

СВАРКА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ В СТЫК

Сварка встык заключается в нагреве торцов свариваемых труб или деталей до вязкотекучего состояния полиэтилена в результате контакта с нагревателем и последующим соединением торцов под давлением после удаления нагревателя. Встык можно сваривать только трубы и фитинги одинакового диаметра и SDR, изготовленные из одной марки полиэтилена. Рекомендуемая толщина стенки трубы при стыковой сварке должна быть не менее 4,5 мм. Стыковую сварку разрешено проводить при температуре воздуха от -15°C до $+45^{\circ}\text{C}$.

Сварка встык – достаточно сложный технологический процесс, требующий высокой квалификации персонала и высококачественного оборудования. В месте с тем, данный способ обладает рядом несомненных преимуществ:

- Для сварки полиэтиленовых труб не требуется тяжелая техника;
- Сваривать полиэтиленовые трубы может бригада из 1 – 2 человек.
- Значительно ниже потребление электроэнергии (либо топлива) по сравнению со сваркой стальных труб. При применении так называемых “длинномерных труб” (на катушках или в бухтах) снижает количество сварных соединений в 50 – 100 раз. Все это значительно ускоряет строительство трубопровода и снижает стоимость монтажа.

Описание способа

Сварка встык – это способ, используемый для соединения труб и фитингов одного диаметра и толщины. В этом процессе свариваемые поверхности труб выравниваются таким образом, чтобы достигался идеальный контакт, затем нагреваются до температуры плавления. После этого расплавленные поверхности труб соединяются под давлением. Сварочное давление, температура и длительность регулируются таким образом, чтобы сохранить физические и химические свойства исходного материала.

Рис. 1. Циклограмма процесса сварки встык нагретым инструментом.



Сварочный цикл можно разделить на следующие этапы (см рис. 1):

- Оплавление торцов трубы;
- Нагрев;
- Удаление нагревателя из зоны сварки;
- Сварка;
- Охлаждение.

Перед началом сварки зоны соединения труб выравниваются с помощью электроторцевателя – инструмента для механической обработки торцов свариваемых труб. Инструмент выравнивает торцы труб под прямым углом относительно оси и удаляет все сколы и неровности сечения. Торцевание должно производиться до тех пор, пока стружка, образуемая в результате торцевания, начнет выходить непрерывной, ровной лентой. Максимальные допуски по зазорам между свариваемыми поверхностями после торцевания указаны в таблице 1.

Допустимая величина зазора между обработанными торцами свариваемых труб

Таблица 1

Наружный диаметр трубы, D мм	Ширина зазора, мм
≤ 355	0,5
400 ÷ 630	1,0
600 ÷ 800	1,3
800 ÷ 1000	1,5
> 1000	2,0

Далее свариваемые поверхности нагреваются до температуры плавления с помощью специального нагревательного элемента, как показано на рис. 2 и 3.

Во время цикла ОПЛАВЛЕНИЕ (рис. 2) происходит образование первичного грата.

Оплавление торцов

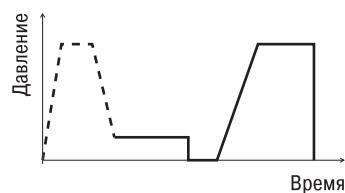
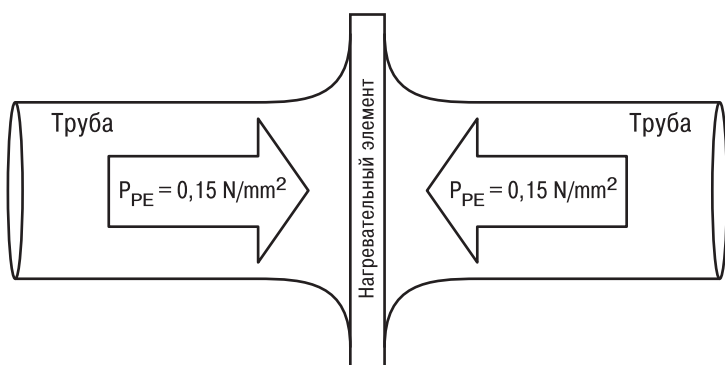


Рис 2.

Во время цикла НАГРЕВ (рис. 3) тепло распространяется вглубь материала. Давление на свариваемые части при этом близко к нулю (оно только обеспечивает контакт между торцами труб и нагревателем).

Нагрев трубы

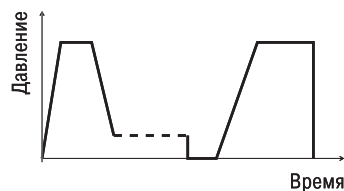
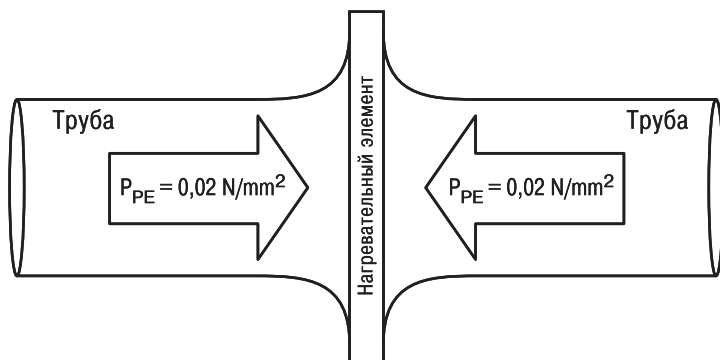


Рис 3.

Затем нагревательный элемент удаляется из области сварки как показано на рис. 4 (цикл УДАЛЕНИЕ НАГРЕВАТЕЛЯ). Нагревательный элемент необходимо удалять так, чтобы не загрязнить и не повредить нагретые для сварки поверхности трубы. Контактные поверхности нужно быстро соединить, не допуская других соприкосновений. Время перехода должно быть настолько кратким, насколько это возможно, иначе нагретые поверхности застынут, что негативно повлияет на качество сварки.

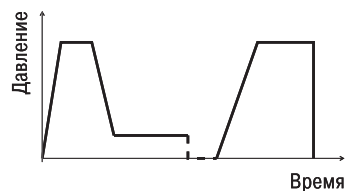
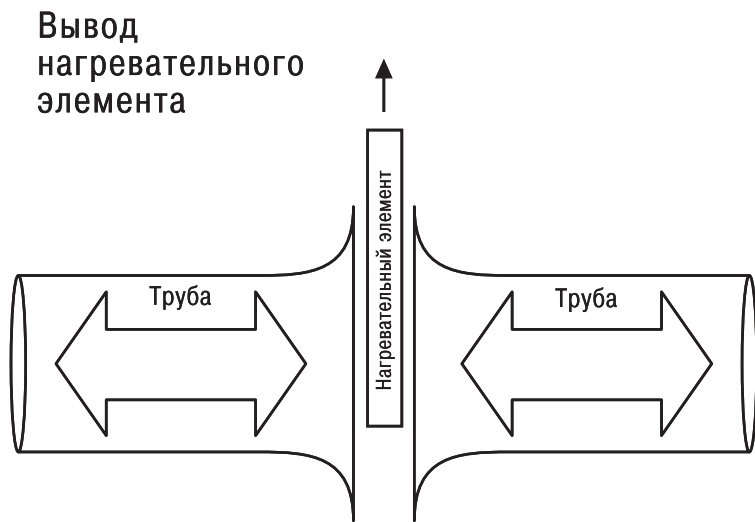


Рис. 4.

Во время цикла СВАРКА (рис. 5.) образуется окончательный грат и молекулярные связи, обеспечивающие однородность соединения. Свариваемые части трубы соединяются под давлением равным давлению цикла ОПЛАВЛЕНИЕ ТОРЦОВ, как показано на рис. 5.

Сварка трубы
(плавное увеличение давления)

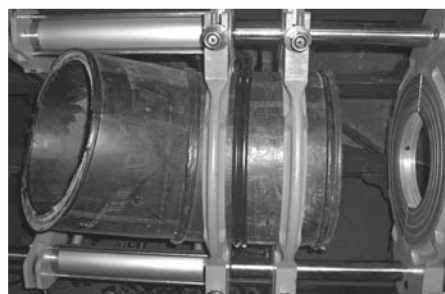
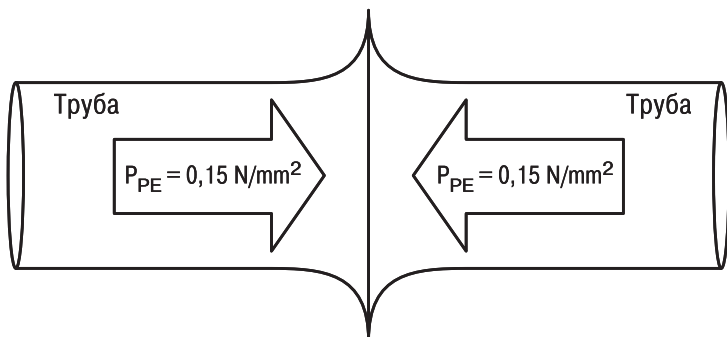
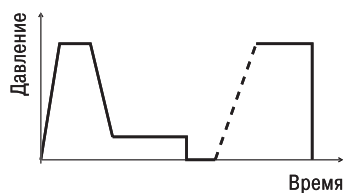


Рис. 5.

Во время заключительного цикла ОХЛАЖДЕНИЕ (рис. 6) происходит осадка стыка и стык приобретает максимальную прочность.

Охлаждение стыка

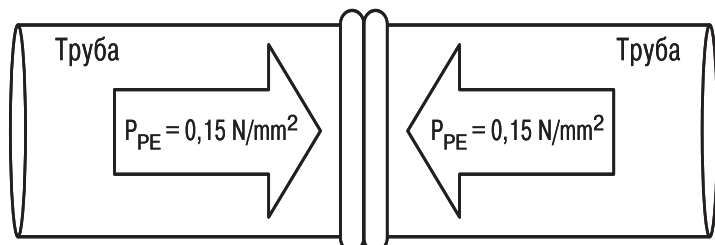
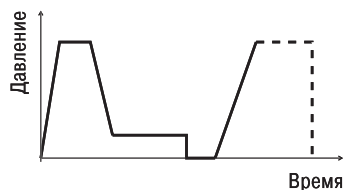


Рис. 6.

После соединения должен появиться симметричный буртик (см. рис. 6). Одинаковый размер правого и левого буртика показывает правильность сварки. Различный размер буртиков показывает различные характеристики вязкости соединяемых материалов, то есть процедура сварки произведена неверно.

Расчет параметров сварки встык

Для расчета параметров сварки необходимо обладать следующими данными:

e – толщина трубы;

D_n – номинальный (наружный) диаметр трубы;

D_i – внутренний диаметр ($D_n - 2e$);

S – площадь сварки в мм^2 , которую можно рассчитать по формуле:

$$S = \pi(D_n^2 - D_i^2)/4, \text{ где } \pi = 3,142;$$

S_c – площадь цилиндра машины в мм^2 .

Также необходимо знать марку полиэтилена. Этот параметр необходим для правильного определения времени протекания циклов сварки.

Поскольку в расчетах задействован такой параметр, как площадь цилиндра машины для сварки ПЭ труб (S_c), рекомендуем использовать готовые таблицы с параметрами сварки для каждого вида и типоразмера труб. Эти таблицы обычно приводятся в инструкциях по эксплуатации машин для сварки ПЭ труб.

Приведенные ниже формулы для расчета давления циклов: ОПЛАВЛЕНИЕ СТЫКА и СВАРКА несут справочный характер.

Давление P_1 : ОПЛАВЛЕНИЕ СТЫКА = $0,15 (S/S_c) \times 10$ (бар)

Давление P_2 : НАГРЕВ = $0,02 (S/S_c) \times 10$ (бар)

Давление P_5 : СВАРКА – ОХЛАЖДЕНИЕ = $0,15 (S/S_c) \times 10$ (бар)

где:

значение 0,15 для P_1 и P_5 является постоянной величиной, соответствующей $0,15 \text{ N/mm}^2$;

значение 0,02 для P_2 является постоянной величиной, соответствующей $0,02 \text{ N/mm}^2$.

Температура нагревательного элемента во время циклов ОПЛАВЛЕНИЕ СТЫКА – НАГРЕВ должна находиться в пределах от $200 \text{ }^\circ\text{C}$ до $220 \text{ }^\circ\text{C}$.

Время сварки также рассчитывается индивидуально для каждого типоразмера труб, в зависимости от диаметра трубы и толщины стенки.

В качестве справочной информации временные параметры сварки приведены в таблице 2.

Рекомендуемые временные параметры при сварке ПЭ труб и фитингов встык при внешней температуре окружающей среды 20 °С и умеренном воздушном потоке

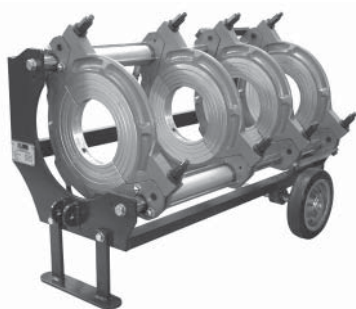
Таблица 2

Номинальная толщина стенки, мм	Оплавление стыка, мм	Нагрев, сек	Вывод нагревательного элемента, сек (max время)	Осадка, время процесса сварки, сек	Охлаждение стыка под давлением $P = 0,15 \pm 0,01 \text{ N/mm}^2$ сек (min время)
	Оплавление стыка до образования грата $P = 0,15 \text{ N/mm}^2$	Время нагрева, рассчитывается как толщ. стенки $\times 10$. $P = 0,02 \text{ N/mm}^2$			
4,5	0,5	45	5	5	6
4,5 ... 7	1,0	45 ... 70	5 ... 6	5 ... 6	6 ... 10
7 ... 12	1,5	70 ... 120	6 ... 8	6 ... 8	10 ... 16
12 ... 19	2,0	120 ... 190	8 ... 10	8 ... 11	16 ... 24
19 ... 26	2,5	190 ... 260	10 ... 12	11 ... 14	24 ... 32
26 ... 37	3,0	260 ... 370	12 ... 16	14 ... 19	32 ... 45
37 ... 50	3,5	370 ... 500	16 ... 20	19 ... 25	45 ... 60
50 ... 70	4,0	500 ... 700	20 ... 25	25 ... 35	60 ... 80

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНТАЖА ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ

Машины для стыковой сварки полиэтиленовых труб. Общее описание

Машины для стыковой сварки полиэтиленовых труб имеют несколько составных частей – независимых друг от друга и готовых к работе агрегатов.



ЦЕНТРАТОР (базовый элемент машины) – станина с четырьмя металлическими зажимами для фиксации труб и соединительных деталей. Два из них подвижны (подвижный суппорт) и два неподвижно укреплены на направляющих.



ТОРЦЕВАТЕЛЬ – дисковое устройство, снабженное электродвигателем для механической обработки (торцевания) концов свариваемых труб и соединительных деталей. Торцеватель имеет крепление к направляющим сварочного аппарата для удержания при обработке. При снятии стружки контакт между свариваемыми частями труб и торцевателем обеспечивается давлением подвижных зажимов. Микровыключатель препятствует вращению дисков вне сварочного аппарата.

Ножи (лезвия) торцевателя как правило заточены с обеих сторон. Перевернув, можно использовать их вторую режущую кромку. Чтобы не менять геометрию ножей, их не рекомендуется затачивать.



НАГРЕВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕМЕНТ (СВАРОЧНОЕ ЗЕРКАЛО) – служит для нагрева и оплавления свариваемых поверхностей труб и соединительных деталей. Его стороны, контактирующие с свариваемыми поверхностями покрыты тефлоном для предотвращения прилипания полиэтилена. Нагревательный элемент снабжен встроенным термометром.



ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД – обеспечивает постоянный уровень давления, необходимого для работы сварочной машины с возможностью ее точной регулировки на всех стадиях процесса сварки. Давление автоматически поддерживается во время цикла **ОСТЫВАНИЕ** при выключенном двигателе. В машинах, предназначенных для сварки труб диаметром до 160мм, может быть применен механический привод, где давление регулируется по принципу рычага.



РЕДУКЦИОННЫЕ ВКЛАДЫШИ – набор вставных полуколец для сварки труб различного диаметра в пределах заявленных изготовителем размеров труб, свариваемых данной моделью сварочной машины. Вкладыши поставляются опционально или входят в основной комплект поставки.

ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК РЕГИСТРАЦИИ (УПРАВЛЕНИЯ) – поставляется опционально для машин высокой степени автоматизации.

Машины PRO AQUA для стыковой сварки ПЭ труб

Как отмечалось выше качество соединения в первую очередь зависит от квалификации оператора и качества оборудования. Решением второй задачи является надежное сварочное оборудование PRO AQUA для стыковой сварки пластмассовых труб ПЭ диаметром от 40 до 500 мм и толщиной стенок от 1,8 до 70 мм.

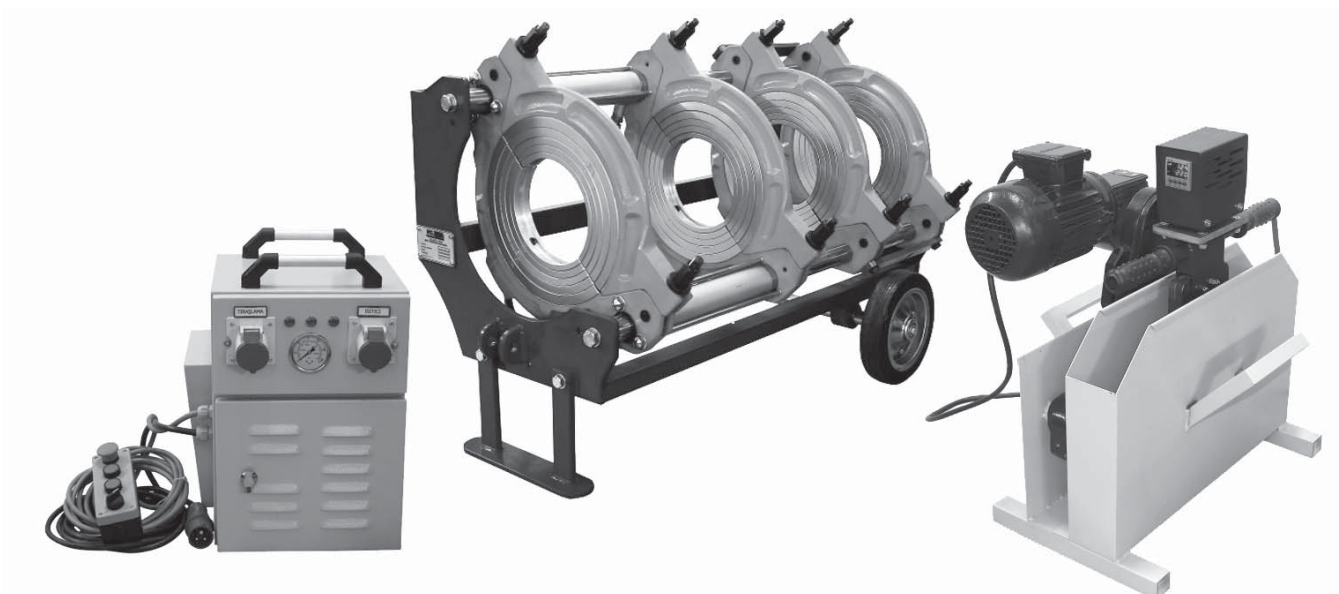


Рис. 4.1. Машины PRO AQUA.

Машины спроектированы для работы с одним оператором и представляют готовый к работе, мобильный комплект оборудования. Требуется короткое время на установку и подготовку к сварочным работам. Механизм для фиксации частей труб позволяет точно центрировать свариваемые детали, что гарантирует высокую прочность соединений. Машины не нуждаются постоянной технической поддержке и предназначены для работы как в цехе, так и на стройплощадке.

PRO AQUA AK160

Технические характеристики и комплектация:

- Для сварки ПЭ, ПП труб диаметром от 40 до 160 мм;
- Диапазон толщины стенок свариваемых труб 1,8 – 15,1 мм;
- Нагревательный элемент 220В – 1500Вт с электронным или термостатическим регулятором температуры;
- Торцеватель с электроприводом 220 В – 750 Вт;
- Механическая регулировка давления, центратор с механическим приводом;
- Используется один комплект сварочного зеркала для всего диапазона размеров свариваемых труб;
- Зажимные вкладыши: 40 – 50 – 63 – 75 – 90 – 110 – 125 – 140 – 160 мм;
- Вес аппарата 50 кг.

PRO AQUA AK250

Технические характеристики и комплектация:

- Для сварки ПЭ труб диаметром от 75 до 250 мм;
- Диапазон толщины стенок свариваемых труб 1,8 – 41,5 мм;
- Нагревательный элемент 220 В – 3000 Вт с электронным регулятором температуры;
- Торцеватель с электроприводом 220 В – 750 Вт;
- Гидравлическая регулировка давления, гидравлический агрегат 220 В – 550 Вт, давление до 140 бар;
- Используется один комплект сварочного зеркала для всего диапазона размеров свариваемых труб;
- Зажимные вкладыши: 75 – 90 – 110 – 125 – 140 – 160 – 180 – 200 – 225 – 250 мм.

PRO AQUA AK315

Технические характеристики и комплектация:

- Для сварки ПЭ труб диаметром от 90 до 315 мм;
- Диапазон толщины стенок свариваемых труб 1,8 – 52,3 мм;
- Нагревательный элемент 220 В – 3500 Вт с электронным регулятором температуры;
- Торцеватель с электроприводом 380 В – 750 Вт (по заказу возможно 220 В исполнение);
- Гидравлическая регулировка давления, гидравлический агрегат 380 В – 550 Вт, (по заказу возможно 220 В исполнение), давление до 140 бар;
- Зажимные вкладыши: 90 – 110 – 125 – 140 – 160 – 180 – 200 – 225 – 250 – 280 – 315 мм.

PRO AQUA AK500

Технические характеристики и комплектация:

- Для сварки ПЭ труб диаметром от 180 до 500 мм;
- Диапазон толщины стенок свариваемых труб 4,4 – 66,7 мм;
- Возможность удаленного управления аппаратом;
- Нагревательный элемент 220 В – 3500 Вт с электронным регулятором температуры;
- Торцеватель с электроприводом 380 В – 750 Вт;
- Гидравлическая регулировка давления, гидравлический агрегат 380 В – 550 Вт, давление до 140 бар;
- Зажимные вкладыши: 180 – 200 – 225 – 250 – 280 – 315 – 355 – 400 – 500 мм.