

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОЕДИНЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

Бернд Шустер (Bernd Schuster), Томас Лейнгрубер (Thomas Leingruber)

Компания Georg Fischer Piping Systems (Switzerland) Ltd

Полиэтилен завоевал всемирное признание в качестве материала для труб. В прошлые годы трубопроводы из полиэтилена строили в основном компании, занимающиеся газоснабжением. Однако в наши дни основной рост потребления трубопроводов из полиэтилена связан с его применением в системах водоснабжения, где типовые диаметры труб достаточно велики. Неуклонно растет спрос на трубы больших диаметров, а вместе с ним растут и требования к соответствующим технологиям монтажа. Недавно разработанная технология муфтовой сварки полиэтиленовых труб большого диаметра с использованием комплектов прижимных пластин предназначена для устранения всех возможных негативных последствий, связанных с достаточно большими допусками диаметра, овальностью труб, а также условиями проведения монтажных работ.

Характеристики полиэтиленовых труб большого диаметра

Формально трубы большого диаметра обладают теми же базовыми характеристиками (табл. 1), что и трубы меньшего диаметра, но, тем не менее, они требуют несколько другой технологии обращения с ними. Небольшой и удобный для монтажа вес полиэтиленовой трубы диаметром, скажем, 110 мм становится большим и неудобным, когда речь идет о стандартной длине трубы диаметром 630 мм. Для перемещения полиэтиленовой трубы большого диаметра уже не обойтись без крана или других грузоподъемных приспособлений.

Трубы изготавливаются с использованием процесса непрерывной экструзии и нарезаются на отрезки необходимой

Табл. 1. Сравнение характеристик труб диаметром 110 мм и 630 мм

Размер трубы	диаметр 110 SDR 11	диаметр 630 SDR 17
Вес 1 п.м, кг	3,1	66,0
Допустимая овальность (DGDW GW 335 A2), мм	11,0	63,0
Разница длины при отклонении плоскости разреза от перпендикуляра (Длина _{макс} - Длина _{мин}), мм/град.	1,9	11,0
Минимальный диаметр (в соответствии с EN 1555 / 12201 для труб), мм	110	630,0
Максимальный диаметр (в соответствии с EN 1555/ 12201 для труб), мм	110,7	633,8
Погрешность + допуск, мм	0,7	3,8
Максимальная овальность (в соответствии с EN 1555/ 12201 для труб)	2,2 мм (2%)	22,1 мм (3,5%)

длины во время производства. При разрезании трубы внутренние напряжения приводят к возникновению так называемой бочкообразности – уменьшению диаметра на конце трубы, причем с увеличением диаметра трубы величина бочкообразности растет и должна приниматься во внимание. Кроме того, при нарезке труб растет важность перпендикулярности плоскости разреза оси трубы. Каждый градус углового отклонения приводит к разнице в общей длине труб. Если на трубе диаметром 110 мм эта разница составляет 2 мм на каждый градус отклонения, то на трубе диаметром 630 мм – уже 11 мм. Один угловой градус – очень небольшое отклонение, и такой точности сложно достичь на месте. Кроме того, существует вероятность того, что линия разреза трубы будет волнистой, а не прямой, если используется пила с коротким лезвием.

Наружный диаметр полиэтиленовой трубы большого размера определяется с использованием кольцевой измерительной ленты. Этот метод автоматически дает средний диаметр трубы, но не учитывает ее овальность (рис. 1).

Европейские стандарты указывают, что минимальный наружный диаметр для полиэтиленовых труб должен равняться их номинальному размеру. Для трубы диаметром 630 мм допускается отклонение максимального диаметра от номинального до 3,8 мм. При этом для трубы диаметром 110 мм максимально допустимое превышение размера должно составлять всего лишь 0,7 мм.

С увеличением номинальных размеров разрешенные стандартами допуски по овальности увеличиваются. Рассматривая максимально допустимую овальность для труб большого диаметра 3,5% сразу после производства, необходимо принимать во внимание, что это означает для труб диаметром 630 мм абсолютное отклонение от их номинального диаметра в пределах ± 11 мм, и, таким образом, совокупную разницу 22,1 мм. Во многих случаях овальность часто усиливается во время хранения. Причин этому несколько:

- неправильное складирование труб в виде пирамиды, либо простым нагромождением друг на друга;
- увеличение кольцевого напряжения с увеличением толщины стенок;
- воздействие собственного веса труб при длительном хранении.

Чрезмерная овальность является источником большинства проблем при монтаже полиэтиленовых труб больших диаметров.

Зоны подвижной посадки между трубами большого диаметра и электросварными муфтами

Все технологические операции при производстве корпусов муфт большого диаметра производятся на токарном станке. Таким образом, можно предположить, что форма электросварных муфт является практически точно круглой. В готовой продукции может проявляться только очень ограниченная овальность. С другой стороны, трубы большого диаметра, как правило, имеют довольно большую овальность.

Таким образом, существуют зоны (рис. 2), где овальная труба имеет больший наружный диаметр, чем внутренний диаметр муфты, что делает невозможным надевание муфты на трубу, и зоны, в которых имеется большой зазор между трубой и муфтой. Эту проблему необходимо решить

Рис. 1. Идеальная (круглая) и реальная (овальная) труба

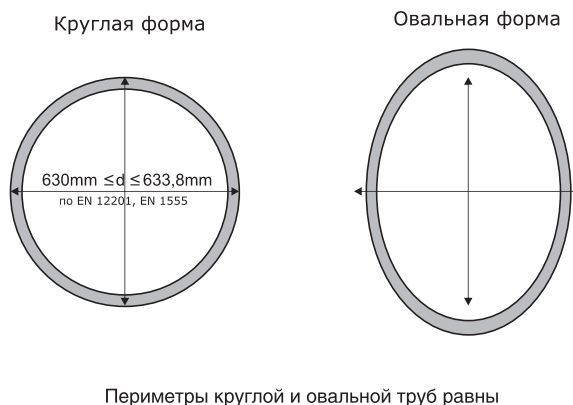
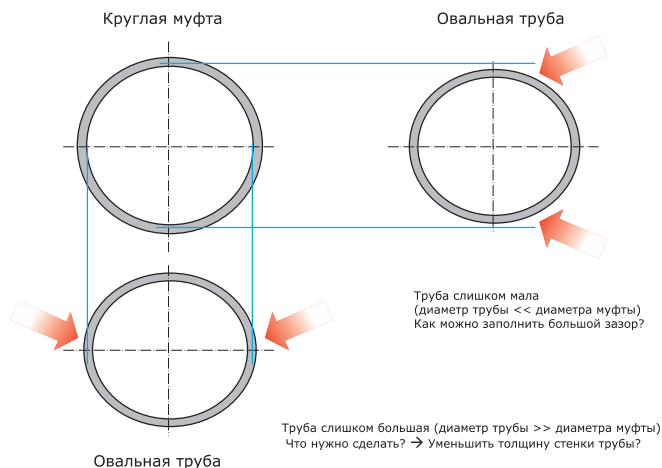


Рис. 2. Диапазон допусков для труб и фитингов большого диаметра



при разработке муфтовых соединений для полиэтиленовых труб большого диаметра.

Требования к новым соединениям для труб

Новая система соединения труб должна дополнять стыковую сварку. Основной областью ее применения будут небольшие трубопроводы, а также соединения в наиболее ответственных точках трубопровода. Примерами таких точек являются запорные вентили, места вставки заранее изготовленного участка трубы, соединения с емкостями, а также участки, где монтаж проводится в стесненных условиях, другими словами, там, где стыковая сварка является практически невозможной.

К такой технологии должны предъявляться следующие требования:

- простота использования и правильность применения при сборке всех соединений труб;
- возможность применения в стесненных условиях (не более 40 см вокруг трубы);
- все оборудование и аксессуары должны быть с ручным управлением;
- использование стандартного оборудования для сварки

существующего ассортимента электросварных фитингов ELGEF Plus®;

- возможность использования с другими методами сварки полиэтиленовых труб большого диаметра;
- обеспечение высокого качества соединений в сложных условиях на площадке;
- возможность использования для монтажа труб в диапазоне от SDR 11 до SDR 33, марок ПЭ 80 и ПЭ 100, при температурах от -10 до +45 °С;
- тестирование и критерии приемки должны соответствовать международным правилам.

Решение проблемы – новая технология установки

В результате интенсивной научно-исследовательской работы появился запатентованный процесс монтажа полиэтиленовых труб большого диаметра при помощи комплекта прижимных пластин. Процесс состоит из двух основных операций:

1. Восстановление первоначальной формы полиэтиленовой трубы при помощи комплекта прижимных пластин (рис. 3)
2. Установка муфт при помощи комплекта прижимных пластин (рис. 4).

В основе новой технологии лежит использование комп-

лекта прижимных пластин, выполняющего две функции: во-первых, облегченное восстановление первоначальной формы полиэтиленовой трубы большого диаметра, и, во-вторых, активное усиление муфт большого диаметра во время процесса сварки.

Комплект прижимных пластин – схема и компоненты

Комплект прижимных пластин состоит из собственно прижимной пластины и корсета из хомутов. Прижимная пластина состоит из двух пневматических плоских подушек, изготовленных из вулканизированного композитного материала. Эти подушки наполняются сжатым воздухом до максимального давления в 10 бар. Большая зона контакта пластин в сочетании с имеющимся давлением создает огромное усилие – примерно 15 000 Н или 1,5 тонны на бар давления! Усилие крепления по отношению к прижимным пластинам дополняется при помощи корсета из хомутов.

Этот корсет из хомутов помогает прижимным пластинам передавать давление на поверхность трубы, с которой они соприкасаются, для восстановления ее первоначальной формы, либо активно передавать давление на поверхность муфты во время процесса монтажа. Корсет из хомутов со-

Рис. 3. Восстановление изначальной формы полиэтиленовых труб с использованием комплекта прижимных пластин



Рис. 4. Установка муфты с использованием комплекта прижимных пластин



Рис. 5. Комплект прижимных пластин



Рис. 6. Муфта ELGEF Plus диаметром 560 мм, SDR 17



стоит из трех специальных взаимосвязанных хомутов с храповым механизмом повышенной надежности.

Прочие пневматические компоненты – это шланги высокого давления и манометр для регулирования давления воздуха, нагнетаемого в прижимные пластины. Для сохранения расстояния между прижимными пластинами и для обеспечения симметричного расстояния между трубами или муфтами во время монтажа используются соединительные стяжки. Полный комплект прижимных пластин хранится в прочном переносном ящике (рис. 5).

Электросварные муфты ELGEF® Plus диаметром 560 и 630 мм

В основе специальных характеристик новых муфт ELGEF® Plus (рис. 6) лежит принцип активного усиления, дополняющего поддержание давления сварки и обеспечивающего плотное прилегание муфты к трубе. Этот принцип очень успешно использовался многие годы для электросварных муфт ELGEF® диаметром 355 и 500 мм, которые снабжались наружным усиливающим кольцом. Для более крупных диаметров 560 и 630 мм этот тип активного усиления не применялся, а использовались многократные наружные прижимные пластины.

Используя именно этот принцип активного усиления, стало возможным достичь чрезвычайно высоких уровней качества соединения электросварных муфт ELGEF® номинального размера 560 и 630 мм с отличными результатами заполнения зазоров.

Уже упомянутые возможные отклонения торца трубы от перпендикуляра и овальность конца трубы могут привести к тому, что в процессе сварки расплав стечет к центру муфты, не образуя достаточного давления соединения. Новые муфты имеют увеличенную длину холодных зон, что с высоким уровнем уверенности исключает такую возможность.

Дополнительной характеристикой этих муфт является то, что все электрические зажимы и индикаторы плавки имеют потайную головку, а муфты имеют рельефные угловые канавки с каждой стороны. Положение и глубина индикаторов сварки были выбраны таким образом, чтобы даже полностью активированный штырь индикатора все равно оставался ниже наружной поверхности муфты после завершения цикла сварки. Круглые канавки на фитинге играют роль визуальных маркеров выравнивания для правильного размещения комплекта прижимных пластин.

Восстановление первоначальной формы трубы с использованием комплекта прижимных пластин

Трубы большого диаметра обычно отличаются значительной овальностью, которую нельзя исправить без использования специального инструмента. В прошлом для этого использовались тяжелые, громоздкие и достаточно дорогие гидравлические тиски.

Начальная стадия новой процедуры для установки муфт большого диаметра заключается в восстановлении первоначальной формы полиэтиленовой трубы при помощи комплекта прижимных пластин. Сначала определяется овальность трубы на ее торце путем измерения наибольшего и наименьшего диаметров (рис. 7). Это легко сделать при по-

мощи линейки. Оба диаметра должны быть промаркированы на торце трубы, а также должны быть зафиксированы их значения. Две прижимные пластины размещаются на расстоянии 30 см от торца трубы так, чтобы плоскость наибольшего диаметра проходила через их центр, и жестко фикси-

Рис. 7. Восстановление изначальной формы полиэтиленовых труб

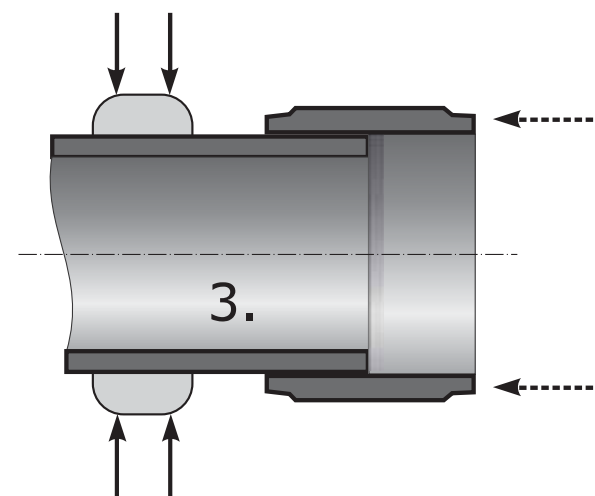
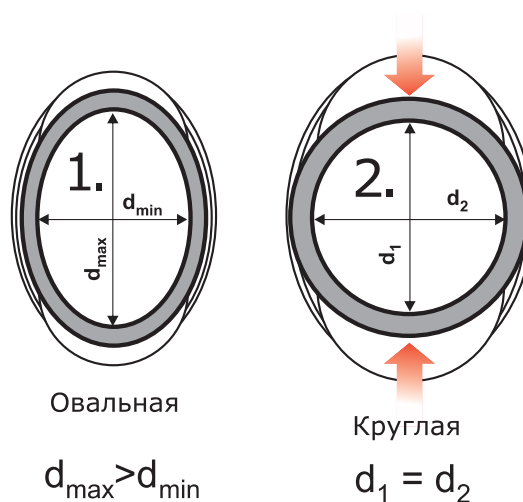


Рис. 8. Вращающееся устройство для зачистки RTC 710



руются при помощи корсета из хомутов. Используя для контроля манометр, необходимо заполнять прижимные пластины сжатым воздухом до пор, пока оба диаметра не станут одинаковыми.

Этот процесс восстановления первоначальной формы исправляет пригонку между трубой и фитингом. После завершения этой операции вращающийся инструмент для зачистки (рис.8) легко снимает окислившийся наружный слой трубы. Многолетний опыт Georg Fischer показал, что ручная зачистка труб большого диаметра (периметр которых составляет 2 м и более), особенно для ширины 20 см, никогда не может обеспечить требуемой равномерности удаления материала. Поэтому рекомендуется использование вращающегося инструмента для зачистки. Хотя ручные скребки полезны для обработки углов на концах труб, они никогда не могут дать повторяющийся результат на больших поверхностях!

Рис. 9. Выравнивание с пазом фитинга



Рис. 10. Полевые испытания по диаметру 560 мм на «Холодном Севере» («Cold North»)



Когда труба зачищена и обезжирена, глубина вставки промаркирована, и труба полностью вставлена в муфту, прижимные пластины можно удалить.

Установка муфты с использованием комплекта прижимных пластин

Конструкция активного усиления электросварных муфт ELGEF® Plus обеспечивает оптимальное заполнение зазоров между внутренней поверхностью фитинга и наружной поверхностью трубы расплавом в процессе сварки. При необходимости наружный диаметр трубы можно уменьшить, повторяя операцию зачистки до тех пор, пока муфта не будет легко надеваться на конец трубы.

Когда муфта правильно расположена между соединяемыми трубами, все три прижимные пластины соединяются вместе и оборачиваются вокруг фитинга. Соединительные стяжки необходимо отрегулировать таким образом, чтобы прижимные пластины находились на равном расстоянии друг от друга. Обвязка из прижимных пластин выравнивается по кольцевому выступу с той стороны фитинга, которая будет свариваться первой (рис.9). Пластины наполняются сжатым воздухом до тех пор, пока давление не достигнет заданного уровня, после чего можно начинать процесс сварки. После завершения цикла первой сварки необходимо выдержать минимум 20 минут для охлаждения, после чего прижимные пластины можно снять и установить на другую сторону фитинга для начала второго цикла сварки.

Блок обвязки прижимными пластинами прижимает муфту к поверхности трубы с огромным усилием. Хотя обвязка не имеет полного кругового контакта, доказано, что на зону контакта между трубой и муфтой воздействует достаточное давление. Именно эти сжимающие усилия образуют ядро конструкции активного усиления. Несомненными преимуществами предлагаемой системы являются простота и удобство монтажа, возможность работы с трубами всех классов и при температуре окружающей среды от -10 до $+45^{\circ}\text{C}$, а также высокое качество соединения (рис. 10).

Выводы и дополнительная информация

Уникальная, запатентованная технология соединения полностью учитывает все особенности, которые могут возникнуть при монтаже полиэтиленовых труб большого диаметра. В основе этой новой технологии лежит АДАПТАЦИЯ, а не КОМПЕНСАЦИЯ, и поэтому она дополняет получивший всемирное признание метод стыковой сварки. Основное внимание при развитии технологии было уделено простоте использования и качеству соединения.

Электросварные фитинги ELGEF Plus диаметром 560 и 630 мм не могут устанавливаться без использования комплекта прижимных пластин. Поскольку такие комплекты имеют двойную функцию – восстановление первоначальной формы трубы и усиление муфты при монтаже – необходимый инструмент всегда имеется на месте проведения работ. Полный комплект оборудования также включает вращающийся инструмент для зачистки. Такой инструмент экономит время при подготовке соединений, а также предлагает воспроизводимый стандарт зачистки и, таким образом, вносит значительный вклад в обеспечение оптимального качества соединений.