

# БЫСТРОЕ СОЕДИНЕНИЕ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ЭЛЕКТРОМУФТОВОЙ СВАРКОЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

## ТЕХНИЧЕСКОЕ СРАВНЕНИЕ СОЕДИНЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ НОВЫХ МУФТ С КОНИЧЕСКИМИ ВТУЛКАМИ И ТРАДИЦИОННОГО СОЕДИНЕНИЯ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ МУФТОЙ ДЛЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ НОМИНАЛЬНЫМ ДИАМЕТРОМ ОТ 1000 ММ

Роберт Экерт

**Использование соединений с коническими втулками приводит к революционным изменениям в технологии соединения труб большого диаметра. Технологичность нового соединения на порядок выше, чем у традиционных цилиндрических муфт. При этом достигается устойчиво высокое качество сварки, а сам процесс выполняется очень быстро по ясным и простым правилам. Любой знакомый со сборкой фланцев может работать и с коническими зажимными втулками.**

### Практические аспекты выполнения соединений труб большого диаметра

Трубопроводы из полиэтилена используются в разнообразных целях более 50 лет. При этом увеличивается применение труб больших диаметров (более 630 мм), в основном для перекачки воды, а также для орошения и дренажа. Но увеличение диаметра также приводит к росту требований к технологичности соединений. В этой области традиционные технологии (например, стыковая или электромуфтовая сварка) достигли своих пределов. Они очень требовательны к величине овальности труб и допускам на размеры сопрягаемых деталей, что противоречит фактической ситуации, поскольку рост размеров приводит и к увеличению допусков. Поэтому в современных условиях электромуф-

товая сварка труб большого диаметра цилиндрической муфтой является очень трудоемкой технологией (рис. 1), требующей высокой квалификации исполнителя и особой тщательности во время выполнения соединения. Знаний, полученных в рамках обычной программы обучения сварщиков, для этого уже не хватает. Выполнение надежных соединений труб большого диаметра требует не только обеспечения необходимого качества сопрягаемых поверхностей и использования хорошего оборудования, но и специализированного технического контроля.

Компенсация больших зазоров в соединении и устранение овальности трубы теперь возможны при использовании конических втулок, обеспечивающих устойчиво высокое качество выполнения соединения.

### Критерии технологичности электромуфтового соединения труб диаметром до 1200 мм, выполняемого с использованием цилиндрической муфты

Выполнение таких соединений стало возможным благодаря следующим решениям:

- армирование внешней цилиндрической поверхности муфты для улучшения качества сварного соединения (рис. 2), устойчивый рост давления расплава за счет сдерживания расширения корпуса муфты;
- предварительный нагрев для улучшения контакта деталей при наличии большого зазора;
- использование специальных приспособлений.



**Рис. 1. Соединения при помощи цилиндрическими муфтами требуют приложения больших физических усилий из-за больших допусков**

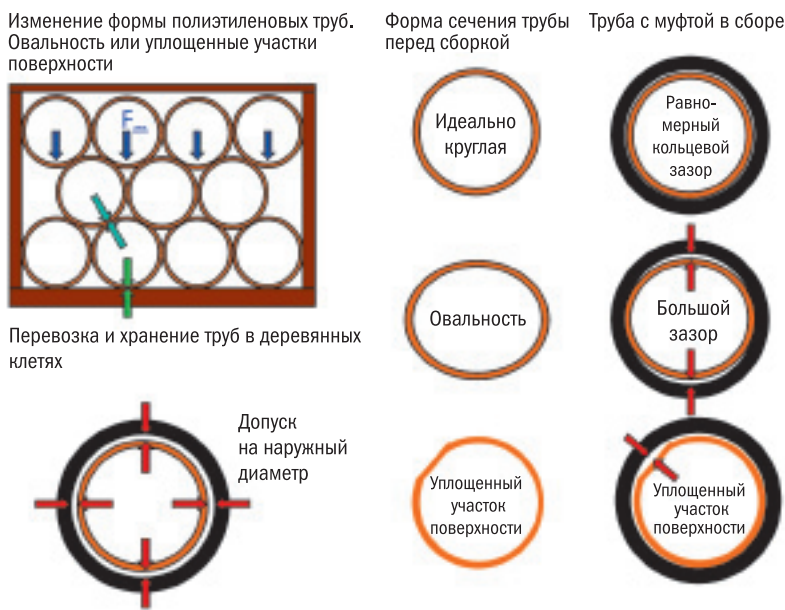


**Рис. 2. Внешнее армирование препятствует расширению муфты при выполнении сварного соединения**

### Внешнее армирование

Одним из важнейших параметров, влияющих на качество сварного соединения (кроме температуры и времени), является давление расплава. При электромуфтовой сварке происходит увеличение объема во время перехода материала из твердого состояния в жидкое. Зазор в соединении заполняется создаваемым расплавом, давление в котором растет из-за дальнейшего увеличения объема. Возникающие при этом силы приводят к увеличению диаметра муфты, следствием чего является увеличение размеров кольцевого зазора между ней и трубой. Без противодействия такому расширению муфты давление расплава упадет. Внешнее армирование муфты предотвращает ее расширение во время сварки из-за воздействия давления расплава. Сначала упругая, а затем пластическая деформация усиливающего корда приводит к последовательному росту сопротивления расширению. Напротив, применение жесткого усиления может вызвать прорыв расплава наружу, т. е. недопустимое падение давления. Влияние армирования часто хорошо заметно на практике. Так, после остывания соединения муфта сжимается, а армирующий корд – нет. Корд отстает от

**Рис. 3. Схема возможных изменений формы трубы и их последствий**



муфты в некоторых местах, что служит достоверным показателем ее реальной работы в процессе сварки с обеспечением оптимального давления расплава.

### Предварительный нагрев

Ошибки, которых можно избежать при работе с трубами большого диаметра, в основном вызваны искажением формы трубы (овальностью и появлением снаружи плоских участков). При хранении и перевозке труб могут возникать условия,

вызывающие такие отклонения поверхности трубы от идеально круглой формы. Кроме того, такие отклонения могут быть вызваны реакцией опор под собственным весом труб или линейно распределенными нагрузками (рис. 3). Если нельзя избежать отклонения от округлой формы трубы в целом, необходимо обеспечить сохранение ее формы в местах выполнения соединений. Для этого была разработана технология предварительного подогрева, улучшающая качество электромуфтовой сварки.

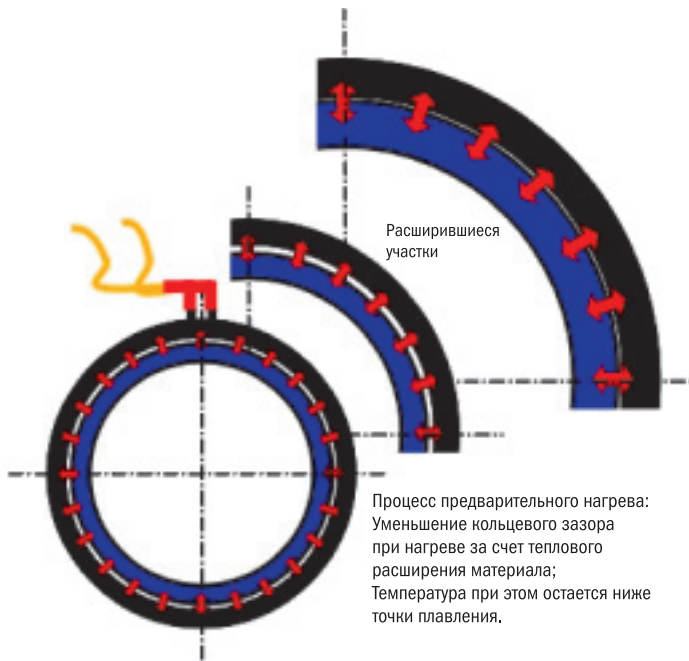


Рис. 4. Принцип действия предварительного нагрева

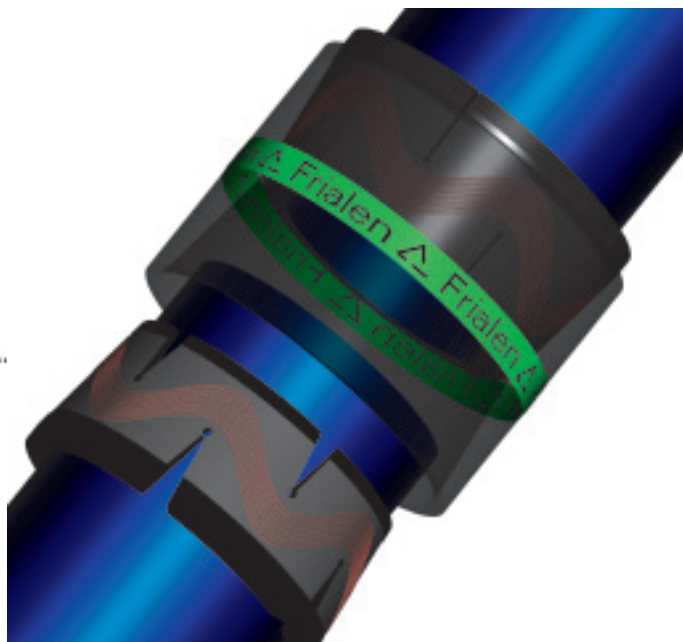


Рис. 5. Соединительная муфта, состоящая из двух конических сварочных втулок и корпуса. Нижняя – перед сборкой, верхняя – в окончательном положении.

При хранении и на земле, и в деревянной клетке (слоями в шахматном порядке) на внешней поверхности труб возникают уплощенные участки. При стыковой сварке это может привести к недопустимому смещению поверхностей, а при электромуфтовой – к большому зазору между муфтой и трубой. Такой зазор (по всей окружности или в отдельных местах) может привести к

недостаточному росту давления. Для устранения последствий таких отклонений, которые практически невозможно полностью исключить, их отрицательное влияние следует учитывать при проектировании муфты. Предварительный нагрев места соединения до температуры ниже точки плавления перед началом сварки уменьшает зазор в соединении (рис. 4).

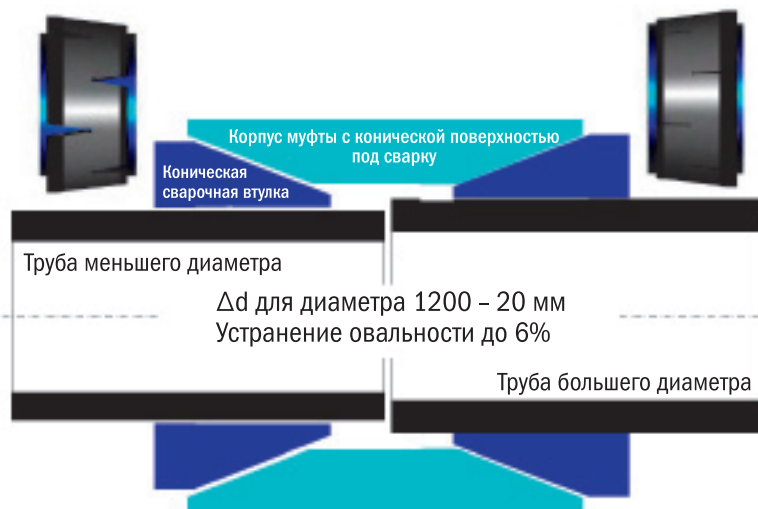
При этом используются следующие особенности полиэтилена.

- Относительно большое тепловое расширение полиэтилена приводит к увеличению объема и сближению поверхностей трубы и муфты (т.е. к уменьшению зазора).
- Снятие напряжений в результате воздействия тепла и эффекта памяти материала: при снятии остаточных напряжений (например, вы-

Рис. 6. Принцип работы конической сварочной втулки: разрезы обеспечивают возможность эластичного уменьшения диаметра при заполнении втулкой зазора между трубой и муфтой



Рис. 7. Возможность сборки труб с разным фактическим диаметром





званных деформацией во время хранения) труба «вспоминает» свою почти идеальную круглую форму, полученную в процессе производства, и пытается восстановить ее. Эффект памяти материала, характерный для пластмасс, известен уже давно. Он применяется во многих отраслях, например, в медицинской технике.

- Нагрев места соединения до температуры ниже точки плавления увеличивает внутреннюю энергию материала перед сваркой, что улучшает условия для последующего процесса плавления.

### Концепция соединения с коническими втулками

Использование новых соединений с коническими втулками приводит к революционным изменениям в области технологии соединения труб большого диаметра. В результате механической компенсации большого относительного зазора между муфтой и трубой с помощью конической втулки сборка соединения может быть исключительно простой. Из-за отсутствия зазора после сборки время сварки уменьшается примерно втрое при отсутствии необходимости предварительного нагрева.

Соединительная муфта состоит из трех деталей: внешнего корпуса и двух конических сварочных втулок (рис. 5). Изнутри с обеих сторон корпуса в месте сопряжения деталей предусмотрены конические поверхности. Являясь деталью, работающей под давлением, муфта рассчитана на номинальное давление 10 бар.

В конической сварочной втулке есть нагревательный элемент, уложенный зигзагом на наружной и внутренней поверхностях. Между отдельными зигзагами в теле конической втулки выполнены осевые разрезы, обеспечивающие ее эластичность. Такие разрезы (рис. 6) обеспечивают механическое уменьшение номинального диаметра конической сварочной втулки, кото-

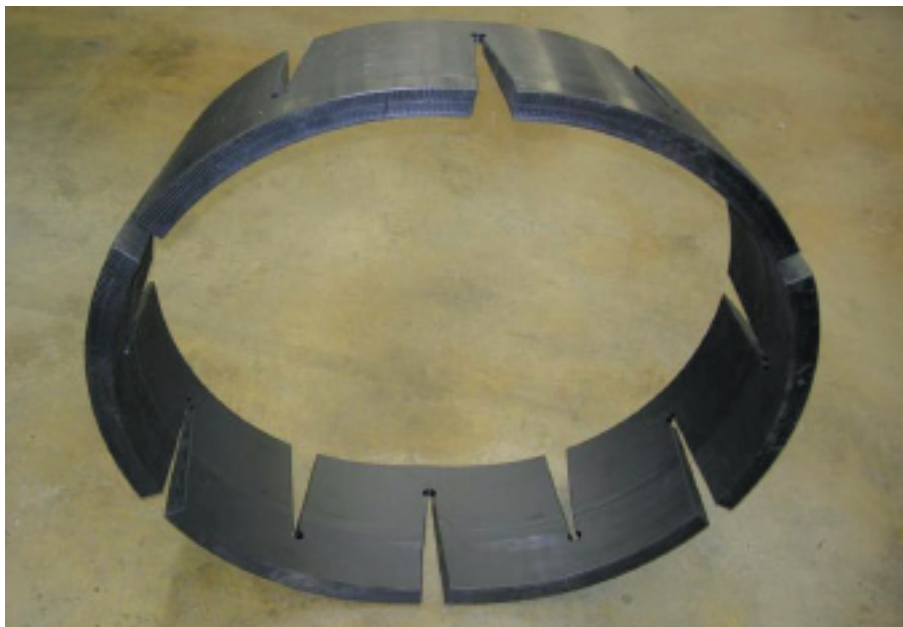


Рис. 8. Эластичность конической сварочной втулки упрощает ее установку на трубы с большим отклонением от округлой формы

рая заполняет осевой зазор между муфтой и трубой. В результате сборка соединения производится с минимальным усилием после механической обработки поверхностей за один проход вне зависимости от фактического размера трубы. При этом обеспечивается полное перекрытие поверхностей, необходимое для установки муфты в существующую магистраль, что

ранее было очень сложной задачей.

При очень большом отклонении трубы от круглой формы эластичность втулки в радиальном направлении упрощает ее установку на трубу. Компенсация такого отклонения обеспечивается сжатием конической втулки муфтой. Это исключает необходимость применения зажимов для устранения овальности.