный стеклокомпозитный фланец; 3 – прокладка; 4 – труба из полиэтилена; 5 - бурт полиэтиленовый; 6 – свободный фланец.

Рис. 3.15 – Схемы фланцевых соединений с фиксированным стеклокомпозитным фланцем



1 – труба стеклокомпозитная; 2 – обжимной стальной или чугунный фланец; 3 – прокладка; 4 – труба сталь или чугун.

Рис. 3.16 – Схема фланцевого соединения с обжимным стальным или чугунным фланцем

Последовательность соединений труб с помощью фланцев:

- очищают поверхность фланца и прокладки;
- помещают прокладку на поверхность фланца, центрируют по отношению к внутреннему диаметру фланца и фиксируют липкой лентой или прокладка может быть центрирована с помощью нескольких болтов, которые поддерживали бы её;

- выравнивают соединяемые фланцы;
- вставляют болты, шайбы, гайки и наворачивают гайки вручную. Затягивают все болты динамометрическим ключом равномерно в диаметрально противоположном порядке, чтобы расстояние между фланцами было одинаково, что позволит избежать перекосов и концентрации напряжений на бурт стеклокомпозитной трубы с крутящим моментом в зависимости от диаметра болта, указанным в таблице 3.4. При первой затяжке крутящий момент должен быть равен половине от номинального. Последовательность, показана на рисунке 3.17. Повторите процедуру затяжки, увеличивая крутящий момент до значений в таблице 3.4 или до тех пор, пока фланцы не соприкоснутся торцами. Не превышайте установленный крутящий момент более, чем в 1,5 раза. Это может стать причиной непоправимого повреждения стеклопластикового фланца;
- через час проверьте затяжку болтов и при необходимости подтяните до установленных значений. Перед началом гидравлического испытания затяжка всех болтов также должна быть проверена дополнительно;
- если при гидростатическом испытании появилась протечка, допустимо увеличить затяжку болтов. Максимальное значение момента затяжки не должно превышать установленное значение более чем в 1,5 раза.

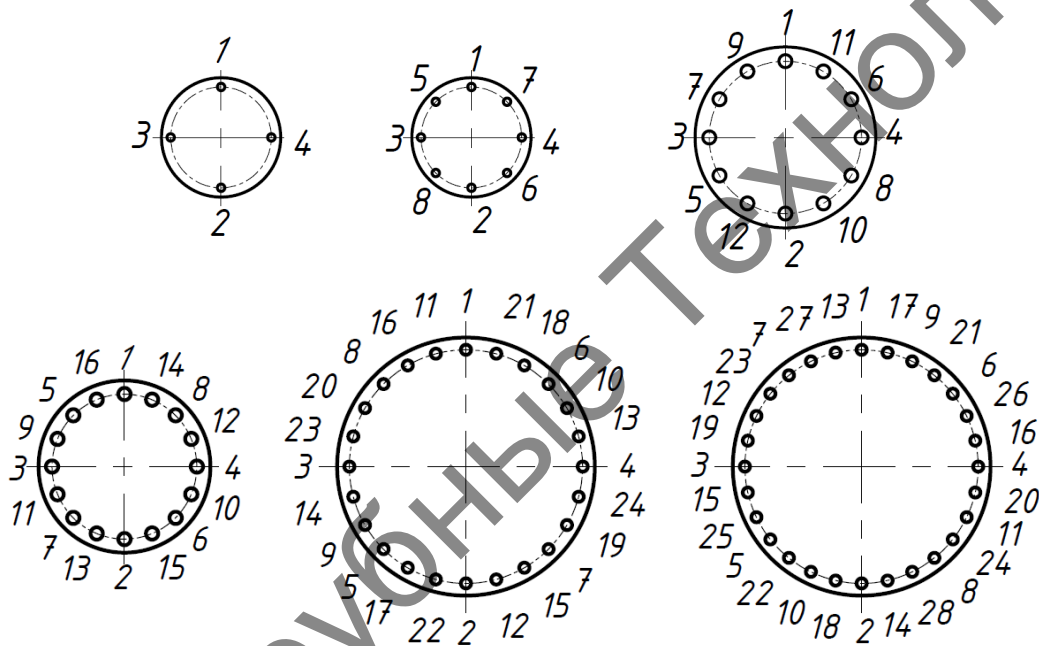


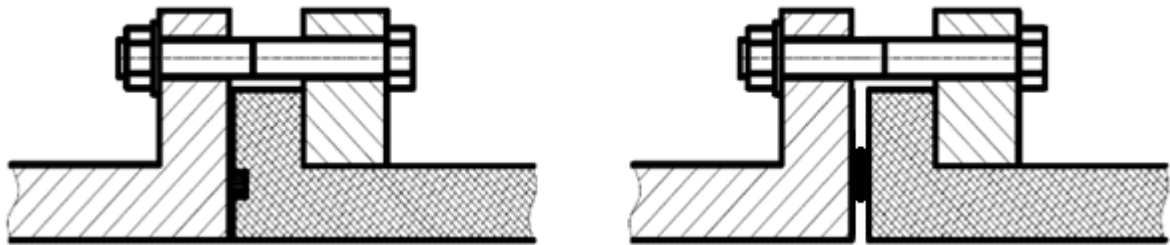
Рис. 3.17 – Схема последовательности затяжки болтов

Таблица 3.5 – Усилие при затягивании болтов

Тип уплотнения	PN, МПа	Макс. Вращающий момент, Нм *
«О» - ринг уплотнение	0,1 - 0,6	50 x Труба OD (в метрах)
«О» - ринг уплотнение	1,0	100 x Труба OD (в метрах)
«О» - ринг уплотнение	1,6 – 2,0	200 x Труба OD (в метрах)
«О» - ринг уплотнение	2,5 - 3,2	225 x Труба OD (в метрах)
«О» - профиль со встроенным кольцом	0,6	45 x Труба OD (в метрах)
«О» - профиль со встроенным кольцом	1,0	75 x Труба OD (в метрах)
«О» - профиль со встроенным кольцом	1,6 – 2,0	90 x Труба OD (в метрах)
«О» - профиль со встроенным кольцом	2,5 - 3,2	135 x Труба OD (в метрах)

Примечания:

1. При использовании плоской прокладки вращающий момент увеличить в два раза;
2. При соединении двух стеклокомпозитных фланцев с канавкой под уплотнитель только один из них должен иметь паз для уплотнения на торцевой поверхности (см. Рис. 3.18).



«О» - профиль со встроенным кольцом

«О» - ринг уплотнение

Рис. 3.18 – Фланцевые соединения с «О» - ринг уплотнением

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

- а) Ослабьте и снимите все болты, гайки, шайбы и уплотнители;
- б) Проверьте соосность фланцев и достаточный свободный ход либо толщину прокладок между плоскостями для обеспечения затяжки болтов;
- в) Проверьте регулировку динамометрического ключа. Восстановите правильную регулировку, если она нарушена;
- г) Проверьте уплотнитель на наличие повреждений, и если необходимо, замените поврежденный уплотнитель;
- д) Проверьте поверхности фланцев. Очистите или замените фланцы, если это необходимо;
- е) Снова повторите процедуру сборки.

3.4. Ламинированное (клеевое) соединения

Ламинированное (клеевое) соединение (см. Рис. 3.19) применяется если по каким-либо причинам нецелесообразно или невозможно выполнить другие соединения, например: нестандартный узел соединения, ограничения по диаметру или давлению реконструируемой трубы, для передачи осевых нагрузок, при ремонте (замене поврежденного участка трубопровода). Это соединение выполняется из полиэфирных смол с усилением стекловолокном. Длина и толщина ламинированного соединения зависят от диаметра и давления.

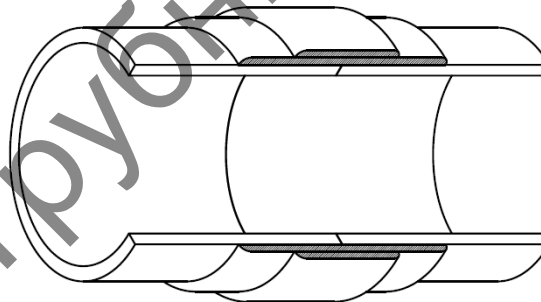


Рис. 3.19 - Ламинированное соединение

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

Выполнение ламинированного (клеевого) соединения

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

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

Меры предосторожности:

- Не допускается пользоваться открытым огнем и не курить вблизи зоны соединения;
- При работе с полимером и стекловолокном, пропитанным полимером, следует пользоваться защитными очками и перчатками;
- Не допускается смешивать катализатор непосредственно с ускорителем;
- ограниченные зоны (внутри трубы) или зоны, защищенные от воздействия погодных условий, должны вентилироваться во избежание вдыхания паров стирола и возможности воспламенения горючих паров;
- В зонах с ограниченным вентилированием необходимо использовать маски с соответствующим фильтром;
- Необходимо поддерживать инструмент чистым, промывая его ацетоном или подобным растворителем.

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

Общие данные

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.5. Специализированные муфтовые соединения

3.5.1. Проходная муфта

При проходе через железобетонные стены рекомендуется применять стеклокомпозитные муфты с обмуровкой наружной поверхности. Муфты комплектуются уплотнителями специального профиля REKA из эластомера (материал EPDM / NBR или аналоги) и центральным упорным кольцом (стопер), контактирующих с поверхностью трубы, подготовленной для муфтового соединения. Трубы и муфты также могут поставляться отдельно.

Проходная стеклокомпозитная муфта с нанесенным на наружную поверхность покрытием - обмуровкой в виде песка или кварцевой крошки с или без дополнительного наружного ламинированного бортика применяется для герметичного прохода стеклокомпозитного трубопровода через ж/б стены колодцев, камер и зданий, обеспечивая герметичность прохода и компенсацию расширения напорных трубопроводов в ж/б стенке с превосходной адгезией муфты к бетону.

Выделяют следующие виды стеклокомпозитных муфт с обмуровкой: ТИП П-0, ТИП П-А, ТИП П-В, ТИП П-С (см. Рис. 3.20). Конфигурация муфты определяется требованиями к проектированию, условиям монтажа и эксплуатации трубопровода.

Обмуровка муфты улучшает свойства адгезии с бетоном, а ламинированный бортик снаружи обеспечивает высокую устойчивость к осевому (продольному) смещению.

Стеклокомпозитные муфты изготавливаются: без центрального упорного кольца и с центральным упорным кольцом; с одним уплотнителем или с двумя уплотнителями.

ТИП П-D – является стеклокомпозитной муфтой для прохода через железобетонные стены с применением металлического стапеля, закрепленного на наружной части муфты. Металлический стапель, с встроенной стеклокомпозитной муфтой, монтируется при помощи анкеров, болтового соединения или иным способом на проем в ж/б стенке, таким образом обеспечивая правильное положение муфты при прокладке стеклокомпозитного трубопровода.

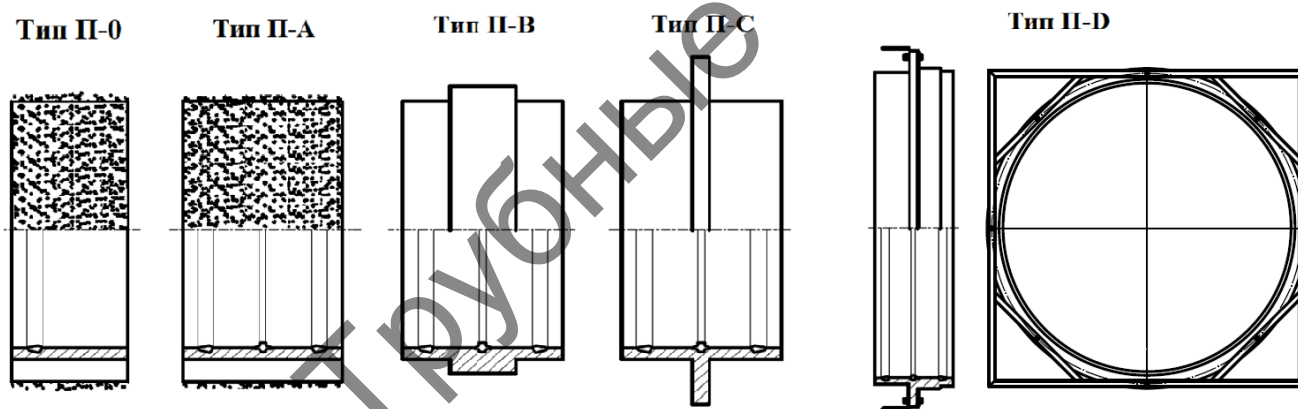


Рис. 3.20 - Виды проходных муфт через ж/б стенку

3.5.2. Стальная муфта

Стеклокомпозитная труба производства ООО «НТТ», изготавливаемая по технологии непрерывной намотки, может поставляться с установленной в заводских условиях стальной муфтой ООО «НТТ» на одном конце трубы. Стальные муфты комплектуются уплотнителями специального профиля из эластомера (материал EPDM / NBR или аналоги) на всю ширину муфты с центральным или без центрального упора, контактирующих с поверхностью трубы, подготовленной для муфтового соединения. Трубы и муфты также могут поставляться отдельно.

Гидравлическое уплотнение в муфтовом соединении достигается благодаря:

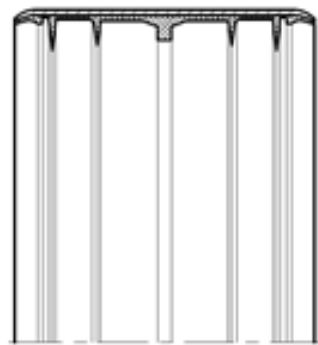
- давлению переносимой жидкости на лепестки профиля;
- сжатию профиля из эластомера между наружной поверхностью трубы и внутренней поверхностью муфты.

Соединение стальной муфтой применяются для всех номинальных диаметров труб (включая 4000 мм) и до номинального давления 10 атм. включительно.

Стальные муфты ООО «НТТ» изготавливаются: с центральным упорным кольцом и без центрального упорного кольца (см. Рис. 3.21).



без стопера



со стопером

Рис. 3.21 - Стальные муфты

Монтаж стальных муфт

3.5.2.1 Осмотрите концы труб и насаженных стальных муфт, чтобы убедиться, что торцы труб и муфт не были повреждены во время транспортировки и хранения. Стальная муфта не должна быть погнута, а резиновый уплотнитель не должен иметь повреждений.

Перед монтажом трубы необходимо удалить остатки земли, песка, грязи, гравия, жира, льда и т.д. с внутренней стороны свободного конца трубы и с противоположного конца с муфтой, укомплектованной уплотнением из эластомера. Необходимо проверить поверхность установочного конца трубы для исключения возможных повреждений.

3.5.2.2 При помощи ветоши тщательно очистите поверхность трубы под муфтовое соединение. Если на стандартной (не щитовой) трубе отсутствует линия насадки муфты на трубу, отметьте границу вставки муфты по окружности трубы при помощи измерительной ленты, маркера или полоски гибкого материала, например, такого как поливинилхлорид.

3.5.2.3 Смажьте наружную поверхность стыкуемого конца трубы до линии насадки тонким слоем смазки, а также уплотнитель при помощи кисти, валика или тряпки. После нанесения смазки необходимо позаботиться о том, чтобы соединяющий элемент и труба не загрязнились. Рекомендуется расстелить кусок ткани на месте соединения размером примерно в один квадратный метр. Этого будет достаточно для соблюдения чистоты во время монтажа муфт и очистки соединяющих элементов. Справочные нормы расхода смазки приведены в таблице 3.2.

Допустимые значения двустороннего углового отклонения и смещения в муфтовом соединении для стальных муфт приведены в таблице 3.6 и представлены на рис. 3.22. Не допускается осевое раскрытие стыка труб без углового смещения более 20 мм. Значение углового смещения при двустороннем соединении - это максимально допустимый угол образованный между равноудаленными в обе стороны от центрального ограничителя трубами. Недопустимо применять максимально допустимый угол смещения, если он образован только одной трубой (между центральным ограничителем и трубой) из двух стыкуемых.

Таблица 3.6 - Угловые отклонения и смещения в стальном муфтовом соединении

Номинальный диаметр DN, мм	Максимально допустимый угол отклонения δ , °	Максимальное смещение, а, мм		
		Длина трубы, м		
		3	6	12
от 300 до 500	0,8594	45	90	180
от 500 до 1000	0,5729	30	60	120
от 1100 до 1500	0,4010	21	42	84
от 1500 до 2000	0,2865	15	30	60
от 2000 до 2600	0,2292	12	24	48
от 2600 до 3400	0,1719	9	18	36
от 3400 до 4000	0,1146	6	12	24

Примечание - В любых случаях смещение трубы должно оставаться в пределах, предусмотренных поставщиком труб. Смещение следует проводить в крайних случаях и с большой осторожностью.

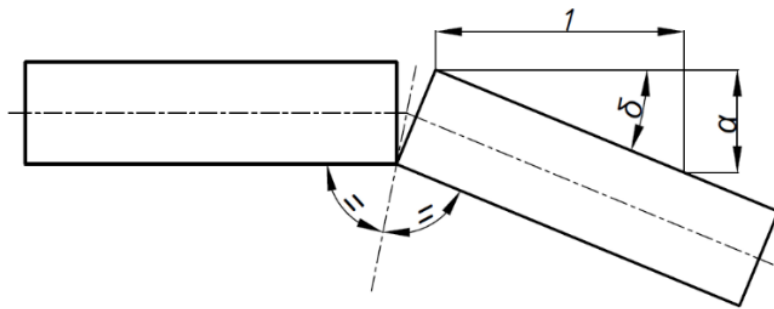


Рис. 3.22 – Угловое отклонение в соединении стальной муфтой

3.5.3. Механическая муфта с двусторонним болтовым соединением

Механические соединения (Viking Johnson, Helden, Kamflex, и т.д.) с успехом применяются для соединения труб, произведённых из разных материалов и с разными диаметрами, а также в случаях адаптации выходных фланцевых отверстий. Существует большая разновидность данных элементов. Они подразделяются по величине и количеству болтов, а также по конструкции уплотнения.

Среди данных элементов существуют различия по отношению к диаметрам труб, произведённым из различных материалов, что часто приводит к ситуации, когда необходимо применить большую силу вращающего момента для получения герметического соединения труб. Вследствие этого мы не можем представить здесь общих рекомендаций по применению соединительных механических элементов к стеклокомпозитным трубам. Если для соединения трубы ООО «НТТ» с трубой из другого материала будет использоваться механическое соединение, то в подобном случае следует воспользоваться исключительно механическим соединительным элементом с двумя независимыми системами болтов (см. Рис. 3.23). Это обеспечивает независимое затягивание болтов со стороны стеклокомпозитной трубы, которое обычно требует меньшего вращающего момента, чем указывают производители соединительных элементов.



Рис. 3.23 – Механическая муфта с двусторонним болтовым соединением

В том случае, если для реализации проекта предусмотрено использование механических соединительных элементов, необходимо провести консультацию с непосредственным поставщиком стеклокомпозитных труб. Для проведения консультации следует подготовить информацию относительно конкретной конструкции (марка и модель). Тогда поставщик труб сможет посоветовать, в какой степени и при каких условиях данная конструкция пригодна для использования её для соединения с трубами ООО «НТТ».

4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОКЛАДКИ НАДЗЕМНОГО ТРУБОПРОВОДА

Данный раздел руководства описывает требования к прокладке надземных трубопроводов ООО «НТТ». Он применяется для труб, соединяемых стеклокомпозитными муфтами, стальными стяжными муфтами, фланцевыми и иными соединениями. При проектировании прокладки надземного трубопровода необходимо учитывать силы, влияющие на трубопровод, в частности, на напорные системы. Все эти элементы трубопровода: повороты, переходники, тройники, отводы, клапаны и иные, должны быть надёжно укреплены, чтобы выдерживать нагрузки из-за изменения в площади поперечного сечения или возникновении равнодействующей силы. В отличие от подземной прокладки, где необходимое сопротивление обеспечивается заделкой трубы в бетон и

упорными блоками, подобная устойчивость не достигается на опорах надземного трубопровода. Необходимо применять меры по доведению отклонений до минимума и укреплять должным образом все элементы для обеспечения устойчивости трубопровода.

Для надземной прокладки трубопроводных систем ООО «НТТ» рекомендуется использовать стандартные трубы SN5000 длиной 6 метров. Данные параметры трубы обеспечивают оптимальные параметры применения с учетом нагрузок и компенсации теплового расширения. Рекомендуемые процедуры прокладки в руководстве по надземной прокладке основаны на применении стандартных труб SN5000. Процедуры также применимы для труб с большей жесткостью, т.е. SN10000 и выше. Надземная прокладка труб с жесткостью менее SN5000 требует особого рассмотрения.

Надземная прокладка трубопровода проводится с учетом нормативных документов: СП 31.13330, СП 32.13330, СП 40-104, СП 40-105, СП 40-102, СП 129.13330, настоящим «Руководством по надземной прокладке стеклокомпозитных труб ООО «НТТ». Принимая во внимание влияние сил температурного расширения и сжатия, вида соединений и опор, устойчивость трубопровода к внешним и внутренним статическим и динамическим нагрузкам.

Отличные противокоррозионные свойства, долговечность и многие другие преимущества труб ООО «НТТ» могут быть реализованы при условии правильного монтажа. Процедуры прокладки, указанные в данном руководстве и предложения представителей при шеф-монтажных работах на местах при их четком соблюдении обеспечивают правильный и надежный монтаж труб. В случае возникновения вопросов или противоречий в данных инструкциях консультируйтесь с ООО «НТТ».

По желанию покупателя и на условиях, согласованных в договоре между покупателем и поставщиком, поставщик, в лице технического представителя, может предоставить техническую помощь непосредственно на месте строительства. Технический специалист даст необходимые покупателю (и/или монтажнику) советы по надлежащему монтажу труб. Рекомендуется, чтобы консультации по прокладке трубопровода были проведены на первоначальном этапе монтажных работ, а также, чтобы они периодически повторялись во время реализации проекта. Консультации могут носить постоянный характер (на протяжении всего времени прокладки трубопровода) или периодический, в зависимости от договоренности между покупателем и поставщиком.

4.1. Проектирование надземного трубопровода

Основным видом соединения стеклокомпозитных труб ООО «НТТ» являются стеклокомпозитные муфты, которые не ограничивают их линейное расширение или сжатие. Опоры не должны ограничивать линейное продольное расширение труб для минимизации нагрузок на трубопровод, учитывая воздействие сил температурного расширения и сжатия. Важно, чтобы движения трубопровода направлялись и контролировались таким образом, чтобы участки трубопровода оставались стабильными и допустимое продольное движение не превышалось.

Каждая труба должна устанавливаться, как минимум, на двух опорах и закрепляться на не менее чем на одной из них жестким креплением. Остальные опоры (опора) монтируются как направляющие, допускающие линейное расширение трубопровода, но ограничивающие поперечные движения. Для труб, имеющих более двух опор, ближайшая к середине трубы опора используется как анкер с жестким креплением. Все соединительные детали, фитинги и арматура должны быть закреплены.

Анкеры должны располагаться на равном расстоянии друг от друга для обеспечения равномерного распределения линейного расширения трубы по соединениям. При этом расстояние между двумя анкерами не должно превышать 12 м.

Типовые схемы крепления зависят от условий проекта и приведены на рисунках 4.1 – 4.2.

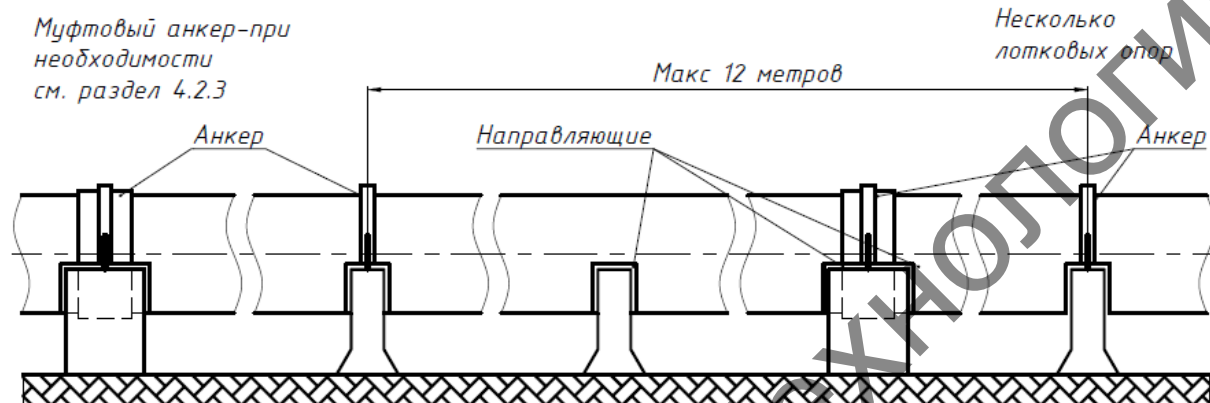
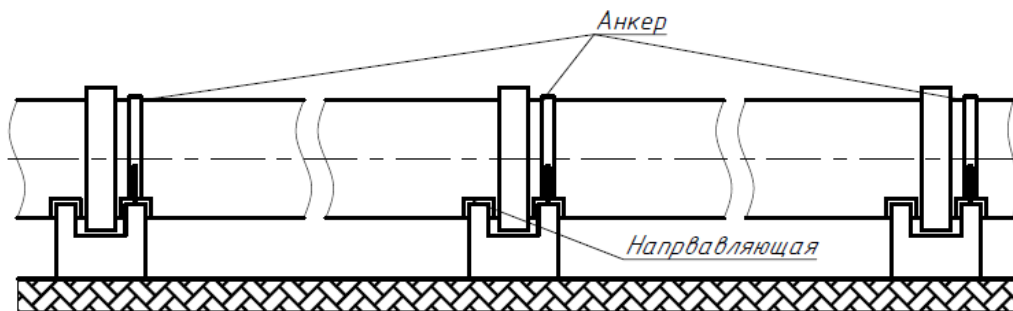


Рис. 4.1 - Рекомендуемые типовые схемы расположения опор

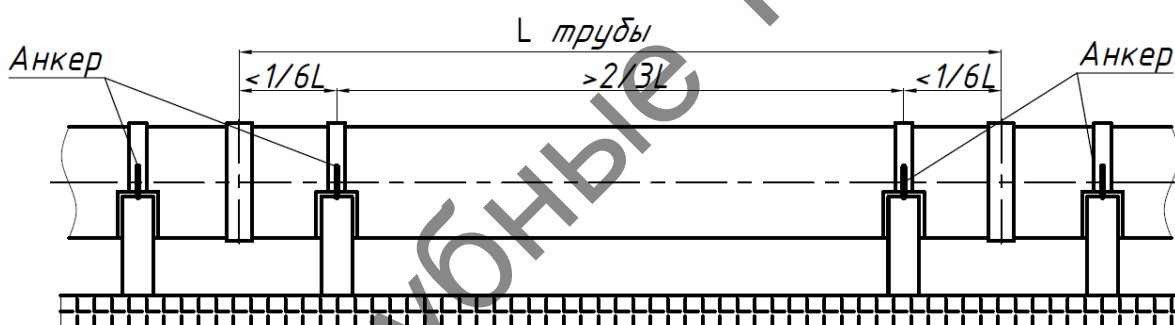


Рис. 4.2 - Альтернативная схема расположения опор для малонапорных систем (менее 6 атм.)

Основные положения:

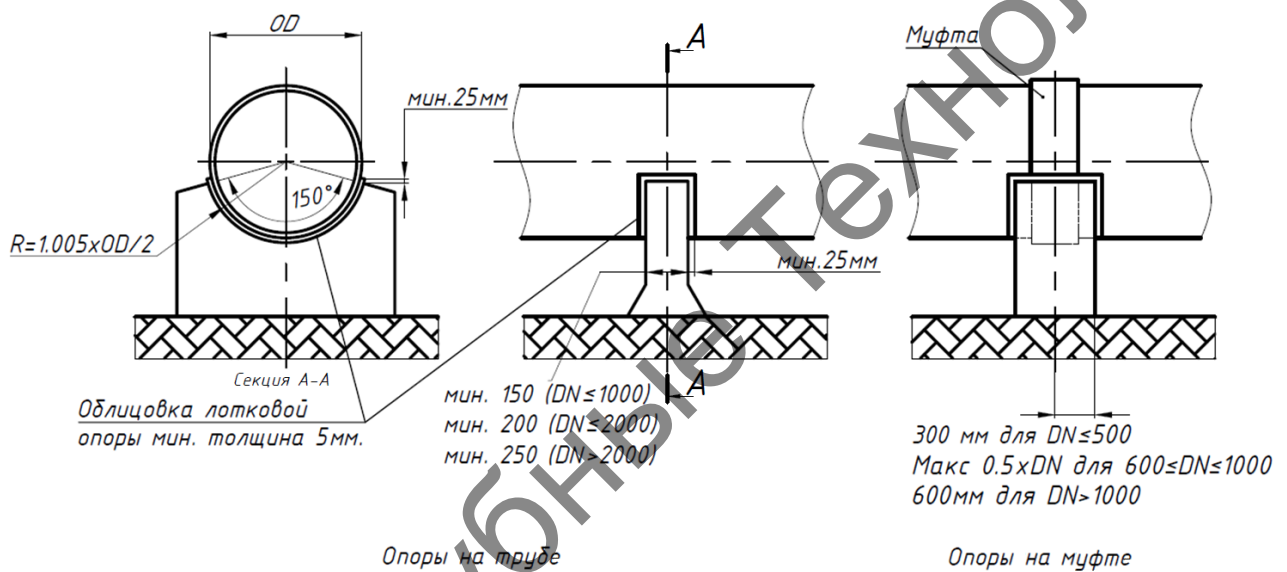
- При опирании труб более чем на две опоры, опоры должны быть выровнены по прямой линии. Максимальное отклонение от прямой должно быть не более 0,1% от длины пролета;
- Опоры должны ограничивать смещение труб во всех направлениях до 0,5% от диаметра или до 6 мм, в зависимости от меньшей величины;
- Установка и смещение опор не должны приводить к отклонению осей стыковочных концов трубы в местах соединений более чем на 0,5% или 3 мм;
- Трубы должны монтироваться по прямой линии во избежание сил противодействия, вызванных угловым смещением в местах соединений. Трубы укрепляются опорами в местах около соединений для обеспечения стабильности муфт;
- Изменение направления трассы трубопровода должно осуществляться с помощью отводов с применением фиксирующих блоков;
- Максимальное расстояние от осевой линии соединения до осевой линии опоры должно составлять:
 - 250 мм для труб $DN \leq 500$ мм;
 - $0,5 \times DN$ для труб DN более 500 до 1000 мм;
 - 500 мм для труб $DN > 1000$ мм.

4.2. Конструкция опор

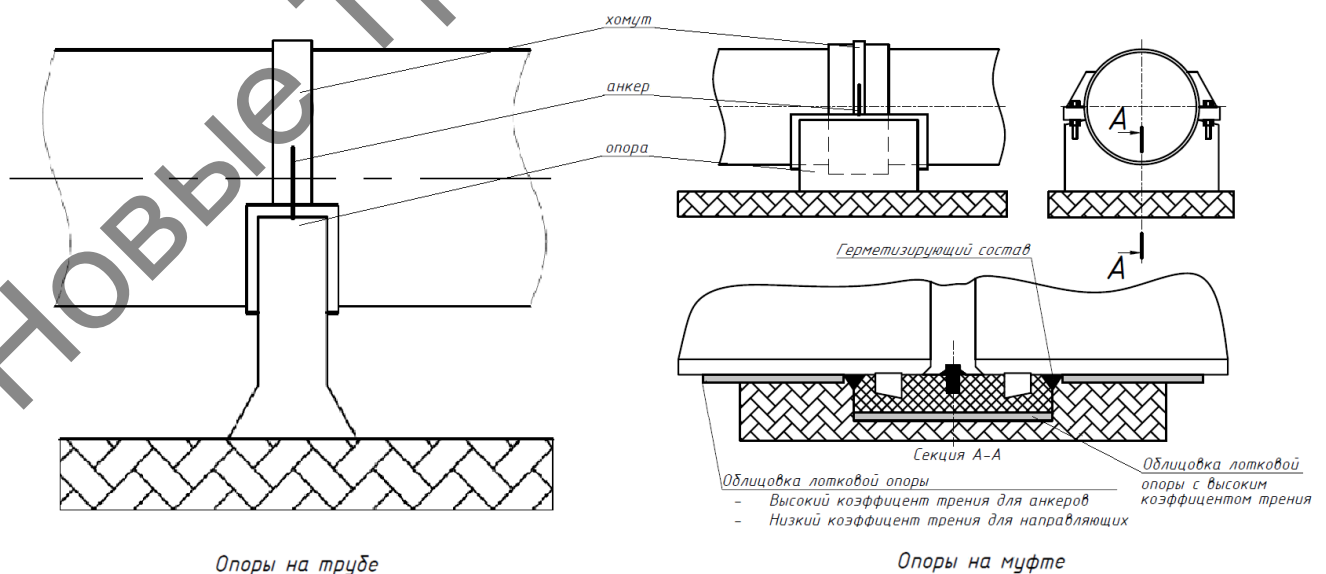
При надземной прокладке необходимо избегать чрезмерных точечных или линейных нагрузок. Поэтому надземные трубопроводы должны укрепляться на лотковых опорах. Обычно лотковые опоры изготавливаются из бетона или стали. Лотковые опоры должны иметь угол сектора опирания 150° . Диаметр готовой лотковой опоры с защитным слоем должен быть на 0,5% больше внешнего диаметра трубы без давления. Лотковые опоры делятся на два вида: направляющие (свободные) и анкерные (фиксирующие).

Внутренняя поверхность лотковых опор должна быть изолирована от контакта с трубой защитным слоем толщиной 5 мм из материалов, устойчивых к воздействию окружающей среды с учетом коэффициента трения не более 0,3 (Например: полиэтилен высокой плотности, политетрафторэтилен). коэффициент трения вкладыша должен быть не более 0,3 для свободных и 0,7 для анкерных опор. Материал вкладышей должен быть устойчив к воздействию окружающей среды.

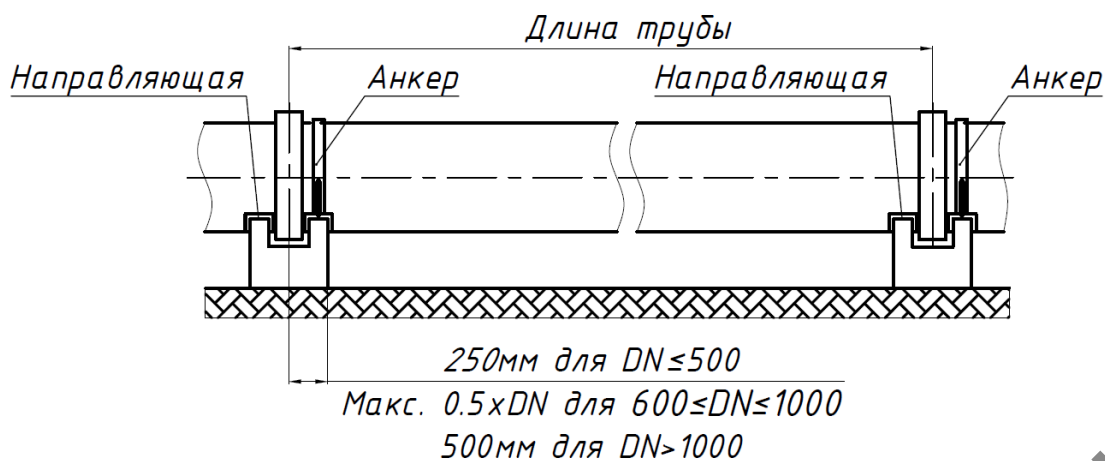
Выбор конструкции опор определяется проектом исходя из параметров трубопровода, условий эксплуатации, инженерно-геологические условий с учетом нагрузок. Конструкции лотковых опор представлены на рисунке 4.3.



А) Конструкции свободных опор



Б) Конструкции анкерных опор



В) Направляющая опора

Рис. 4.3 – Конструкция опор

4.2.1 Свободные лотковые опоры используют в качестве опоры на наружную поверхность трубы или муфтового соединения, в том числе на фитинге или соединительном элементе (см. Рис. 4.3, А). Свободная лотковая опора обеспечивает поддержку и направление трубы, ограничивая поперечное смещение трубы без ограничения линейного продольного расширения. Допускается свободные лотковые опоры сделать анкерными путем установки анкера при условии соответствия конструкции, физико-механических параметров и расположения, полученной анкерной опоры требованиям проекта по нагрузкам и условиям эксплуатации.

4.2.1.1 Свободные лотковые опоры на наружную поверхность трубы должны иметь:

- Минимальную ширину 150 мм для всех труб с $DN \leq 1000$ мм;
- Минимальную ширину 200 мм для труб с диаметром от 1000 мм до 2000 мм;
- Минимальную ширину 250 мм для труб с $DN > 2000$ мм.

Минимальная ширина выступа вкладыша по периметру между опорой и трубой должна быть не менее 25 мм.

4.2.1.2 Свободные лотковые опоры на наружную поверхность муфтового соединения должны иметь:

Максимальное расстояние от осевой линии соединения до осевой линии направляющей опоры должно составлять:

- 300 мм для труб $DN \leq 500$ мм;
- $0,5 \times DN$ для труб DN более 500 до 1000 мм;
- 600 мм для труб $DN > 1000$ мм.

Минимальная ширина выступа вкладыша по периметру между опорой и муфтовым соединением должна быть не менее 25 мм.

4.2.2 Анкерные лотковые опоры используют в качестве опоры на наружную поверхность трубы или муфтового соединения, в том числе на фитинге или соединительном элементе (см. Рис. 4.3, Б). Анкерная лотковая опора обеспечивает поддержку, направление и удержание трубы или муфты, ограничивая поперечное и вертикальное смещение трубы или муфты без ограничения линейного продольного расширения. Опоры с анкерами следует проектировать как опоры с высокофрикционным вкладышем и предварительно натянутым стальным хомутом, прижимающим трубу к опоре. Анкерные лотковые опоры должны быть рассчитаны на фактические нагрузки, вызванные:

- Весом трубы и жидкости в ней;
- Силами внутреннего давления;
- Температурным расширением и сжатием;
- Иными внешними воздействиями (при наличии).

4.2.2.1. Конструкции анкерных лотковых опор для сопряжения с наружной поверхностью трубы изготавливаются, также, как и свободные лотковые опоры с применением зажимов (см. п. 4.2.1.1). Информация по выбору и монтажу зажимов, используемых для анкеровки труб представлена в Разделе 4.4.

4.2.2.2. Конструкции анкерных лотковых опор для сопряжения с муфтовым соединением изготавливаются, также, как и свободные лотковые опоры с применением зажимов (см. п. 4.2.1.2). Фиксирование концов трубы лучше выполнять путем закрепления муфты кронштейнами к основанию опоры соединения. Крепление концов труб достигается креплением муфты с помощью хомута к основанию, поддерживающему соединению. Для этой цели применяют бетонные опоры (см. Рис. 4.3, В) и используют те же хомуты, которые применяют для анкерного крепления труб. Информация по выбору и монтажу зажимов, используемых для анкерной фиксации труб представлена в Разделе 4.4.

Конструкции анкерных лотковых опор для сопряжения с муфтовым соединением используются, когда концы коротких труб высокого давления могут подниматься из направляющих в результате неблагоприятного сочетания сил высокого давления в жидкости и углового смещения соединения муфты с трубой.

Необходимость укрепления концов трубы зависит от сочетания внутреннего давления, углового смещения в месте соединения трубы с муфтой и условий закрепления. Вертикально выпуклое угловое смещение соединения трубы с муфтой и внутреннее давление создают силу, способную поднимать концы трубы (см. Рис. 4.4). Если эта сила может быть достаточно высокой для поднятия конца трубы, концы трубы должны быть закреплены.

4.2.3 Направляющие лотковые опоры используют в качестве опоры на наружную поверхность трубы, в том числе на фитинге или соединительном элементе в зоне муфтового соединения (см. Рис. 4.3, В). Направляющая лотковая опора обеспечивает поддержку, направление и удержание труб, ограничивая поперечное смещение труб и вертикальное смещение одного или двух концов муфтового соединения без ограничения линейного продольного расширения.

Максимальное расстояние от осевой линии соединения до осевой линии направляющей опоры должно составлять:

- 250 мм для труб $DN \leq 500$ мм;
- $0,5 \times DN$ для труб DN более 500 до 1000 мм;
- 500 мм для труб $DN > 1000$ мм.

Минимальное расстояние от торца муфты до направляющей опоры должно быть не менее 75 мм.

Минимальная ширина выступа вкладышей по периметру между опорой и муфтовым соединением должна быть не менее 25 мм.

Во многих случаях вес трубы и транспортируемой жидкой среды является достаточным для обеспечения поперечной устойчивости трубы в направляющей. Концы коротких труб при резком возрастании давления могут подниматься с направляющих в результате неблагоприятного сочетания сил давления жидкости в трубе и углового отклонения трубы в муфте. Необходимость крепления концов труб следует определять в зависимости от комплекса показателей:

- Внутреннего давления;
- Углового отклонения трубы в муфте;
- Условий опирания трубопровода.

Вертикальное угловое отклонение трубы в муфте и внутреннее давление создают силу, которая стремится поднять конец трубы (см. Рис. 4.4).

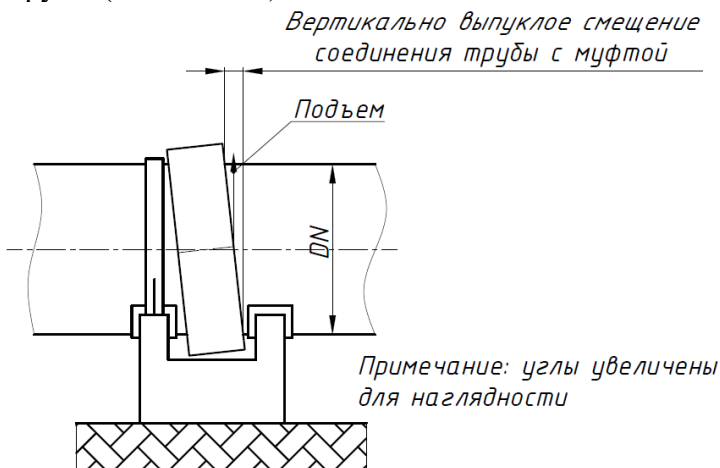


Рис. 4.4 - Устойчивость концов трубы на направляющих опорах

Необходимость крепления концов труб зависит от углового отклонения в соединении, давления в трубе и условий опирания трубы на опоры. При этом следует учитывать угловое отклонение не только муфты по отношению к трубе, но и отклонение между трубами. В таблицах 4.1 и 4.2 представлены минимальные расстояния между опорами, необходимые, чтобы собственный вес трубы и жидкости в ней обеспечивал достаточное противодействие возникновению поднимающей силы под разными уклонами трубопровода.

Вертикальное угловое отклонение в этой таблице соответствует значениям таблицы 3.4 для условий:

- Рабочее давление равно номинальному давлению трубы, волна давления составляет 1,4 номинального давления;
- Испытательное давление 1,5 номинального давления.

Таблица 4.1 - Трубы на двух опорах, заполненные водой. Минимальная длина труб для обеспечения устойчивости концов

Номинальный диаметр трубы, мм	Вертикально выпуклый угол смещения, °	Минимальная длина труб, м											
		PN 1			PN 6			PN 10			PN 16		
		Уклон, не более											
		10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°
$300 \leq DN < 500$	3	1.2	1.3	1.4	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.
$500 < DN \leq 900$	2	0.8	0.8	0.9	4.8	5.0	5.4	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.
$900 < DN \leq 1800$	1	0.4	0.4	0.5	2.4	2.5	2.7	4.0	4.2	4.5	6.4	6.7	7.2
$DN > 1800$	0.5	0.2	0.2	0.2	1.2	1.3	1.4	2.0	2.1	2.3	3.2	3.3	3.6

н.п. – не применимо закрепление муфт стальными хомутами. Для информации по PN > 16 обращайтесь к ООО «НТТ».

Таблица 4.2 - Трубы на нескольких опорах, заполненные водой. Минимальное расстояние между опорами для обеспечения устойчивости концов

Номинальный диаметр трубы, мм	Вертикально выпуклый угол смещения, °	Минимальная длина труб, м											
		PN 1			PN 6			PN 10			PN 16		
		Уклон, не более											
		10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°	10°	20°	30°
(мм)	(°)	м	м	м	м	м	м	м	м	м	м	м	м
$300 \leq DN < 500$	3	1.6	1.7	1.8	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.
$500 < DN \leq 900$	2	1.1	1.1	1.2	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.	н.п.
$900 < DN \leq 1800$	1	0.5	0.6	0.6	3.2	3.3	3.6	5.3	5.6	6.0	н.п.	н.п.	н.п.
$DN > 1800$	0.5	0.3	0.3	0.3	1.6	1.7	1.8	2.7	2.8	3.0	4.2	4.4	4.8

н.п. – не применимо закрепление муфт стальными хомутами. Для информации по PN > 16 обращайтесь к ООО «НТТ».

4.3. Нагрузки на опоры

Опоры должны быть жесткими и рассчитаны на нагрузки от веса труб с транспортируемой жидкостью, силы противодействия под влиянием внутреннего давления, температурное расширение и сжатие, трение в области муфт и направляющих в результате изменения температуры и/или давления. Опоры для труб представляют собой свободные, анкерные или направляющие. Анкеры предназначены для предотвращения движения трубы. Направляющие и свободные опоры позволяют линейное расширение трубы, но предотвращают ее боковое смещение.

Усилия, возникающие от веса жидкости в трубе, действуют перпендикулярно к трубе. Для трубы, смонтированной под уклоном, это приводит к дополнительным горизонтальным нагрузкам на трубу, которые следует учитывать при расчете опор.

Опоры должны быть неподвижными и выдерживать все нагрузки. Определение расчетной нагрузки на опоры осуществляется инженером заказчика. Сила трения между трубой и

направляющей определяется в зависимости от общей компрессии между трубой и рамой опоры и от коэффициента трения между материалом трубы и покрытием опорной рамы. Конструкция направляющих, принимается коэффициент трения 0,3.

В таблице 4.3 даны осевые силы трения, которые должны учитываться в конструкции лотковых опор. Эти нагрузки возникают в результате сокращения и расширения трубы в процессе эксплуатации и сопротивления трению в соединениях с уплотнением. Таблица 4.3 составлена с учетом одновременного расширения и сжатия прилегающих труб. В случае возможного неодновременного расширения и сжатия проконсультируйтесь у поставщика труб в отношении соответствующих осевых сил.

Примечания:

1. Силы противодействия, вызванные собственным весом воды, действуют в перпендикулярном трубе направлении. В трубопроводах с большим уклоном приводит к значительной горизонтальной нагрузке на трубу и на опору. Общая ошибка считать противодействие воды вертикальным из-за силы тяжести (см. Рис. 4.5).
2. Объем воды внутри трубопровода под давлением часто несет значительную сжимающую нагрузку. Важно обеспечить, чтобы опорные конструкции были достаточно жесткими во избежание деформации трубопровода.

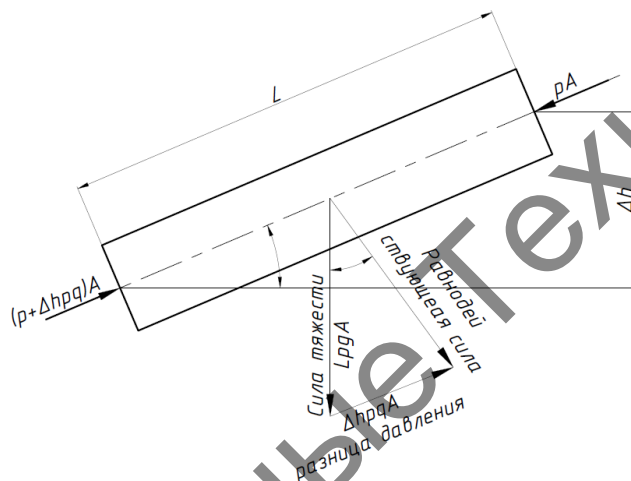


Рис. 4.5 – Силы, вызванные собственным весом воды

Таблица 4.3 - Трубы SN5000. Осевые нагрузки, возникающие вследствие сопротивления трению в соединениях (кН)

Номинальный диаметр DN, мм	Осевые силы трения, кН			
	Номинальное давление не более			
	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16
300	5	5	6	7
350	5	6	6	8
400	5	6	7	8
450	6	6	7	9
500	6	7	8	10
600	7	8	9	11
700	7	8	10	12
800	8	9	11	14
900	8	10	12	15
1000	9	11	13	16
1100	9	12	14	17
1200	10	12	15	19
1300	11	13	16	20
1400	11	14	17	21
1500	12	15	18	23
1600	12	15	19	24
1700	13	16	20	25
1800	14	17	21	27
1900	14	18	22	28
2000	15	18	23	29

Номинальный диаметр DN, мм	Осевые силы трения, кН			
	Номинальное давление не более			
	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16
2100	15	19	24	31
2200	16	20	25	32
2300	16	21	26	33
2400	17	22	27	35
2500	18	22	28	-
2600	18	23	29	-
2700	19	24	-	-
2800	19	25	-	-
2900	20	25	-	-
3000	21	26	-	-

4.4. Конструкция анкерных креплений

Анкеры проектируются как лотковые опоры с облицовкой с высоким коэффициентом трения с предварительной натянутым стальным хомутом, который прижимает трубу к опоре. Предварительное натяжение хомута должно быть достаточным, чтобы предотвратить движение трубы в опорной раме (труба не должна болтаться).

Напорные стеклокомпозитные трубы имеют расширение при внутреннем давлении. Степень расширения стеклокомпозитных труб и стальных хомутов в анкерных креплениях различаются. Во избежание повреждения труб в месте установки хомутов, фиксирующие стальные кронштейны должны проектироваться с пружинными элементами (дисковые пружины) для компенсации этой разницы (см. Рис. 4.6). Для безнапорных стеклокомпозитных труб (PN 1) пружинных элементов не требуется.

Пружинные элементы конструируются таким образом, чтобы при низком давлении или без давления обеспечивалось достаточное натяжение хомута без перегрузки кронштейна или трубы в ситуациях с высоким рабочим давлением. Конструкция стальных кронштейнов и пружинистых элементов зависит от свойств трубы и условий нагрузки. Типовая конструкция стального зажима с кронштейном, хомутом и дисковыми пружинами показана на рисунке 4.6.

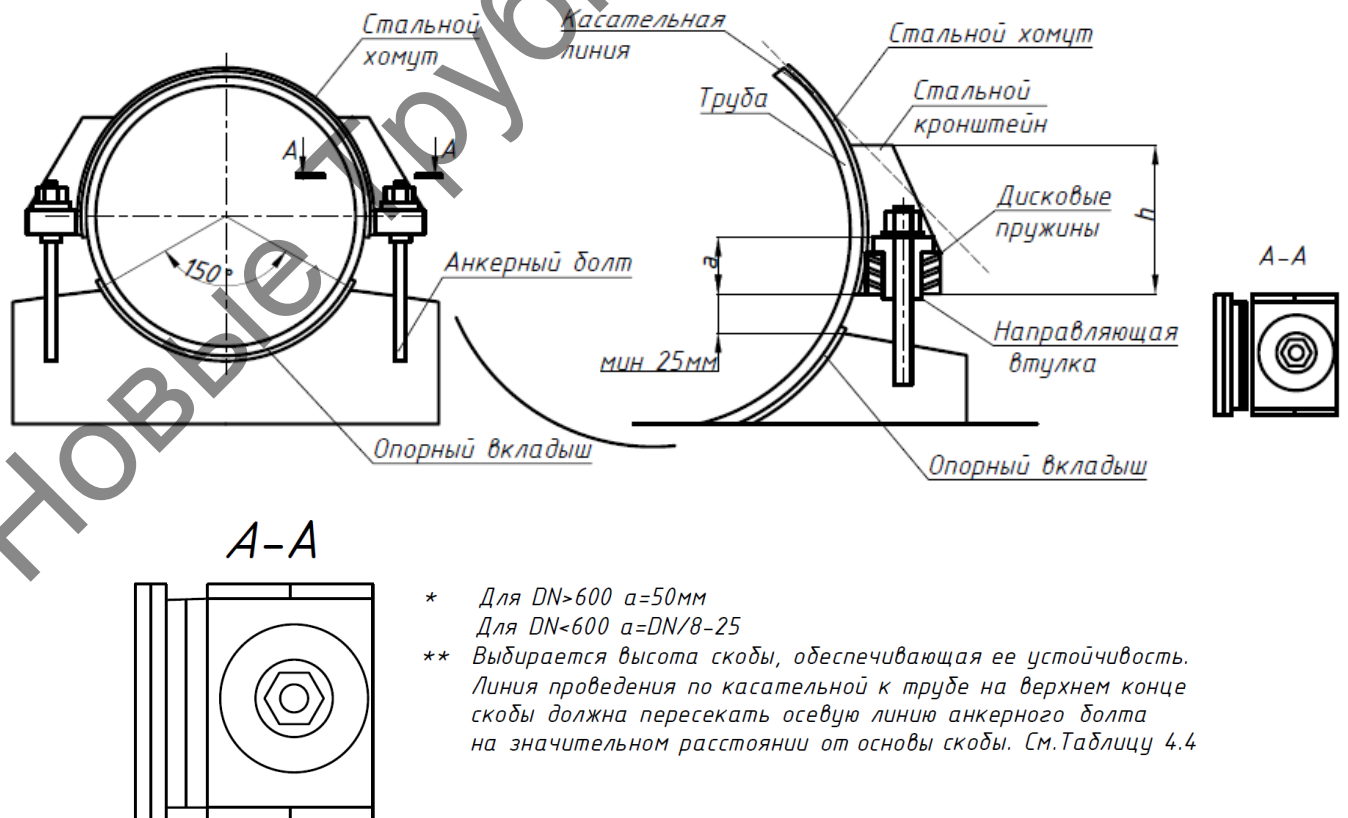


Рис. 4.6 – Схема устройства стального зажима

Высота кронштейна выбирается исходя из условий обеспечения ее устойчивости и стабильности натяжения. Линия, проведенная по касательной к трубе на верхнем конце кронштейна должна пересекать осевую линию анкерного болта значительном расстоянии от основания кронштейна. Высота скобы h приведена в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Высота скобы

Номинальный диаметр DN, мм	Рекомендуемая высота скобы h , мм
$300 \leq DN \leq 400$	150
$450 \leq DN \leq 600$	200
$700 \leq DN \leq 900$	250
$1000 \leq DN \leq 1300$	300
$1400 \leq DN \leq 2000$	400
$2100 \leq DN \leq 3000$	500

Расчет стального хомута и пружинных элементов зависит от свойств трубы и условий нагрузки. В таблице 4.5 приведены основные размеры для семи различных стандартных конструкций зажимов для труб SN5000. Таблица 4.5 составлена для труб на двух опорах и максимальной длины трубы согласно таблице 4.9, а также применима к трубам, имеющим более двух опор, при условии, что ближайшая к середине трубы опора используется как анкер. Для получения прочих условий прокладки и нагрузки обращайтесь к ООО «НТТ».

Таблица 4.5 - Основные размеры для семи различных стандартных конструкций зажимов

Тип зажима	I	II	III	IV	V	VI	VII
Расчетная нагрузка	2 x 12 кН	2 x 22 кН	2 x 36 кН	2 x 50 кН	2 x 67 кН	2 x 95 кН	2 x 140 кН
Стальной хомут ¹	100 x 5 мм	100 x 5 мм	120 x 5 мм	120 x 5 мм	140 x 6 мм	140 x 8 мм	180 x 10 мм
Опорный вкладыш ²	100 x 5 мм	100 x 5 мм	120 x 5 мм	120 x 5 мм	140 x 5 мм	140 x 5 мм	180 x 5 мм
Дисковые пружины ³	80×36×3×5.7	80×36×4×6.2	100×51×5×7.8	100×51×6×8.2	125×64×7×10	125×61×8×10.6	150×81×10×13
Макс. допустимое сжатие одной пружины	2.03 мм	1.65 мм	2.10 мм	1.65 мм	2.25 мм	2.18 мм	2.25 мм
Анкерные болты ²	M20	M20	M25	M25	M30	M30	M36
Примечания: 1. Параметры зажимов в таблице 4.5 составлены с учетом коэффициента трения с трубой и опорой мин. 0,7 как, например, термопластичный полиуретан с твердостью по Шору А 60-70. 2. Параметры зажимов даны на основе минимальных стандартов качества: - Стальной хомут С235 по ГОСТ 27772; - Анкерный болт: С235 по ГОСТ 27772. 20,25,30 - наружный диаметр болта, мм. 3. Размеры дисковой пружины (см. Рис. 4.7) приведены как $D_{нар} \times D_{вн} \times t \times l_0$, где, $D_{нар}$ – наружный диаметр пружины, мм; $D_{вн}$ - внутренний диаметр пружины, мм; t – толщина пружины, мм; l_0 – длина пружины, мм.							

Таблица 4.5 составлена на основе следующих условий нагрузки:

- Максимальное рабочее давление - номинальное давление;
- Максимальный гидравлический удар - 1.4 x номинальное давление;
- Максимальная внешняя нагрузка на трубу - 2.5 кН/м² на проектируемой территории;
- Максимальный уклон трубы 10°, 20° и 30° (см. Таблицы 4.6 - 4.8);
- Осевая нагрузка соединений по таблице 4.3;
- Минимальная температура для пустой трубы на 50°С ниже, чем температура при прокладке;
- Максимальная температура для пустой трубы на 50°С выше, чем температура при прокладке;
- Температура применения от минус 70°С до плюс 50°С (по согласованию с изготовителем допускается изготовление труб с температурой свыше плюс 50°С).

Предварительное сжатие пружинного элемента определяется по метке на направляющей пружины. Гайка анкера должна быть затянута до метки так, чтобы основание кронштейна заняло положение относительно метки с точностью $\pm 10\%$ (см. Рис. 4.7). Метка должна быть постоянной,

чтобы можно было впоследствии контролировать сжатие пружинного элемента. Натяжение стального кронштейна может быть неравномерным в результате трения с защитным слоем, поэтому при затяжке анкерных болтов необходимо обстучать стальной хомут резиновым молотком одновременно с затягиванием анкерной гайки.

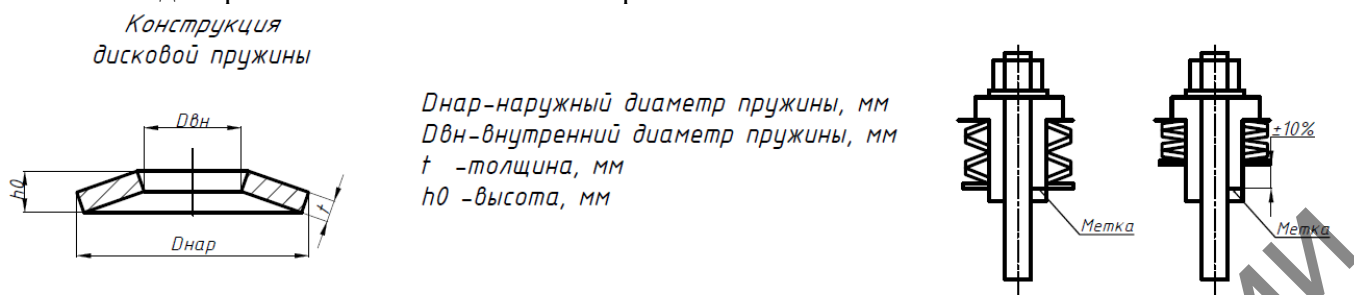


Рисунок 4.7 - Регулировка предварительного сжатия дисковых пружин

Конструкции зажимов, приведенные в таблице 4.5 применяются с учетом углов уклона на опорах, давления и диаметра трубопровода (см. Таблицы 4.6 - 4.8). В таблицах 4.6 - 4.8 указано требуемое предварительное сжатие в каждом пружинном элементе, вычисляемое по формуле [2] со следующей системой условных обозначений:

$$N \times n/c, \quad [2]$$

где, N – количество пружинных элементов,

$N=1$ означает пружинный элемент на одной стороне зажима, шт.,

$N=2$ означает пружинные элементы на обеих сторонах зажима, шт.,

n – количество дисковых пружин на каждом пружинном элементе, шт.,

c – требуемое предварительное сжатие каждого пружинного элемента, мм.

Значения таблиц 4.6 – 4.8 применимы к трубам SN5000 до подачи давления на двух опорах, а также к трубам, имеющим более двух опор, при условии, что ближайшая к середине трубы опора используется как анкер. Для получения прочих условий прокладки и нагрузки обращайтесь к ООО «НТТ». Указанное предварительное сжатие пружинных элементов достигается путем отметки пружинных элементах (см. Рис. 4.7).

Таблица 4.6 – Закрепление труб на опорах с анкерами. Максимальный уклон не более 10°

DN	Давление, атм.				Тип зажима
	Натяжение хомута, кН	Конструкция зажима, $N \times n/c$			
		PN 1*	PN 6	PN10	
300	6	1 x 3/2.5	1 x 3/2.4	1 x 3/2.4	I
350	7	1 x 3/2.7	1 x 3/2.7	1 x 3/2.7	
400	7	1 x 3/3.0	1 x 3/2.9	1 x 3/3.0	
450	8	1 x 3/3.3	1 x 3/3.1	1 x 5/4.2	
500	8	1 x 3/3.5	1 x 3/3.3	1 x 5/4.4	
600	9	1 x 5/5.0	1 x 5/4.9	1 x 7/7.6	
700	10	1 x 5/5.5	1 x 7/7.5	1 x 7/7.6	II
800	11	1 x 5/3.1	1 x 5/3.0	1 x 7/4.0	
900	12	1 x 5/3.4	2 x 3/1.9	2 x 5/3.1	
1000	13	2 x 3/2.2	2 x 5/3.3	2 x 5/3.4	
1100	14	2 x 5/3.7	2 x 5/3.6	2 x 5/3.7	
1200	16	2 x 5/4.0	2 x 5/3.9	2 x 7/5.4	
1300	17	2 x 5/4.3	2 x 7/5.7	2 x 7/5.8	III
1400	18	2 x 7/6.2	2 x 7/6.1	2 x 5/3.5	
1500	19	2 x 7/6.6	2 x 5/3.8	2 x 5/3.8	
1600	20	2 x 5/4.1	2 x 5/4.0	2 x 5/4.0	
1700	21	2 x 5/4.4	2 x 5/4.3	2 x 7/5.8	
1800	22	2 x 5/4.6	2 x 7/6.1	2 x 7/6.2	
1900	23	2 x 5/4.9	2 x 7/6.4	2 x 7/6.5	
2000	24	2 x 7/6.9	2 x 7/6.8	2 x 9/8.7	
2100	25	2 x 7/7.3	2 x 9/9.0	-	
2200	26	2 x 7/7.6	2 x 9/9.4	-	
2300	27	2 x 9/10.0	2 x 9/9.9	-	
2400	28	2 x 9/10.4	2 x 11/12.5	-	

DN	Давление, атм.				Тип зажима
	Натяжение хомута, кН	Конструкция зажима, N × n/c			
		PN 1*	PN 6	PN10	
2500	29	2 x 9/10.9	-	-	III
2600	30	2 x 11/13.9	-	-	
2700	30	2 x 9/7.6	-	-	IV
2800	34	2 x 7/6.4	-	-	V
2900	35	2 x 7/6.6	-	-	
3000	36	2 x 7/6.9	-	-	

* Дисковые пружины не требуются. Предварительное натяжение хомута дано в кН.

Таблица 4.7 – Закрепление труб на опорах с анкерами. Максимальный уклон не более 20°

DN	Давление, атм.				Тип зажима
	Натяжение хомута, кН	Конструкция зажима, N × n/c			
		PN 1*	PN 6	PN10	
300	6	1×3/2.5	1×3/2.4	1×3/2.4	I
350	7	1×3/2.7	1×3/2.7	1×3/2.7	
400	8	1×3/3.0	1×5/4.8	1×3/2.7	
450	9	1×3/3.3	1×3/2.9	1×5/4.7	
500	10	1×5/5.8	1×5/5.1	1×5/5.1	
600	11	1×5/6.0	1×7/8.2	1×7/8.3	II
700	12	1×7/9.5	1×5/3.3	1×7/4.5	
800	14	1×5/3.9	1×7/5.1	1×7/4.5	
900	16	1×7/5.9	2×5/4.1	2×5/4.1	
1000	18	2×5/4.6	2×5/4.6	2×5/2.2	III
1100	20	2×5/5.2	2×7/7.0	2×5/4.0	
1200	22	2×3/2.8	2×5/4.4	2×5/4.4	
1300	24	2×5/4.9	2×5/4.8	2×5/4.9	
1400	26	2×5/5.4	2×5/5.3	2×7/7.3	
1500	28	2×5/5.9	2×7/7.8	2×7/8.0	IV
1600	30	2×7/8.6	2×7/8.5	2×7/5.2	
1700	32	2×7/9.3	2×7/5.6	2×9/7.2	
1800	34	2×7/6.2	2×9/7.6	2×9/7.7	V
1900	36	2×9/8.2	2×8/8.2	2×7/6.4	
2000	40	2×9/8.9	2×7/6.8	2×7/6.8	
2100	42	2×5/5.5	2×7/7.3	-	VI
2200	45	2×7/7.9	2×7/7.7	-	
2300	47	2×7/8.4	2×9/10.3	-	
2400	52	2×7/8.9	2×9/11.0	-	VI
2500	55	2×9/11.9	-	-	
2600	57	2×7/7.5	-	-	
2700	60	2×7/7.9	-	-	
2800	63	2×9/10.4	-	-	
2900	66	2×9/10.9	-	-	
3000	74	2×11/13.3	-	-	

* Дисковые пружины не требуются. Предварительное натяжение хомута дано в кН.

Таблица 4.8 – Закрепление труб на опорах с анкерами. Максимальный уклон не более 30°

DN	Давление, атм.				Тип зажима
	Натяжение хомута, кН	Конструкция зажима, N × n/c			
		PN 1	PN 6	PN10	
300	1×3/2.6	1×3/2.5	1×3/2.4	1×3/2.4	I
350	1×3/2.9	1×3/2.7	1×3/2.7	1×3/2.7	
400	1×3/3.2	1×3/3.0	1×3/2.9	1×5/4.8	
450	1×3/3.6	1×3/3.3	1×5/5.2	1×5/5.2	
500	1×3/4.0	1×5/5.8	1×5/5.8	1×7/8.0	
600	1×3/4.6	1×7/9.6	2×5/6.7	2×5/6.8	II
700	1×3/5.4	2×5/8.0	1×7/5.3	1×7/5.3	
800	1×3/3.1	1×7/6.3	2×5/4.4	2×5/4.4	

DN	Давление, атм.				Тип зажима
	Натяжение хомута, кН	Конструкция зажима, N × n/c			
		PN 1	PN 6	PN10	
900	1×3/3.6	2×5/5.1	2×5/5.0	2×7/7.0	II
1000	2×3/3.8	2×7/7.9	2×5/4.4	2×5/4.5	III
1100	2×3/4.3	2×5/5.1	2×5/5.0	2×5/5.1	
1200	2×5/7.7	2×5/5.7	2×5/5.6	2×7/7.9	
1300	2×3/4.1	2×5/6.4	2×7/8.7	2×7/8.8	
1400	2×3/4.5	2×7/9.7	2×7/6.8	2×7/6.9	IV
1500	2×3/4.9	2×7/6.5	2×7/6.8	2×7/8.2	V
1600	2×3/5.4	2×7/7.1	2×9/8.8	2×5/5.0	
1700	2×3/9.4	2×9/9.7	2×5/5.4	2×7/7.5	
1800	2×3/3.9	2×5/6.0	2×7/8.0	2×7/8.1	
1900	2×3/4.1	2×5/6.5	2×7/8.6	2×9/11.1	VI
2000	2×5/7.1	2×7/9.5	2×9/11.8	2×7/6.7	
2100	2×3/4.7	2×9/12.9	2×7/7.2	-	
2200	2×3/5.0	2×9/13.8	2×7/7.7	-	
2300	2×3/5.3	2×7/8.4	2×9/10.4	-	VI
2400	2×3/5.7	2×7/9.0	2×9/11.1	-	
2500	2×3/9.7	2×9/12.0	-	-	
2600	2×3/4.6	2×11/15.8	-	-	VII
2700	2×3/4.9	2×9/10.1	-	-	
2800	2×3/5.1	2×9/10.7	-	-	
2900	2×3/5.4	2×9/11.4	-	-	
3000	2×3/9.2	2×11/14.4	-	-	

* Дискровые пружины не требуются. Предварительное натяжение хомута дано в кН.

4.5. Максимальное расстояние между опорами

Максимальное расстояние между опорами определяется на основании свойств трубы и условий нагрузки. Напряжение стенок трубы должно сохраняться в допустимых пределах, и следует избегать чрезмерных прогибов трубы. В таблице 4.9 указаны максимальные расстояния между опорами труб, имеющие две опоры (см. Рис. 4.8). Таблица составлена на основе следующих условий нагрузки и укрепления трубы:

- Плотность жидкой среды = 1000 кг/м³;
- Максимальное рабочее давление = номинальное давление;
- Максимальное испытательное давление в полевых условиях = 1.5 × номинальное давление;
- Максимальный гидравлический удар = 1.4 × номинальное давление;
- Максимальная внешняя нагрузка на трубу = 2.5 кН/м² проектной площади;
- Допустимое отрицательное давление (вакуум) составляет -0,5 атм. для SN5000 и -1,0 атм. для SN10000.

Для получения информации о прочих условиях необходимо обратиться к ООО «НТТ».



Рис. 4.8 – Трубы на двух опорах

Таблица 4.9 - SN 5000. Максимальное расстояние между двумя опорами

DN	Расстояние между двух опор не более, м			
	Давление, атм.			
	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16
300	3.5	3.2	3.0	2.6
350	3.8	3.5	3.4	2.9
400	4.1	3.8	3.7	3.3
450	4.4	4.1	4.0	3.7
500	4.7	4.4	4.3	4.1
600	5.2	4.9	4.9	4.7
700	5.8	5.5	5.4	5.4
800	6.3	6.0	5.9	6.1
900	6.8	6.5	6.4	6.6
1000	7.2	7.0	6.9	7.2
1100	7.6	7.5	7.5	7.7
1200	8.0	7.8	7.8	8.1
1300	8.3	8.0	8.0	8.4
1400	8.5	8.3	8.3	8.6
1500	8.8	8.5	8.5	8.9
1600	9.0	8.7	8.8	9.2
1700	9.1	8.9	9.0	9.4
1800	9.3	9.1	9.2	9.7
1900	9.5	9.3	9.4	9.9
2000	9.7	9.5	9.6	10.1
2100	9.8	9.6	9.8	-
2200	10.0	9.8	9.9	-
2300	10.1	10.0	10.1	-
2400	10.3	10.1	10.3	-
2500	10.4	10.3	-	-
2600	10.6	10.4	-	-
2700	10.7	10.6	-	-
2800	10.8	10.7	-	-
2900	11.0	10.8	-	-
3000	11.1	11.0	-	-

Примечание – Для получения информации о расстоянии опор для труб с другими параметрами жесткости \geq SN 2500 и давления $>$ 16 атм. необходимо обратиться в ООО «НТТ».

Максимальное расстояние между опорами при монтаже труб на трех опорах и более опорах представлены в таблице 4.10. Максимальной стандартная длина труб ООО «НТТ» – 12 м, и таблица охватывает только расстояния между опорами менее 6 м. Таблица составлена на основе следующих условий нагрузки, приведенных для двух опор и закрепления согласно рисунку 4.9. Для получения информации о прочих условиях нагрузки обращайтесь к поставщику.

Муфтовый анкер-при необходимости
см. раздел 4.2.3

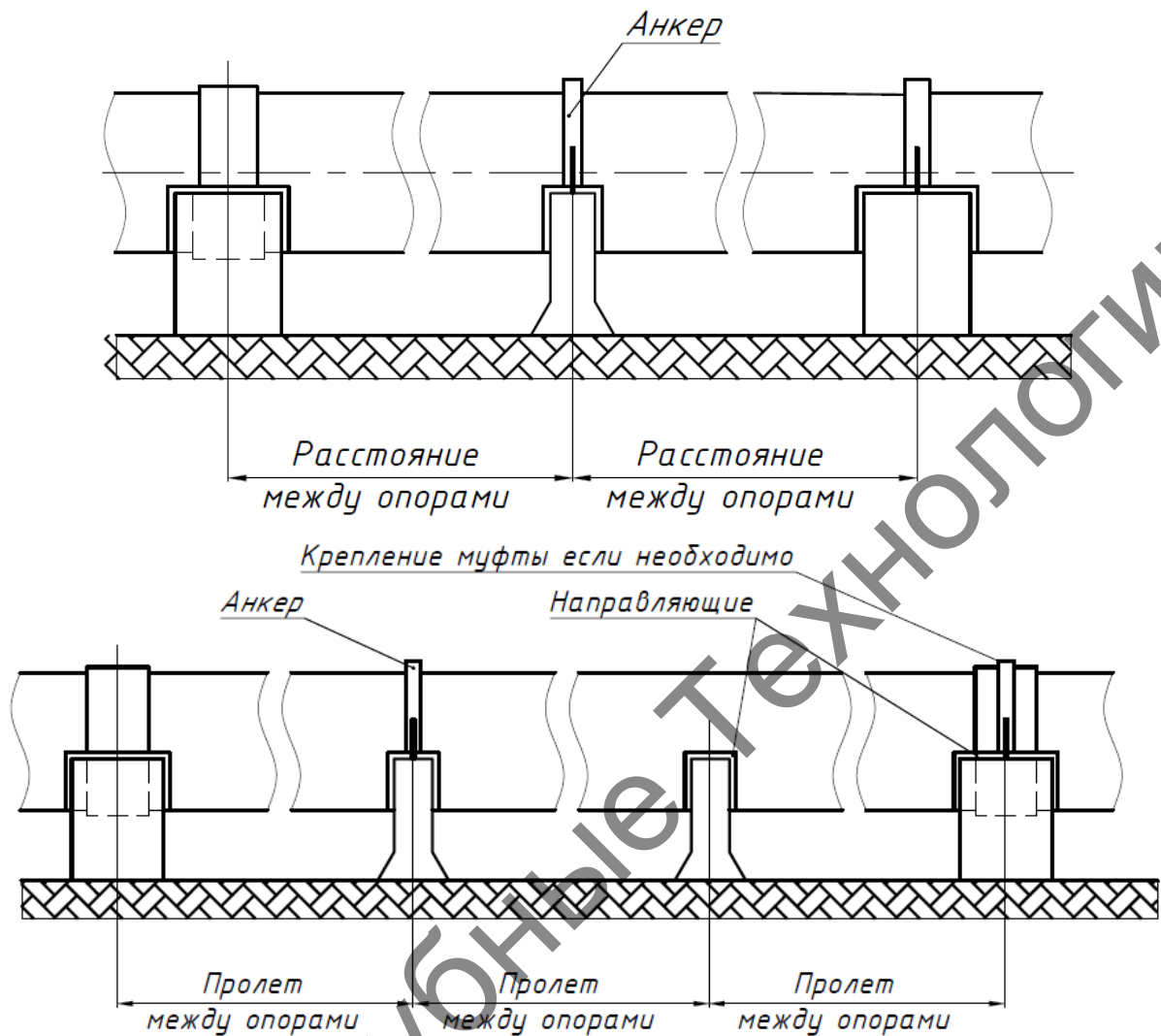


Рис. 4.9 – Трубы на нескольких опорах

Таблица 4.10 – SN 5000. Максимальная длина труб на трех и более опорах

DN	Расстояние между трех и более опор не более, м			
	Давление, атм.			
	PN 1	PN 6	PN 10	PN 16
300	4.0	3.9	3.0	2.6
350	4.3	4.2	3.5	3.0
400	4.5	4.5	3.9	3.3
450	4.8	4.7	4.3	3.7
500	5.0	5.0	4.8	4.1
600	5.4	5.4	5.5	4.7
700	5.9	5.9	6.0	5.4
800	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0
900	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0
1000	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0
1100	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0
1200	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0
≥ 1300	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0	≥ 6.0

Примечание – Для получения информации о расстоянии опор для труб с другими параметрами жесткости \geq SN 2500 и давления $>$ 16 атм. необходимо обратиться в ООО «НТТ».

4.6. Упорные блоки

В напорных трубопроводах в местах отводов, переходников, тройников, разделителей, перегородок и изменения направления трубопровода возникает действие несбалансированной силы осевой нагрузки. Во избежание расстыковки элементов при применении стандартной стеклокомпозитной муфты необходимо применить фиксирующие бетонные блоки, конструкция которых определяется проектом. Фасонные изделия должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдержать максимально возможное внутреннее давление, а бетонные конструкции должны служить упором и переносить силу нагрузки. На рисунке 4.10 представлены стандартные формы опорных блоков. Выбор конкретной формы зависит от проекта и проектных требований. Более подробная информация по правилам устройства бетонных упоров представлена в «Руководстве по монтажу стеклокомпозитных труб ООО «НТТ». При этом для упоров должны соблюдаться следующие условия:

- для рабочего давления свыше 10 атм. ($P_N > 10$) опора должна полностью охватить фитинг вместе с муфтами. Если фитинг погружён в бетон не полностью, необходимо отделить стеклопластик от бетона с помощью резины или рубероида, обмотав в 2 слоя;
- при заливке бетона необходимо закрепить фитинг от всплытия стяжными ремнями. в бетон должна выполняться слоями с интервалами времени, достаточными для схватывания бетона (не превышая при этом расчетную подъемную силу). Максимальный слой заливаемого бетона зависит от номинальной жесткости (см. Табл. 4.11);
- ширину бетонного упора должна быть в 2 раза больше высоты;
- запрещается проводить гидравлические испытания до полного набора прочности бетона во избежание аварий;
- угловое смещение не должно превышать величин, указанных в Таблице 3.4;

В случае водопровода с низким рабочим давлением существует возможность поставки специальных фасонных изделий, которые дают возможность применения частичной бетонной обшивки. Блок должен устанавливаться на твердом фундаменте.

Примечание - Важно, чтобы установка опор не вызвала отклонение осей стыковочных концов трубы в местах соединений. Максимально допустимое отклонение осей стыковочных концов составляет не более 0,5% диаметра или 3 мм.

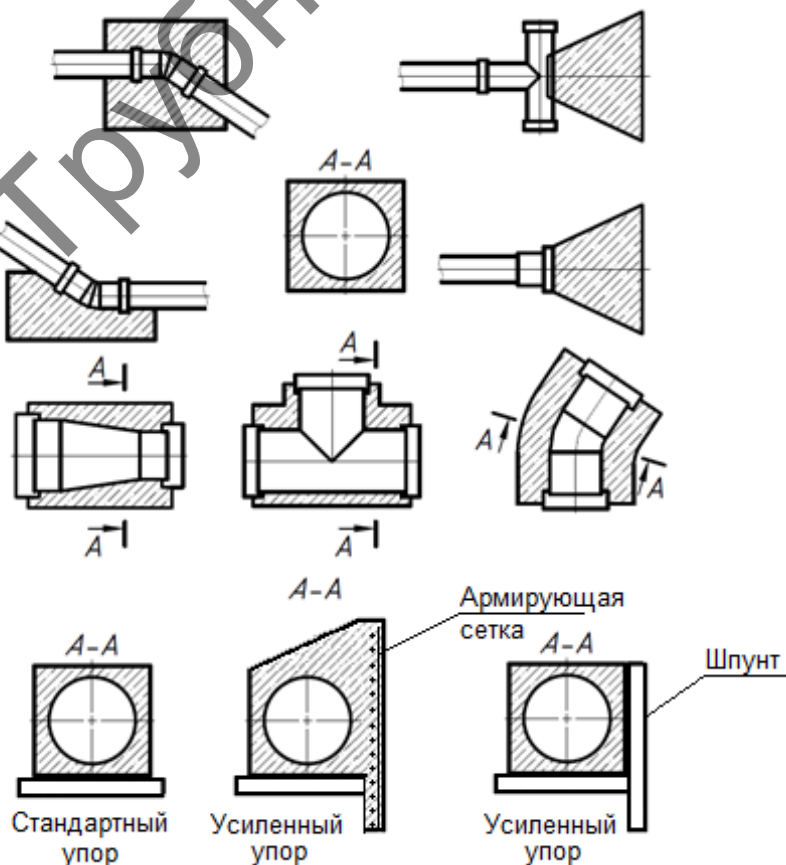


Рис 4.10 - Типовые схемы монтажа упорных блоков

Если существующий грунт имеет высокую несущую способность, достаточно применения стандартного сечения для упора.

В случае, если грунты обладают низкой несущей способностью или вблизи проложены действующие коммуникации, для уменьшения размеров опорного бетонного блока можно применять усиленные варианты упорных блоков. При устройстве усиленного упора со шпунтовой стенкой шпунт остается без извлечения.

Нет необходимости опалубки люков (глухих фланцев), дренажей и вентиляционных отверстий, в которых во время работы отсутствуют несбалансированные нагрузки, однако, необходимо применение прочных отводов и соединяющих элементов.

Таблица 4.11 – Минимальная высота заливки труб бетоном

SN	Максимальный слой
1250	менее 300 мм или $\frac{1}{4}$ номинального диаметра трубы
2500	менее 300 мм или $\frac{1}{4}$ номинального диаметра трубы
5000	больше 450 мм или $\frac{1}{2}$ номинального диаметра трубы
10000	больше 600 мм или $\frac{1}{2}$ номинального

4.7. Подгонка размеров труб в полевых условиях

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

1. Определить требуемую длину отрезка трубы и отметить на выбранной трубе место разреза.

2. Труба разрезается в соответствующем месте УШМ с отрезным алмазным диском.

3. Если диаметр трубы находится в пределах допуска для стыковочного конца трубы, очистить его поверхность, снять грубые неровности и УШМ с шлифовальной алмазной чашкой снять фаску на конце трубы, чтобы облегчить соединение. В дальнейшем шлифовании нет необходимости.

4. Если диаметр трубы не укладывается в допуск, на полевом оборудовании выполняется токарная или шлифовальная обработка стыковочного конца трубы до необходимых размеров, конец трубы скашивается (см. рис. 4.11).

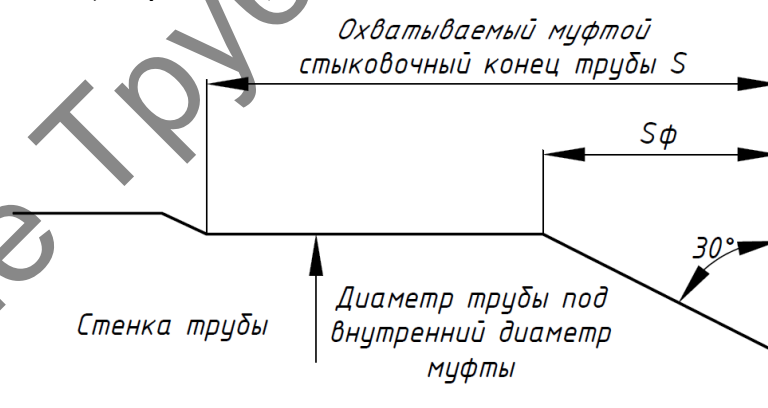


Рис. 4.11 – Схема обработки торца трубы

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

5. КОНТРОЛЬ СМОНТИРОВАННОГО ТРУБОПРОВОДА

5.1. Проверка перед заполнением трубопровода

Труба не должна заполняться водой до проверки завершённой установки, чтобы убедиться, что все работы выполнены корректно, трубопровод собран в соответствии с проектной документацией. Особое внимание должно уделяться следующим аспектам:

5.1.1. Трубы

Проверьте трубы, муфты, фитинги и иные соединения трубопровода на отсутствие повреждений на этапе установки. Проверьте расположение опор на соответствие спецификациям, а также соответствия параметров труб и фитингов согласно схеме монтажа.

5.1.2. Соединения

Соединения проверяются согласно настоящему руководству в Разделе 3 по следующим параметрам:

1. Угловое смещение.
2. Расположение муфты.
3. Выравнивание соединения.
4. Расстояние между концами трубы.

Расположение муфты по отношению к обоим концам трубы отмечается в 4 точках по окружности (см. Рис. 5.1) как основа для последующих проверок. Необходимо убедиться в том, что уплотнительные кольца правильно насажены, и расстояние между стыковочным концом и соединительной муфтой не засорено бетоном или другими посторонними материалами.

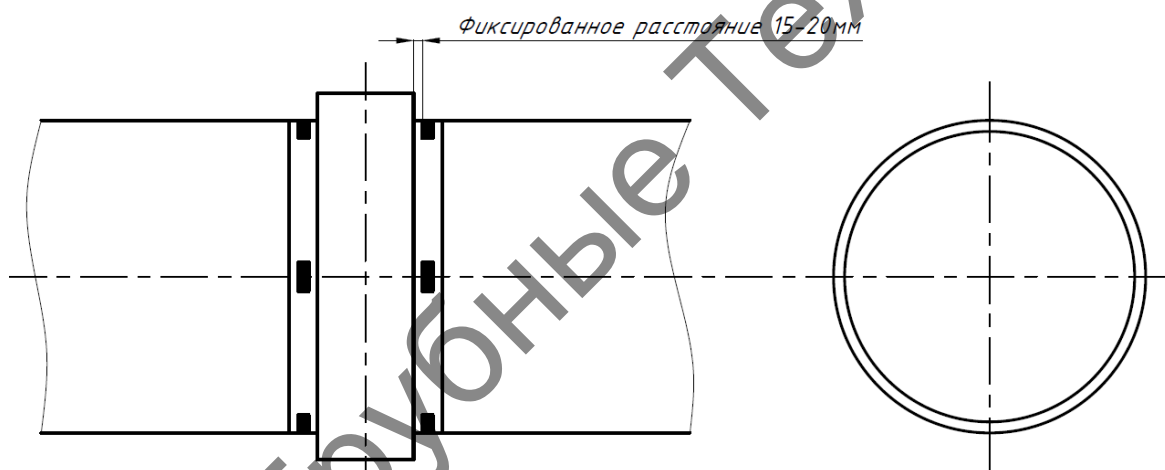


Рис. 5.1 – Разметка трубы для контроля положения муфты

5.1.3. Опоры

Опоры проверяются согласно настоящему руководству в Разделе 4 по следующим параметрам:

1. Параметры опор.
2. Установка опорного вкладыша.
3. Установка анкера (при необходимости по проекту).
4. Расстояние между опорами.

Проверьте, чтобы лотковая опора обеспечивала равномерную и постоянную поддержку трубы, и диаметр лотковой опоры был на $0,5 \pm 0,25\%$ больше, чем диаметр трубы. Угол опоры должен составлять $150 \pm 5^\circ$. Для труб, имеющих более двух опор, проверяется выравнивание опор. Максимальное отклонение от линейного выравнивания должно составлять не более $0,1\%$ длины отрезка. Убедитесь, что облицовка лотковой опоры правильно расположена между трубой и лотковой опорой, и в отсутствии прямого контакта между лотковой опорой и трубой. Убедитесь в том, что между трубой и облицовкой лотковой опоры нет бетона или других посторонних частиц. Проверьте наличие облицовки с высоким коэффициентом трения на анкерах и с низким коэффициентом трения - на направляющих. Проверьте структурную целостность опор. Отметьте расположение трубы относительно анкеров как основу для последующих проверок.

5.1.4. Зажимы

Проверьте правильность расположения облицовки между зажимом и трубой или муфтой. Проверьте количество и сжатие дисковых пружин на соответствие спецификации. Проверьте структурную целостность стального зажима и анкерных болтов. Убедитесь в том, что стальной зажим расположен перпендикулярно оси трубы.

5.1.5. Прочее

Проверьте опорные блоки, анкера, клапанные насосы и т.д.

5.2. Проверка заполненного трубопровода перед подачей давления

После заполнения трубы водой ее необходимо проверить до подачи давления. Особое внимание обращается на следующие аспекты:

5.2.1. Соединения

Проверьте соединения на наличие признаков утечки. Проверьте движение муфт по отношению к отметкам, сделанным до заполнения трубы.

Примечание - Вес жидкой среды в трубе вызывает изгиб концов трубы (см. Рис. 5.2).

Проверьте угловое смещение соединения муфты с трубой (см. Раздел 3).

Если муфта сместилась, ее новое положение относительно обоих концов трубы отмечается в 4 точках по окружности (см. Рис. 5.1). При наличии признаков сдвига муфты сверх того, что может объясняться изгибом конца трубы в результате возникшей нагрузки, положение муфты необходимо проверить. Устойчивость муфты и конца трубы также должна быть проверена соответствующим образом. Если есть причина полагать, что опоры могли дать осадку вследствие дополнительного веса, необходимо проверить несоосность концов трубы.

Несоосность концов трубы должна составлять менее 0,5% от диаметра трубы или 3 мм.

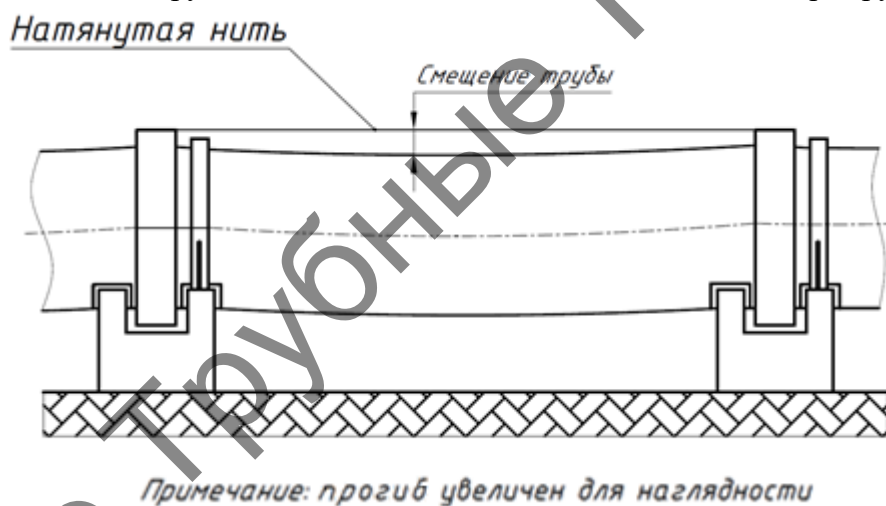


Рис. 5.2 – Контроль смещения трубы

5.2.2. Опоры

Проверьте структурную целостность и устойчивость опор. Проверьте, вызвал ли дополнительный вес осадку или смещение опор.

5.2.3. Трубы

Измерьте максимальный прогиб труб для каждого отрезка трубопровода. Прогиб трубы можно измерить относительно натянутого каната (см. Рис. 5.2). Если максимальный прогиб отрезка трубы превышает длину отрезка, разделенную на 300, необходимо связаться с поставщиком трубы перед подачей давления в трубопровод.

5.3. Проверка трубопровода после подачи давления

После подачи давления трубопровод необходимо проверить. Особое внимание необходимо уделить следующим аспектам:

5.3.1. Соединения

Проверить соединения на наличие признаков протекания. Проверить движение муфт относительно отметок, нанесенных до подачи давления.

Примечание - Помимо эффекта Пуассона, увеличение давления в трубе может вызвать незначительный изгиб концов (см. Рис. 5.2).

Проверить угловое смещение соединения муфты с трубой (см. Раздел 3). При наличии признаков смещения муфты сверх того, что может быть вызвано эффектом Пуассона или изгибом конца трубы под воздействием давления, устойчивость муфты и опор концов трубы необходимо проверить соответствующим образом.

5.3.2. Опоры

Проверить конструктивную целостность и стабильность опор. Проверить, не вызвало ли увеличение давления оседание или отклонение опор. Сделайте пометки в случае сдвига трубы относительно анкеров. Если труба сдвинулась относительно анкера, давление в трубе сбрасывается и анкер осматривается перед повторной подачей давления.

5.3.3. Зажимы

Проверьте сжатие дисковых пружин и убедитесь в том, что сжатие не превышает максимально допустимое сжатие пружины (см. Таблица 4.4). Сжатие пружины можно измерить по отметкам на направляющей пружины (см. Рис. 4.7). Проверьте структурную целостность стального зажима и анкерных болтов.

5.3.4. Трубы

Измерьте и зафиксируйте максимальную деформацию труб для каждого участка трубопровода. Деформацию трубы можно измерить относительно натянутого каната (см. Рис. 5.2).

Если максимальная деформация на каком-либо участке трубопровода увеличилась на более, чем 50% по сравнению с деформацией, измеренной для заполненной трубы без давления, необходимо немедленно сбросить давление в трубе и связаться с поставщиком. Проверить трубы на наличие темных участков или очагов протекания.

6. ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ

Испытания трубопроводов необходимо проводить в соответствии с СП 129.13330.2019.

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

Специфика некоторых работ требует, чтобы после завершения монтажа труб до приемки и эксплуатации были проведены гидростатические испытания. Это позволяет выявить и исправить недостатки в установке, повреждения трубопровода и т.д. Если проведение гидротестирования определено как требование для конкретного строительства, то допускается проводить гидроиспытания участками регулярно на протяжении всего монтажного процесса.

6.1. Гидравлические испытания в полевых условиях

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

1. Подготовка к испытаниям:

1. Осмотрите смонтированную часть трубопровода, чтобы убедиться, что все работы были выполнены должным образом (см. п. 5.1). Особенно важно убедиться, что:

- Отсутствуют повреждения, которые могли появиться в результате операций, предшествующих монтажу и в результате самого монтажа;
- Отсутствуют трещины, расслоения, рассоединения или смещения соединений;
- Затяжка болтов каждого фланца выполнена в соответствии с п. 3.3;
- Отклонение трубы не выходит за пределы значений (см. Раздел 3);
- Фиксирующие системы (упорные блоки и другие анкерные устройства) установлены соответствующим образом;
- Задвижки и насосы закреплены анкерами;

- Дренаж, размещенный на нижнем уровне каждой секции трубы, доступен, то же относится и к сбросным вентилям (при гидравлических испытаниях), которая должна располагаться в верхней части той же секции.

Во время наполнения трубы рабочим телом, сбросные ventили (клапана) должны быть открыты.

II. Заполнение трубопровода водой:

- Подсоедините насос и откройте клапаны и ventили – так, чтобы весь воздух был вытеснен из трубопровода в процессе его заполнения и исключались скачки давления;

- Медленно наполните трубопровод;

- Когда вода начнет вытекать из вентиляции, прекратите наполнение, выждите 10 минут, а затем снова начните медленно наполнять, пока из сбросного ventили (клапана) не польется чистый поток;

- Проверьте систему на возможные протечки; в случае видимых протечек, осушите трубопровод, отремонтируйте источник протечки и повторите наполнение;

- Закройте все отверстия и приступайте к повышению давления.

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

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

IV. Убедитесь, что местоположение манометра позволяет замерять самое высокое давление в трубопроводе, или скорректируйте должным образом его размещение. Давление в нижней части трубопровода будет выше на величину гидростатического давления. Поддерживайте рабочее (номинальное) давление не менее 2 часов, для того чтобы трубопровод полностью стабилизировался относительно опор. В случае протечек, осушите систему и проведите необходимый ремонт.

V. Переходите к финальному испытанию - обеспечьте, чтобы максимальное испытательное давление не превышало предела, предусматриваемого гидравлическим испытанием (см. Таблицу 6.1). Это опасно и может привести к повреждению трубопровода.

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

Испытательное давление необходимо достичь в течение примерно 5 минут.

Поддерживайте испытательное давление 2 часа. Запишите окончательные результаты

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

а) Проверить участки фланцев и задвижек;

б) Проверить места установки заглушек;

в) Использовать звуковой детектор;

г) Провести последовательно гидравлические испытания небольших участков трубы, чтобы установить место утечки.

Таблица 6.1 – Максимальное испытательное давление

Класс давления (номинальное давление), кПа, (атм.)	Максимальное давление при полевых испытаниях не более, кПа (атм.)
100 (1, безнапорный трубопровод)	150 (1,5)
400 (4)	600 (6)
600 (6)	900 (9)
1000 (10)	1500 (15)
1600 (16)	2400 (24)
2000 (20)	3000 (30)
2500 (25)	3750 (37,5)
3200 (32)	4800 (48)

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

- 23% хлористого кальция – температура замерзания минус 20 °С;

- 26% хлористого кальция - температура замерзания минус 31 °С.

6.2. Критерии приемки участка трубопровода в эксплуатацию

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

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

НОВЫЕ Трубные ТЕХНОЛОГИИ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Параметры труб и муфт

В таблицах А.1 – А.4 указаны справочные параметры стеклокомпозитных труб и муфт ООО «НТТ».

Таблица А.1 – Геометрические параметры стеклокомпозитных труб с номинальной жёсткостью SN 2500 Па

DN, мм	Наружный диаметр трубы D _{нт} , мм	Диаметр под муфтовое соединение D _{гм} , мм	Номинальное давление PN, атм.											
			PN1-6		PN10		PN16		PN20		PN25		PN32	
			Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм
300	314,6±0,5	314,5	5,3	8,9	5,0	8,9	4,9	8,1	5,6	9,4	6,8	11,4	8,2	13,9
350	366,6±0,5	366,5	6,0	13,1	5,7	11,9	5,6	11,1	6,4	12,4	7,6	15,1	9,3	18,6
400	413,1±0,5	413,0	6,9	17,2	6,4	15,3	6,2	13,7	7,1	15,7	8,3	18,7	10,3	23,3
450	464,1±0,5	464,0	7,5	21,4	7,0	19,2	6,8	17,1	7,8	19,6	8,3	23,7	11,4	29,2
500	515,0±0,5	515,0	8,2	26,0	7,7	23,5	7,5	21,3	8,4	23,4	10,2	28,8	12,4	35,4
600	617,5±0,5	617,0	9,8	37,9	9,2	33,9	8,7	30,0	9,9	33,6	11,9	40,6	14,7	50,4
700	719,1±0,9	719,0	11,0	49,4	10,3	44,8	10,1	40,6	11,2	44,5	13,6	54,3	17,0	68,1
800	821,1±0,9	821,0	12,5	64,5	11,8	58,8	11,3	52,2	12,5	56,9	15,3	70,1	19,1	87,8
900	923,1±0,9	923,0	14,0	81,5	13,0	73,2	12,6	66,1	14,1	72,3	17,1	87,9	21,3	110,0
1000	1025,1±0,9	1025,0	15,4	100,6	14,4	90,8	13,8	80,1	15,5	88,7	18,8	107,7	23,5	135,5
1100	1127,2±0,9	1127,0	16,9	121,1	15,6	108,1	15,2	97,6	16,8	105,9	20,5	129,5	25,8	163,7
1200	1229,1±1,1	1229,0	18,3	144,1	17,0	128,6	16,4	114,6	18,3	125,6	22,5	155,3	28,1	194,5
1300	1331,1±1,1	1331,0	19,6	166,8	18,4	150,9	17,6	134,3	19,4	144,8	24,2	181,2	30,1	225,9
1400	1433,1±1,1	1433,0	21,3	196,1	19,7	175,0	19,0	156,0	20,9	167,6	25,9	209,2	32,4	261,9
1500	1535,1±1,1	1535,0	22,7	224,3	21,2	201,7	20,1	177,2	20,9	192,2	27,4	236,7	34,6	300,5
1600	1637,1±1,1	1637,0	23,8	249,5	22,5	228,5	21,5	201,9	23,7	218,4	29,1	268,5	36,9	341,8
1700	1739,1±1,1	1739,0	25,4	284,0	23,7	255,6	22,7	227,8	25,2	246,3	-	-	-	-
1800	1841,1±1,1	1841,0	27,0	320,7	24,9	284,7	23,9	253,3	26,6	275,8	-	-	-	-
1900	1943,1±1,1	1943,0	28,2	353,8	26,1	314,9	25,2	282,8	27,7	303,9	-	-	-	-
2000	2045,1±1,7	2045,0	29,9	396,3	27,6	351,4	26,6	313,9	29,2	336,7	-	-	-	-
2100	2147,1±1,7	2147,0	31,3	434,8	28,7	383,1	27,7	343,7	-	-	-	-	-	-
2200	2249,0±1,7	2249,0	32,4	471,5	30,1	422,8	29,0	377,3	-	-	-	-	-	-
2300	2351,1±1,7	2351,0	33,9	515,9	31,3	459,3	30,3	413,1	-	-	-	-	-	-
2400	2453,1±1,7	2453,0	35,0	554,5	33,0	507,3	31,7	450,4	-	-	-	-	-	-
2500	2555,1±1,7	2555,0	36,6	605,3	34,2	547,3	32,8	486,0	-	-	-	-	-	-
2600	2657,1±1,7	2657,0	38,0	652,7	35,3	585,9	34,1	525,8	-	-	-	-	-	-
2700	2758,6±1,7	2757,0	39,5	707,0	36,8	637,2	-	-	-	-	-	-	-	-
2800	2861,0±1,7	2860,0	41,3	767,4	38,1	681,7	-	-	-	-	-	-	-	-
2900	2962,6±1,7	2962,0	42,4	814,4	39,7	738,2	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	3066,0±1,7	3064,0	44,0	876,7	40,8	784,9	-	-	-	-	-	-	-	-
3200	3270,0±1,7	3269,0	46,5	940,0	42,9	899,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3400	3474,0±1,7	3473,0	49,3	1065,0	45,6	994,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3600	3678,0±1,7	3677,0	52,2	1190,0	48,2	1151,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3800	3882,0±1,7	3881,0	55,1	1325,0	50,9	1287,0	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	4086,0±1,7	4085,0	57,9	1470,0	53,5	1382,0	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица А.2 – Геометрические параметры стеклокомпозитных труб с номинальной жёсткостью SN 5000 Па

DN, мм	Наружный диаметр трубы D _{нт} , мм	Диаметр под муфтовое соединение D _{гм} , мм	Номинальное давление PN, атм.											
			PN1-6		PN10		PN16		PN20		PN25		PN32	
			Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/мм
300	314,6±0,5	314,5	5,3	8,9	5,0	8,9	4,9	8,1	5,6	9,4	6,8	11,4	8,2	13,9
350	366,6±0,5	366,5	6,0	13,1	5,7	11,9	5,6	11,1	6,4	12,4	7,6	15,1	9,3	18,6
400	413,1±0,5	413,0	6,9	17,2	6,4	15,3	6,2	13,7	7,1	15,7	8,3	18,7	10,3	23,3
450	464,1±0,5	464,0	7,5	21,4	7,0	19,2	6,8	17,1	7,8	19,6	8,3	23,7	11,4	29,2
500	515,0±0,5	515,0	8,2	26,0	7,7	23,5	7,5	21,3	8,4	23,4	10,2	28,8	12,4	35,4
600	617,5±0,5	617,0	9,8	37,9	9,2	33,9	8,7	30,0	9,9	33,6	11,9	40,6	14,7	50,4
700	719,1±0,9	719,0	11,0	49,4	10,3	44,8	10,1	40,6	11,2	44,5	13,6	54,3	17,0	68,1
800	821,1±0,9	821,0	12,5	64,5	11,8	58,8	11,3	52,2	12,5	56,9	15,3	70,1	19,1	87,8
900	923,1±0,9	923,0	14,0	81,5	13,0	73,2	12,6	66,1	14,1	72,3	17,1	87,9	21,3	110,0

1000	1025,1±0,9	1025,0	15,4	100,6	14,4	90,8	13,8	80,1	15,5	88,7	18,8	107,7	23,5	135,5
1100	1127,2±0,9	1127,0	16,9	121,1	15,6	108,1	15,2	97,6	16,8	105,9	20,5	129,5	25,8	163,7
1200	1229,1±1,1	1229,0	18,3	144,1	17,0	128,6	16,4	114,6	18,3	125,6	22,5	155,3	28,1	194,5
1300	1331,1±1,1	1331,0	19,6	166,8	18,4	150,9	17,6	134,3	19,4	144,8	24,2	181,2	30,1	225,9
1400	1433,1±1,1	1433,0	21,3	196,1	19,7	175,0	19,0	156,0	20,9	167,6	25,9	209,2	32,4	261,9
1500	1535,1±1,1	1535,0	22,7	224,3	21,2	201,7	20,1	177,2	20,9	192,2	27,4	236,7	34,6	300,5
1600	1637,1±1,1	1637,0	23,8	249,5	22,5	228,5	21,5	201,9	23,7	218,4	29,1	268,5	36,9	341,8
1700	1739,1±1,1	1739,0	25,4	284,0	23,7	255,6	22,7	227,8	25,2	246,3	-	-	-	-
1800	1841,1±1,1	1841,0	27,0	320,7	24,9	284,7	23,9	253,3	26,6	275,8	-	-	-	-
1900	1943,1±1,1	1943,0	28,2	353,8	26,1	314,9	25,2	282,8	27,7	303,9	-	-	-	-
2000	2045,1±1,7	2045,0	29,9	396,3	27,6	351,4	26,6	313,9	29,2	336,7	-	-	-	-
2100	2147,1±1,7	2147,0	31,3	434,8	28,7	383,1	27,7	343,7	-	-	-	-	-	-
2200	2249,0±1,7	2249,0	32,4	471,5	30,1	422,8	29,0	377,3	-	-	-	-	-	-
2300	2351,1±1,7	2351,0	33,9	515,9	31,3	459,3	30,3	413,1	-	-	-	-	-	-
2400	2453,1±1,7	2453,0	35,0	554,5	33,0	507,3	31,7	450,4	-	-	-	-	-	-
2500	2555,1±1,7	2555,0	36,6	605,3	34,2	547,3	32,8	486,0	-	-	-	-	-	-
2600	2657,1±1,7	2657,0	38,0	652,7	35,3	585,9	34,1	525,8	-	-	-	-	-	-
2700	2758,6±1,7	2757,0	39,5	707,0	36,8	637,2	-	-	-	-	-	-	-	-
2800	2861,0±1,7	2860,0	41,3	767,4	38,1	681,7	-	-	-	-	-	-	-	-
2900	2962,6±1,7	2962,0	42,4	751,4	39,7	738,2	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	3066,0±1,7	3064,0	44,0	876,7	40,8	784,9	-	-	-	-	-	-	-	-
3200	3270,0±1,7	3269,0	46,5	940,0	42,9	899,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3400	3474,0±1,7	3473,0	49,3	1065,0	45,6	994,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3600	3678,0±1,7	3677,0	52,2	1190,0	48,2	1151,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3800	3882,0±1,7	3881,0	55,1	1325,0	50,9	1287,0	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	4086,0±1,7	4085,0	57,9	1470,0	53,5	1382,0	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица А.3 – Геометрические параметры стеклокомпозитных труб с номинальной жёсткостью SN 10000 Па

DN, мм	Наружный диаметр трубы D _{нгр} , мм	Диаметр под муфтовое соединение D _{мг} , мм	Номинальное давление PN, атм.											
			PN1-6		PN10		PN16		PN20		PN25		PN32	
			Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/лм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/лм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/лм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/лм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/лм	Толщина стенки t _{ст} , мм	Масса трубы m, кг/лм
300	314,6±0,5	314,5	6,6	12,6	6,5	12,1	6,5	12,1	6,4	10,8	6,8	11,4	8,2	13,6
350	366,6±0,5	366,5	7,5	16,8	7,4	16,2	6,8	14,2	7,1	14,1	7,6	15,1	8,7	17,4
400	413,1±0,5	413,0	8,3	21,0	8,0	20,1	7,7	18,1	7,8	17,6	8,5	19,0	10,4	23,6
450	464,1±0,5	464,0	9,4	27,1	9,0	25,5	8,4	22,5	8,6	21,7	9,3	23,7	10,7	27,4
500	515,0±0,5	515,0	10,1	32,3	9,9	31,5	9,2	27,4	9,4	26,5	10,2	28,8	12,7	36,2
600	617,5±0,5	617,0	12,1	47,2	11,6	44,1	10,9	39,2	11,1	37,7	11,9	40,6	14,7	50,4
700	719,1±0,9	719,0	13,6	61,5	13,4	60,4	12,5	52,8	12,8	51,0	13,6	54,3	17,0	68,1
800	821,1±0,9	821,0	15,5	80,5	15,2	78,3	14,1	68,3	14,2	66,6	15,3	70,1	19,3	88,5
900	923,1±0,9	923,0	17,2	101,0	17,1	99,69	15,7	85,7	15,9	81,9	17,1	87,9	21,3	110
1000	1025,1±0,9	1025,0	19,2	126,1	18,7	121,4	17,3	105,7	17,5	102,4	18,8	107,7	23,5	135,5
1100	1127,2±0,9	1127,0	20,9	150,9	20,4	146,4	19,1	128,4	19,0	120,1	20,5	129,5	25,8	163,7
1200	1229,1±1,1	1229,0	22,8	180,5	22,3	174,3	20,6	151,5	20,7	143,1	22,5	155,3	28,1	194,5
1300	1331,1±1,1	1331,0	24,3	207,5	24,0	204,0	22,3	177,8	22,3	166,8	24,2	181,2	30,1	225,9
1400	1433,1±1,1	1433,0	26,4	244,0	25,9	237,5	23,8	204,8	23,7	191,3	25,9	209,2	32,4	261,9
1500	1535,1±1,1	1535,0	28,3	281,3	27,8	273,5	25,4	220,3	25,4	220,3	27,4	236,7	34,6	300,5
1600	1637,1±1,1	1637,0	30,1	318,7	29,5	310,4	27,2	268,2	26,9	254,8	29,1	268,5	36,9	341,8
1700	1739,1±1,1	1739,0	31,9	358,4	31,3	349,6	28,8	302,9	28,6	289,2	-	-	-	-
1800	1841,1±1,1	1841,0	33,7	402,3	32,9	389,6	30,2	335,3	30,3	322,7	-	-	-	-
1900	1943,1±1,1	1943,0	34,8	435,5	34,7	433,4	31,8	374,0	31,9	360,2	-	-	-	-
2000	2045,1±1,7	2045,0	36,2	475,1	36,4	479,5	33,6	415,4	33,5	400,3	-	-	-	-
2100	2147,1±1,7	2147,0	38,2	527,9	38,1	525,6	35,1	456,0	-	-	-	-	-	-
2200	2249,0±1,7	2249,0	40,1	581,0	40,1	581,0	36,7	498,6	-	-	-	-	-	-
2300	2351,1±1,7	2351,0	41,9	636,8	41,4	628,0	38,4	548,1	-	-	-	-	-	-
2400	2453,1±1,7	2453,0	43,9	697,6	43,2	683,2	40,0	594,6	-	-	-	-	-	-
2500	2555,1±1,7	2555,0	45,7	755,8	45,1	743,5	41,5	643,0	-	-	-	-	-	-
2600	2657,1±1,7	2657,0	47,9	827,5	46,7	800,7	43,2	696,2	-	-	-	-	-	-
2700	2758,6±1,7	2757,0	49,9	869,9	48,7	867,6	-	-	-	-	-	-	-	-
2800	2861,0±1,7	2860,0	51,7	964,2	50,6	936,9	-	-	-	-	-	-	-	-
2900	2962,6±1,7	2962,0	53,2	1025,6	52,1	998,3	-	-	-	-	-	-	-	-
3000	3066,0±1,7	3064,0	55,1	970,3	53,9	947,6	-	-	-	-	-	-	-	-
3200	3270,0±1,7	3269,0	58,2	1275,0	57,7	1275,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3400	3474,0±1,7	3473,0	61,8	1440,0	61,3	1390,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3600	3678,0±1,7	3677,0	65,4	1615,0	64,9	1580,0	-	-	-	-	-	-	-	-
3800	3882,0±1,7	3881,0	69,0	1800,0	68,4	1770,0	-	-	-	-	-	-	-	-
4000	4086,0±1,7	4085,0	72,5	1995,0	72,0	1980,0	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица А.4 – Геометрические параметры муфт

DN, мм	PN1-10						PN16						PN20						PN25						PN32						
	D _{нм} , мм	t _{см} , мм	Муфта ТИП А		Муфта ТИП Б		D _{нм} , мм	t _{см} , мм	Муфта ТИП А		Муфта ТИП Б		D _{нм} , мм	t _{см} , мм	Муфта ТИП А		Муфта ТИП Б		D _{нм} , мм	t _{см} , мм	Муфта ТИП А		Муфта ТИП Б		D _{нм} , мм	t _{см} , мм	Муфта ТИП А		Муфта ТИП Б		
			L _м , мм	m, кг	L _м , мм	m, кг			L _м , мм	m, кг	L _м , мм	m, кг			L _м , мм	m, кг	L _м , мм	m, кг			L _м , мм	m, кг	L _м , мм	m, кг			L _м , мм	m, кг	L _м , мм	m, кг	L _м , мм
300	350,8	17,2	270	9,1	255	8,6	353,6	18,6	270	9,9	255	9,4	355,4	19,5	270	10,4	255	9,8	358,9	21,2	270	13,0	255	12,3	361,2	22,3	270	13,0	255	12,3	
350	403,6	17,6	270	10,7	255	10,1	407,0	19,3	270	11,9	255	11,2	409,0	20,3	270	12,6	255	11,9	412,0	21,8	270	15,2	255	14,4	415,7	23,6	270	15,2	255	14,4	
400	450,1	17,6	270	12,0	255	11,3	454,7	19,9	270	13,7	255	12,9	457,1	21,1	270	14,6	255	13,8	460,3	22,7	270	17,7	255	16,7	464,5	24,8	270	17,7	255	16,7	
450	501,9	18,0	270	13,6	255	12,8	505,9	20,0	270	15,3	255	14,5	508,5	21,3	270	16,4	255	15,5	512,4	23,2	270	20,1	255	19,0	516,6	25,3	270	20,1	255	19,0	
500	553,9	18,5	270	15,5	255	14,6	558,3	20,7	270	17,5	255	16,5	561,3	22,2	270	18,9	255	17,9	565,2	24,1	270	22,9	255	21,7	571,5	27,3	270	26,0	255	24,6	
600	665,7	23,4	330	29,0	255	22,4	671,3	26,2	330	32,7	255	25,3	674,7	27,9	330	35,0	255	27,0	679,7	30,4	330	42,8	255	33,1	686,1	33,6	330	43,3	255	33,5	
700	768,7	23,9	330	34,2	255	26,4	775,7	27,4	330	39,6	255	30,6	779,1	29,1	330	42,2	255	32,6	784,8	31,9	330	51,7	255	40,0	792,8	35,9	330	53,5	255	41,3	
800	871,9	24,5	330	39,8	316	38,1	879,1	28,1	330	46,0	316	44,0	883,7	30,4	330	50,1	316	48,0	890,4	33,7	330	61,6	316	59,0	899,5	38,2	330	64,7	316	62,0	
900	975,7	25,4	330	46,2	316	44,2	983,5	29,3	330	53,7	316	51,4	988,7	31,9	330	58,8	316	56,3	995,9	35,5	330	72,3	316	69,2	1006,4	40,7	330	77,0	316	73,7	
1000	1079,1	26,1	330	52,5	316	50,3	1087,9	30,5	330	62,0	316	59,4	1093,7	33,4	330	68,2	316	65,3	1101,7	37,3	330	83,9	316	80,3	1112,8	42,9	330	99,0	316	94,8	
1200	1285,9	27,5	330	66,0	316	63,2	1296,5	32,8	330	79,4	316	76,0	1303,9	36,5	330	88,9	316	85,1	1312,9	41,0	330	109,0	316	104,4	1324,7	46,9	330	116,9	316	111,9	
1400	1493,1	29,1	330	81,0	316	77,6	1505,1	35,1	330	98,6	316	94,4	1515,4	39,2	330	120,6	316	115,5	1526,4	44,7	330	137,4	316	131,5	1535,3	50,1	330	144,9	316	138,8	
1600	1699,9	30,5	330	96,7	316	92,6	1713,9	37,5	330	120,3	316	115,2	1722,1	40,6	330	140,6	316	134,6	1735,8	47,4	330	164,7	316	157,7	1743,9	52,5	330	172,2	316	164,9	
1800	1906,3	31,7	330	113,0	316	108,2	1921,7	39,4	330	141,8	316	135,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2000	2113,3	33,2	330	131,1	316	125,5	2130,5	41,8	330	166,5	316	159,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2200	2320,1	34,6	330	150,0	316	143,6	2338,7	43,9	330	192,4	316	184,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2400	2526,9	36,0	330	169,9	316	162,7	2547,5	46,3	330	220,6	316	211,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2600	2733,9	37,5	330	191,7	316	183,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3000	3144,0	37,5	330	220,7	316	211,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3200	3411,8	69,9	330	455,0	316	435,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3600	3837,1	78,0	330	571,2	316	547,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3800	4048,7	81,8	330	632,2	316	605,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4000																															

Примечания:

1) Данные в таблице А.4 являются справочными. Точные значения геометрических параметров муфт, включая не представленных диаметров необходимо уточнять у ООО «НТТ».

2) Условные обозначения: D_{нм} – наружный диаметр муфты, мм; t_{см} - внутренний диаметр пружины, мм; L_м – толщина пружины, мм; m – масса муфты, мм.

ООО «Новые Трубные Технологии»

Тел./факс: Тел. 8 (499) 940-14-04 факс (495) 984-84-69.

E-mail: info@ntt.su