

Московское Представительство
Георг Фишер Пайпинг Системс Лтд

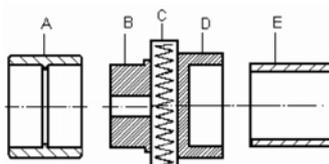
125047 Россия Москва
Тверская-Ямская 1-я ул, 23, офис 14А
Тел: +7 (495) 258 60 80
Факс: +7 (495) 258 60 81
e-mail: ru.ps@georgfischer.com

О различных методах соединений элементов пластиковых трубопроводов

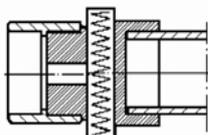
I.) МЕТОДЫ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

1) СВАРКА В РАСТРУБ

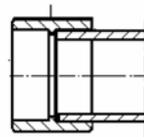
При данном способе сварки, требующем специального нагревательного инструмента, конец трубы вставляется в раструб соединительного фитинга и более никаких материалов не требуется. Конец трубы и раструб фитинга разогреваются до температуры сварки с помощью нагревательной втулки и нагревательного патрубка, соответственно, после чего труба вставляется в фитинг. Детальные требования к аппаратам и оборудованию для сварки термопластов изложены в DVS 2208 Part 1. Концы труб, раструбы фитингов и нагревательные устройства соотносятся таким образом, что при соединении труб и фитингов в месте соединений образуется необходимое давление сварки, что обеспечивает надежное однородное соединение деталей.



- A Муфта
- B Нагревательный патрубок
- C Нагревательный элемент
- D Нагревательная втулка
- E Труба



Разогрев деталей



Соединение

Основные требования

Основное требование – свариваться должны только одинаковые материалы. Для получения наилучшего результата должны свариваться только детали с плотностью 1.70 ... 1.80 г/см³ и показателем текучести MFR 230/5 1.0 до 25 г/10 мин.

При растровной сварке внимание должно обращаться на минимальную толщину стенок.

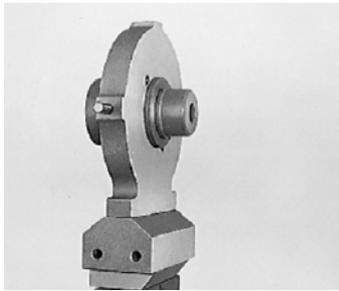
Требуемый инструмент

Кроме обычного инструмента используемого при работе с элементами пластиковых трубопроводов, для производства растровных соединений необходимо использовать труборезы или пилы, а так же устройства для снятия фаски.



Устройство для зачистки поверхности и снятия фаски.

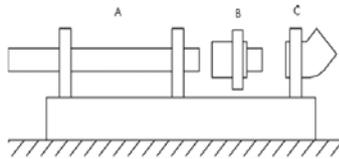
Используется для калибровки размеров концов труб. Помогает снизить усилие при вставке концов труб в нагревательную втулку, а также исключает повреждение покрытия поверхности нагревательной втулки. В то же время, на торце трубы снимается фаска и одновременно отмечается глубина вставки трубы в фитинг.



Нагревательный элемент для ручной раструбной сварки.

Элемент нагревается электрически. Нагревательный патрубок и нагревательная втулка являются сменными приспособлениями. Для каждого размера трубопровода требуется отдельный комплект.

ВАЖНО: контактная поверхность нагревательных инструментов должна иметь не пригорающее покрытие.



- A Труба**
- B Нагревательный элемент**
- C Фитинг**

Сварочный аппарат

Для сварки трубопроводов с внутренним диаметром $d = 50$ мм и более необходимо использовать сварочный аппарат. Однако, в случае сварки большого количества соединений меньшего диаметра рекомендуется использовать так же сварочный аппарат.

Аппарат должен устанавливаться и эксплуатироваться в соответствии с инструкцией производителя.

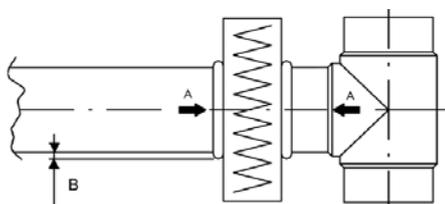
Общая процедура проведения сварки:

1. Установите температуру нагревательного элемента равной примерно 260°C . Реальная температура сварки должна быть $250^{\circ}\text{C} \dots 270^{\circ}\text{C}$. В процессе сварки требуется проводить контрольные замеры температуры с помощью ручного прибора для измерения температуры. Особенно это важно при работе в полевых условиях или в помещениях с активной циркуляцией воздуха. Возможные отклонения температуры в данных случаях $253^{\circ}\text{C} \dots 274^{\circ}\text{C}$.
2. Используя протирочные салфетки, очистите нагревательные патрубок и втулку. Очистка должна проводиться перед началом каждой сварки.
3. С помощью резака для труб отрежьте трубу необходимой длины. При этом убедитесь, что инструмент и труба очищены, и не имеют масляных загрязнений. При необходимости очистите их с помощью протирочных салфеток.
4. Снимите поверхностный слой и фаску с конца трубы.
5. Протрите конец трубы и фитинг протирочной салфеткой.
6. Промаркируйте взаимное положение трубы и фитинга.
7. Разогрейте наружную поверхность конца трубы и внутреннюю поверхность фитинга с помощью нагревательной втулки и нагревательного патрубка соответственно. Время разогрева деталей, время удаления нагревательного элемента и время охлаждения приводятся в руководстве по эксплуатации к сварочным аппаратам.

2) СТЫКОВАЯ СВАРКА

Данная сварка осуществляется путем разогрева торцов труб и фитингов до температуры сварки при прижатии свариваемых деталей к нагревательному элементу и последующего механического прижатия торцов друг к другу без использования дополнительных деталей и материалов, в результате чего получается однородный сварной шов. Стыковая сварка осуществляется только с помощью сварочных аппаратов, которые имеют возможность регулировать давление прижатия (давления сварки) торцов труб и фитингов.

Детальные требования к аппаратам и оборудованию для сварки термопластов изложены в DVS 2208 Part 1.



Труба Нагревательный элемент Фитинг

Основные требования

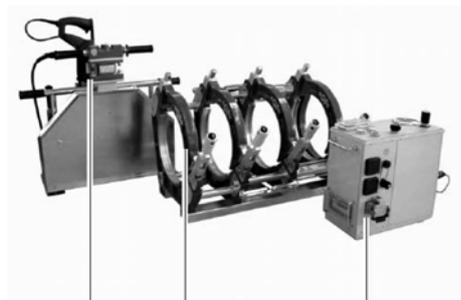
Основное требование – свариваться должны только одинаковые материалы. Для получения наилучшего результата должны свариваться только детали с плотностью 1.70 ... 1.80 г/см³ и показателем текучести MFR 230/5 1.0 до 25 г/10 мин.

При стыковой сварке нельзя сваривать трубы и фитинги с разной толщиной стенок.

Необходимо защищать зону сварки от воздействия атмосферных условий (прямые солнечные лучи, ветер, дождь, снег, и пр.)

Свободные концы труб вне защищенной зоны необходимо закрывать пластмассовыми колпачками для исключения циркуляции холодного воздуха.

Требуемый инструмент

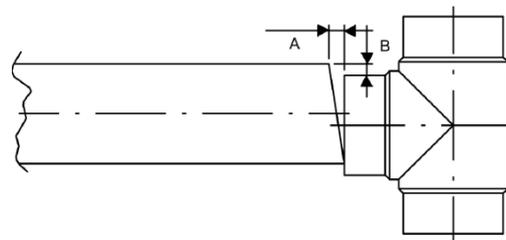


1 Контейнер с нагревательным элементом и блоком торцевателя
2 Центратор
3 Гидравлический блок

Для выполнения стыковой сварки кроме стандартного инструмента (резаков) необходим специальный сварочный аппарат. Аппарат должен иметь следующие особенности: фиксаторный механизм должен фиксировать различные детали, должен иметь возможность выравнять овальность труб без повреждения поверхности, должен обеспечивать четкую соосность свариваемых деталей. Аппарат должен выполнять параллельную обработку торцов труб и фитингов. Конструкция аппарата должна выдерживать нагрузки (давление), возникающие во время сварки без потери соосности и жесткости соединения. Поверхности нагревательного элемента должны быть параллельными и плоскими.

Общая процедура проведения сварки:

1. Установите температуру нагревательного элемента равной примерно 240°C. Реальная температура сварки должна быть 232°C ... 248°C. В процессе сварки требуется проводить контрольные замеры температуры с помощью ручного прибора для измерения температуры. Особенно это важно при работе в полевых условиях или в помещениях с активной циркуляцией воздуха.
2. Используя чистые сухие протирочные салфетки, очистите нагревательный элемент. Очистка должна проводиться перед началом каждой сварки.
3. С помощью резака для труб отрежьте трубу необходимой длины. При этом убедитесь, что инструмент и труба очищены и не имеют масляных загрязнений. При необходимости очистите их с помощью протирочных салфеток.
4. Зафиксируйте в фиксаторных блоках центратора свариваемые детали в правильном положении друг относительно друга.
5. С помощью торцевателя обработайте поверхности торцов свариваемых деталей.
6. Протрите концы деталей протирочной салфеткой (на каждую деталь должна использоваться отдельная салфетка). После протирки запрещается касаться обработанных поверхностей руками или посторонними предметами.
7. Сведите то касания свариваемые детали. Убедитесь, что зазор между торцами деталей менее 0,5 мм и разница между наружными поверхностями деталей не превышает 10% от толщины стенки. В случае выявления овальности деталей, отрегулируйте овальность с помощью фиксаторов. После регулировки обязательно проведите повторное торцевание деталей.



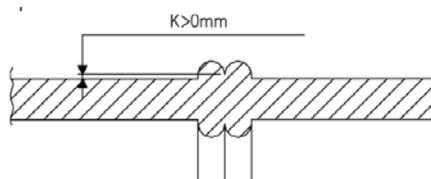
8. Под давлением (согласно таблицам сварочных параметров) прижмите торцы свариваемых деталей к нагревательному элементу до образования первоначального грата (напльва на торцах деталей). После чего давление снимается, но детали не должны отделяться от нагревательного элемента. Детали должны оставаться в контакте с нагревательным элементом в течение заданных параметрами сварки времени для прогрева свариваемых деталей.

9. По истечении заданного времени нагрева разведите детали и удалите нагревательный элемент как можно быстрее. Сведите детали до контакта и быстро, но плавно увеличьте давление прижатия деталей до заданного значения. Детали должны оставаться в контакте под давлением в течение заданного параметрами сварки времени для охлаждения и получения однородного прочного сварного шва.

10. По окончании времени охлаждения проверьте визуально сварочный шов. Форма шва должна быть равнобедренной, без зазоров между швом и поверхностью трубы. Впадина между половинами шва не должна быть на уровне или ниже поверхности трубы.



- | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| 1) Время оплавления | 4) Время создания давления сварки |
| 2) Время нагрева | 5) Время охлаждения |
| 3) Время удаления нагревателя | |



3) ЭЛЕКТРОМУФТОВАЯ СВАРКА

Электромuftовая сварка (сварка с помощью муфт с закладным нагревательным элементом) осуществляется путем разогрева наружных поверхностей торцов соединяемых труб или фитингов и разогрева внутренней поверхности муфты проволоочным нагревательным элементом, размещенным в муфте и разогревающимся при подаче электрического тока от сварочного аппарата. Длительность подачи тока и его величина определяется задаваемым режимом сварки и сопротивлением нагревательного элемента. В результате разогрева и последующего охлаждения образуется однородное неразъемное соединение. Нагревательный элемент после сварки остается вплавленным в зону сварки.

С помощью электромuftовой сварки разрешается сваривать элементы трубопровода с разными толщинами стенки.

Основные требования

Материал свариваемых элементов трубопровода и муфты должны быть однородными.

Овальность свариваемых труб и фитингов не должны иметь овальность.

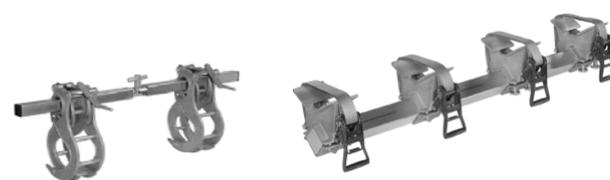
Требуемый инструмент

Для проведения электромuftовой сварки необходимо использовать следующие инструменты:

- поворотное зачищающее устройство для снятия оксидного слоя либо в исключительных случаях – ручной скребок. Зачищающее устройство должно обеспечивать равномерное снятие наружного поверхностного слоя толщиной 0,2 мм с трубы, при этом зачищенная поверхность не должна иметь задиры и необработанных мест.



- зажимное устройство для надежной фиксации труб или фитингов и электросварной муфты. При фиксации не допускается проскальзывание труб или фитингов в зажимном устройстве, а так же деформация труб (фитингов) в поперечном сечении.



- сварочный аппарат. Сварочный аппарат представляет собой преобразователь напряжения, использующийся для подачи тока на нагревательный элемент электросварной муфты, при этом осуществляющий контроль величины сопротивления нагревательного элемента, силы тока и времени подачи тока. Сварочный аппарат может оснащаться функцией протоколирования, благодаря которой он производит контроль времени, тока, условий сварки, типа электросварной муфты и ряда других параметров, а по окончании процесса сварки сохраняет данные (протокол) сварки в памяти. Протоколы могут быть переданы на персональный компьютер для печати на бумаге или передачи в электронном виде.



Общая процедура проведения сварки:

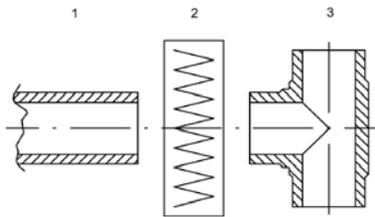
1. С помощью резака для труб отрежьте трубу необходимой длины. При этом убедитесь, что инструмент и труба очищены, и не имеют масляных загрязнений. При необходимости очистите их с помощью протирочных салфеток и спирта.
2. Используя зачищенное устройство, снимите поверхностный слой со свариваемых деталей на необходимую длину.
3. Протрите зачищенные поверхности свариваемых деталей салфеткой, смоченной спиртом, для удаления загрязнений, следов жира, влаги и пр. После очистки спиртом необходимо исключить любой контакт зачищенных поверхностей с посторонними предметами, в особенности с одеждой и кожным покровом во избежание загрязнения.
4. Нанесите несмываемым карандашом – маркером отметки в 2 - 3 точках по окружности трубы для обозначения глубины введения трубы (фитинга) в электросварную муфту согласно инструкции.
5. Закрепите одну свариваемую деталь в зажимном устройстве, обеспечивая свободный доступ к зачищенной области на поверхности детали.
6. Проверьте целостность и снимите упаковку с электросварной муфты, убедитесь в отсутствии видимых повреждений и загрязнений муфты. При необходимости, очистите муфту от загрязнений салфеткой, смоченной спиртом.
7. Установите муфту на деталь, установленную в зажимном устройстве, в требуемом положении в соответствии с нанесенными маркером отметками. Вставьте в электросварную муфту вторую деталь в соответствии с нанесенными отметками. Зафиксируйте вторую свариваемую деталь в зажимном устройстве.
8. Подключите к разъемам электросварной муфты сварочный аппарат. Введите в аппарат необходимые параметры сварки и начните процесс сварки.
9. По окончании цикла сварки сварочный аппарат прекратит подачу тока на нагревательный элемент электросварной муфты. Аппарат может быть отключен от муфты, однако, зажимное устройство с области сварного соединения нельзя снимать до окончания времени остывания.
10. После снятия зажимного устройства следует провести визуальный контроль сварного соединения. Свариваемые детали и электросварная муфта должны быть сосны, индикаторы сварки на муфте должны быть выдавлены наужу, нанесенные маркером отметки должны располагаться непосредственно у края муфты.

4) ИНФРАКРАСНАЯ СВАРКА

Инфракрасная сварка осуществляется путем разогрева торцов труб и фитингов до температуры сварки без контакта свариваемых деталей с нагревательным элементом и последующего механического прижатия торцов друг к другу без использования дополнительных деталей и материалов, в результате чего получается однородный сварной шов.

Полученное соединение обладает следующими характеристиками:

- отсутствие контакта исключает попадание в зону сварки посторонних включений,
- малый по размеру сварной шов из-за отсутствия процесса нагрева,
- сварной шов имеет низкие механические напряжения благодаря равномерному нагреву посредством инфракрасным излучением.



- 1 Труба
- 2 Нагревательный элемент
- 3 Фитинг

Основные требования

Основное требование – свариваться должны только одинаковые материалы.

При инфракрасной сварке нельзя сваривать трубы и фитинги с разной толщиной стенок.

Осевое смещение свариваемых деталей не должно быть более 10% толщины стенки.

Требуемый инструмент

Для выполнения инфракрасной сварки кроме стандартного инструмента (резаков) необходим специальный сварочный аппарат. Аппарат должен иметь следующие особенности: фиксаторный механизм должен фиксировать различные детали, должен иметь возможность выравнивать овальность труб без повреждения поверхности, должен обеспечивать четкую соосность свариваемых деталей. Аппарат должен выполнять параллельную обработку торцов труб и фитингов. Конструкция аппарата должна выдерживать нагрузки (давление), возникающие во время сварки без потери соосности и жесткости соединения.

IR63 Plus®:

Диапазон свариваемых деталей:
d20-63 мм



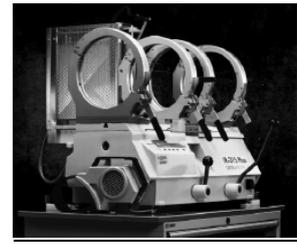
IR225 Plus®:

Диапазон свариваемых деталей:
d63-225 мм



IR315 Plus®:

Диапазон свариваемых деталей:
d250-280-315 мм



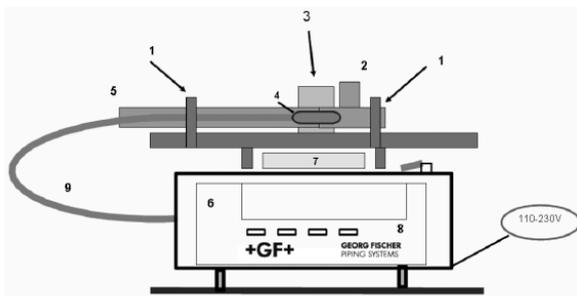
Общая процедура проведения сварки:

Процедура сварки в общем аналогична процедуре стыковой сварки. Однако перед началом работ по инфракрасной сварке компания Georg Fischer рекомендует сварщикам пройти обучение для соблюдения всех требований и получения качественных сварочных соединений.

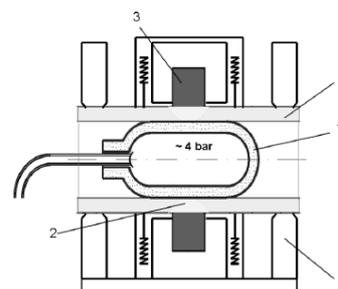
5) VCF СВАРКА

Процесс сварки VCF (бесшовная и без щелевая сварка) состоит в передаче тепловой энергии нагревательным элементом, охватывающим зону сварки снаружи, на концы свариваемых деталей, находящихся в контакте, но без дополнительного прижатия деталей друг к другу. В то же время эластичный надуваемый баллон расположен в зоне сварки и накачан до 3-4 бар. Он играет роль опоры для разогретого материала и исключает образование внутреннего бурта в зоне сварки.

Полностью автоматический процесс сварки при работе со сварочным аппаратом, разработанным компанией Georg Fischer, обеспечивает простоту управления и полностью повторяемое качество сварки.



1 Фиксаторы деталей



1 Надуваемый баллон

- 2 Фитинг
- 3 Нагревательный элемент с фиксаторами фитингов
- 4 Надуваемый баллон
- 5 Труба
- 6 Насос для баллона
- 7 Вентилятор для охлаждения
- 8 Панель управления
- 9 Шланг подачи сжатого воздуха

- 2 Зона сварки
- 3 Нагревательный элемент
- 4 Фиксаторы
- 5 Свариваемые детали

Основные требования

Основное требование – свариваться должны только одинаковые материалы.

При BCF сварке нельзя сваривать трубы и фитинги с разной толщиной стенок.

Требуемый инструмент

Для выполнения BCF сварки кроме стандартного инструмента (резаков) необходим специальный сварочный аппарат.



Сварочный аппарат BCF®PLUS

Общая процедура проведения сварки:

Перед началом работ по BCF сварке компания Georg Fischer рекомендует сварщикам пройти обучение для соблюдения всех требований и получения качественных сварочных соединений.

1. Произвести торцевание трубы. Очистить свариваемый торец с помощью протирочных салфеток смоченных спиртом.
2. Установить трубу в сварочный аппарат и закрепить фиксатором. Торец трубы должен располагаться ровно по середине нагревательного элемента.
3. Протереть салфетками шланг и накачиваемый баллон. Пропустить шланг через свободный конец трубы и закрепить на конце шланга баллон. Баллон вставить в трубу – середина баллона должна совпадать с серединой нагревательного элемента.
4. Аналогично подготовить вторую свариваемую деталь. Закрепить её вплотную торцом к торцу с зафиксированной в аппарате трубой. Проверить соосность и наличие зазоров. Проверить положение баллона внутри свариваемых деталей. Скорректировать его положение при необходимости.
5. Включить аппарат, задать все необходимые параметры в соответствии с меню аппарата.
6. Включить процедуру сварки в аппарате. Баллон предварительно накачивается до 1,5-2 бар. Проверьте положение баллона в зоне сварки с помощью ручного фонарика. При необходимости снимите внутреннее давление в баллоне и поправьте его с помощью шланга.
7. Включите программу сварки и следуйте инструкциям на дисплее.
8. По окончании сварки можно распечатать протокол сварки, 2 наклейки для нанесения на трубопровод и на карту трубопровода.
9. Проверка качества сварного шва выполняется визуально при просвечивании ручным фонариком на предмет выявления раковин, посторонних включений, наличия загрязнений и смещения свариваемых деталей во время сварки (по смещению следов фиксаторов на трубе).

6) КЛЕЕВОЕ СОЕДИНЕНИЕ

Клеевое соединение двух деталей, элементов трубопровода осуществляется путем введения торца трубы в соединительную муфту (фитинг), при этом на области соединения обеих деталей нанесен клей. Клей для каждого типа материала должен использоваться специальный, так как он представляет собой растворенный пластиковый материал, из которого во время высыхания клеевого соединения испаряется растворитель и область соединения двух деталей становится однородной.

Преимуществом данного вида соединения является отсутствие какого-либо специального оборудования, необходимости использования дополнительных источников энергии.

Основные требования

Клей не должен иметь комков и должен свободно стекать по наклонной поверхности.

Нельзя использовать клей, предназначенный для одного вида пластика, для склеивания другого вида.

Время с начала процесса нанесения клея на соединяемые детали и до окончания полного соединения деталей ограничено. В случае превышения, клеевое соединение должно быть удалено из трубопровода.

Требуемый инструмент

Кроме обычного инструмента используемого при работе с элементами пластиковых трубопроводов, для производства клеевых соединений необходимо использовать труборезы или пилы, а так же устройства для снятия фаски.

Так же необходима кисточка соответствующего размера и деревянная палочка для перемешивания клея.

Общая процедура проведения сварки:

1. С помощью резака для труб отрежьте трубу необходимой длины. При этом убедитесь, что инструмент и труба очищены, и не имеют масляных загрязнений. При необходимости очистите их с помощью протирающих салфеток.
2. С помощью фаскоснимателя снимите фаску с наружной поверхности на торце трубы.
3. Протрите поверхности соединяемых деталей (сначала внутреннюю поверхность соединительной муфты, а затем наружную поверхность трубы) салфеткой, смоченной спиртом, для удаления загрязнений, следов жира, влаги и пр. После очистки спиртом необходимо исключить любой контакт зачищенных поверхностей с посторонними предметами, в особенности с одеждой и кожным покровом во избежание загрязнения.
4. Нанесите несмываемым карандашом – маркером отметки в 2 - 3 точках по окружности трубы для обозначения глубины введения трубы (фитинга) в муфту согласно инструкции.
5. Нанесите равномерный слой клея аккуратными мазками кисти вдоль оси трубы или муфты на наружную поверхность конца трубы и внутреннюю поверхность муфты. Время нанесения клея ограничено, при необходимости следует производить соединение 2 – 4 специалистами.
6. После нанесения клея на обе соединяемые детали необходимо вставить трубу в муфту до упора, не допускайте проворачивания деталей друг относительно друга во избежание образования пузырей воздуха в клеевом соединении. Далее следует проверить правильность клеевого соединения, проверяя наличие следов клея на поверхности трубы у торца муфты по всей её окружности.

ВЫБОР МЕТОДА СОЕДИНЕНИЯ:

Выбор метода соединения определяется по назначению трубопровода, требованиям к степени чистоты швов, необходимости очистки трубопроводов от бактерий, мельчайших загрязнений и посторонних включений.

В зависимости от типа пластикового материала для соединения элементов трубопроводов могут использоваться разные методы неразъемных соединений:

	PVC-U	PVC-C	ABS	PP-H	PP-n	PVDF	PE	PB
Сварка в раструб	x	x	x	√	√	√	√	√
Стыковая сварка	x	x	x	√	√	√	√	√
Электромуфтовая сварка	x	x	x	x	x	x	√	√
Инфракрасная сварка	x	x	x	√	√	√	√	√
Бесшовная (BCF) сварка	x	x	x	x	√	√	x	x
Клеевое соединение	√	√	√	x	x	x	x	x

II.) РАЗЪЕМНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

1. Фланцевые соединения

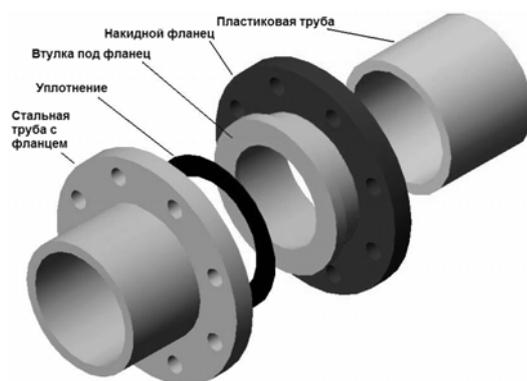
Фланцевые соединения используются для создания быстроразъемного соединения при соединении отдельных участков трубопровода, для установки дисковых затворов или обратных дисковых клапанов. Фланцевые соединения унифицированы и могут применяться для соединения пластиковых участков, а так же для соединения пластикового и металлического участков трубопровода.

Для соединения отдельных участков трубопроводов и установки запорной арматуры часто используются разъемные фланцевые соединения. В пластиковых трубопроводах фланцевое соединение состоит из нескольких элементов: труб, на их торцах крепятся втулки под фланец, между которыми устанавливается уплотнительное кольцо, после чего втулки под фланец прижимаются друг к другу с помощью накладных фланцев и болтов.



Пластиковые втулки под фланец изготавливаются с плоской контактной поверхностью, с рифленой поверхностью, либо с плоской поверхностью в которой имеется паз под уплотнение.

Существуют несколько видов уплотнений: с круглым сечением, плоским сечением и профильные фланцевые уплотнения (комбинированные). Уплотнения с плоским сечением требуют значительных усилий при затягивании болтов и высокой степени соосности участков трубопровода. В трубопроводах давлением выше 10 бар (а при DN 200 и больше – выше 6 бар) рекомендуется использовать уплотнения только с круглым сечением или профильные уплотнения, так как они обеспечивают хорошую герметизацию фланцевого соединения даже при малых усилиях во время затягивания болтов.



При соединении пластикового и металлического участков трубопроводов можно использовать со стороны пластикового участка втулку под фланец с рифленой поверхностью и профильным уплотнением, либо втулку с пазом и круглое уплотнение, однако, не рекомендуется устанавливать круглое уплотнение в случае некачественно обработанной поверхности металлического фланца.



При соединении участков пластикового трубопровода можно использовать две втулки под фланец с рифленой контактной поверхностью и плоским или профильным уплотнением, либо одну втулку с рифленой поверхностью и одну втулку с пазом под уплотнение, в котором устанавливается круглое уплотнение.

При установке пластикового дискового затвора следует использовать втулки под фланец с рифленой контактной поверхностью без уплотнений.

При установке обратных дисковых клапанов на трубопроводе PN10 следует использовать втулки под фланец с рифленой или плоской контактной поверхностью без уплотнений. При установке дисковых обратных клапанов на трубопроводе PN16 диаметром d75 ... d160 следует использовать втулки под фланец с рифленой или плоской контактной поверхностью без уплотнений, однако, сам обратный клапан должен быть на один размер меньше, чем втулка под фланец, во избежание заклинивания поворотного диска во втулке и трубе.



Важное требование при сборке фланцевых соединений заключается в правильном ориентировании накладных фланцев: болты в нижней части фланца должны располагаться по сторонам относительно вертикальной оси в сечении фланца. Тем самым при появлении утечек во фланцевом соединении в самой нижней точке (в месте отрыва капель) будет свободное пространство и риск ржавления и повреждения болтов будет минимальным.



Вторым требованием является соблюдение момента затяжки болтов. Чрезмерное закручивание болтов может привести к повреждению уплотнения

