

Сварка полимерных труб в различных пространственных положениях

А.В. Седикова, В.А. Соколов,

Омский государственный технический университет, г.Омск, Россия

Рассмотрены результаты исследований, влияния положения осей труб на образование сварного соединения при стыковой сварке полимерных труб нагретым инструментом, предложены рекомендации по улучшению качества таких соединений при монтаже водопроводов и технологических трубопроводов, обустройстве колодцев.

Ключевые слова: Полимерный трубопровод, стыковое соединение, тепловой поток, грат

В настоящее время при производстве труб для технологических трубопроводов одним основными материалами являются полимеры. Преимуществами данных материалов по сравнению с металлами являются дешевизна, легкость и большой срок эксплуатации. В качестве материалов используются как чистые полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и др., так и композиционные материалы на их основе [1-3]. Однако, сварные соединения некоторых из данных материалов имеют трудности.

Стыковая сварка нагретым инструментом является одним из наиболее распространенных и достаточно отработанных технологических процессов, применяемых в практике изготовления деталей из полимерных композиционных материалов. При этом для получения гарантированного качества сварных соединений, данный способ требует строгого соблюдения правил выполнения всех операций технологического процесса.

Согласно принятой технологии, процесс сварки заключается в нагреве торцов свариваемых труб до расплавления материала, последующем сжатии нагретых торцов и выдержки под давлением до остывания. Нагрев свариваемых поверхностей производится прямым контактом с нагретым до температуры сварки инструментом, при этом процесс нагрева разделяется на фазу оплавления, выполняемую при повышенном давлении, и фазу нагрева, когда давление торцов трубы на нагреватель снижается до минимума. После извлечения нагревателя торцы свариваемых труб сдавливают, соблюдая при этом скорость нарастания усилия. В результате, при строгом соблюдении параметров нагрева и приложения усилия в зоне сварки, прочность соединения, полученного таким способом, достигает уровня прочности материала исходной трубы.

Обычно полимерные трубы свариваются встык при горизонтальном положении осей, с применением переносных сварочных установок (рис. 1), в состав которых входит:

– центратор, закрепленный на раме и служащий для фиксирования свариваемых труб, с неподвижным и подвижным зажимами, последний из которых

снабжен приводом перемещения привариваемого участка, и создания усилия осадки;

- блок управления с гидравлической станцией;
- торцеватель для очистки и выравнивания торцов свариваемых труб перед нагревом;
- нагретый инструмент, с терморегулятором;
- сменные вкладыши, для фиксации труб различных диаметров.

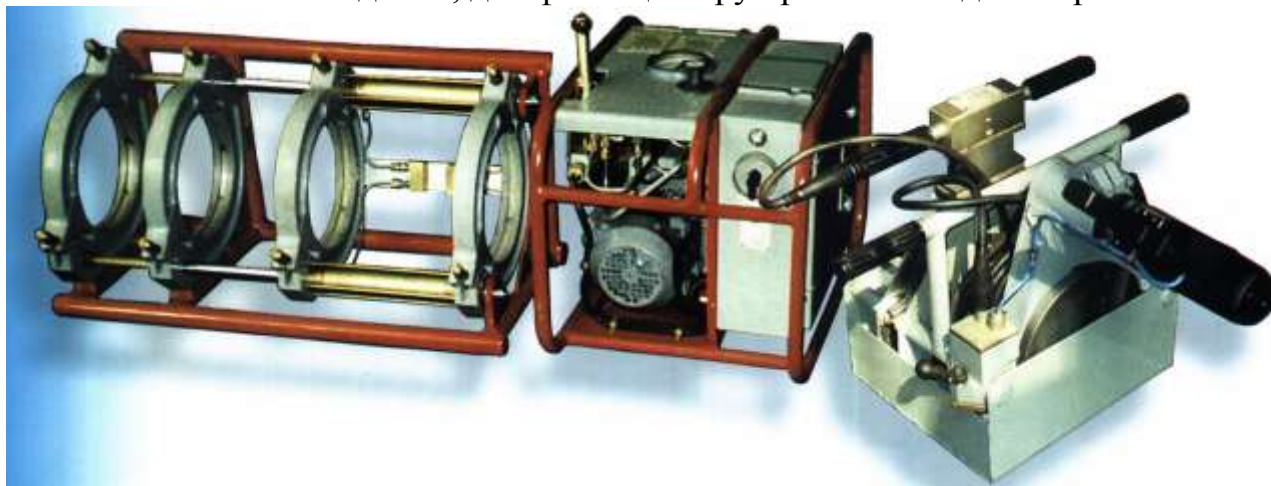


Рисунок 1 – Установка для сварки полимерных труб встык нагретым инструментом при горизонтальном расположении осей

Необходимость выполнения сварки в положениях, отличных от горизонтального, возникает при прокладке полимерных трубопроводов в условиях пересеченной местности, при монтаже технологических трубопроводов в установках химических производств, при обустройстве колодцев и скважин.

При сварке труб в названных положениях, центратор отделяют от рамы, используя остальные узлы установок без изменения. В остальном, процесс ведут по технологическим рекомендациям для обычного – горизонтального расположения осей свариваемых труб. Однако при этом, не принимается во внимание ряд существенных факторов.

При сварке труб встык нагретым инструментом, необходимо учитывать то, что при положении труб, близком к вертикальному, меняется направленность теплового потока и нагрев труб, расположенных выше и ниже нагревателя, становится различным.

Изменяются также, условия и направление течения расплава, под действием меняющегося направления действия сил тяжести.

Кроме того, возникает необходимость в специальных устройствах, обеспечивающих сохранение заданных значений усилия при нагреве и осадке в различных пространственных положениях, компенсирующих, изменение осевых нагрузок.

Учитывать процессы течения расплава необходимо и при сварке труб в горизонтальном положении, особенно, при сварке труб большего диаметра. Так, на рис. 2 показана схема перераспределения расплава по окружности тру-

бы при её горизонтальном расположении [4]. Точно также ведет себя и выдавленный из стыка расплав – грат.

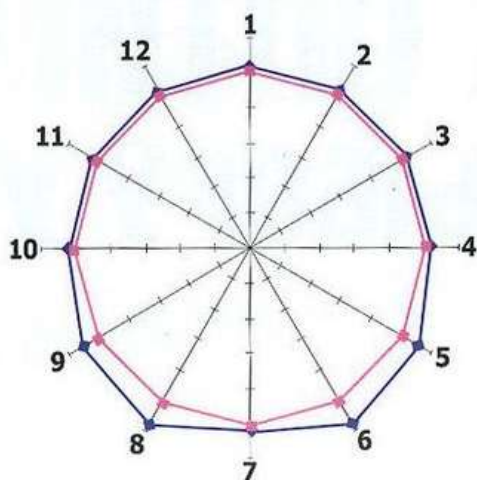


Рисунок 2 – Схема перераспределения расплава по окружности трубы при горизонтальном положении осей

Из представленной картины видно, что в нижней части окружности трубы, происходит заметное смещение выдавленного расплава, которое может привести к нарушению симметричности движения потока расплава из стыка и, как следствие, снижению качества соединения в названных сечениях окружности стыка.

Изменение пространственного положения стыка приводит к возникновению ряда дополнительных факторов, которые могут повлиять на качество сварного соединения.

При выполнении сварки труб с вертикальным расположением их осей, происходит перераспределению потока тепла от нагревателя. Так, в ходе экспериментов, установлено, что тепловой поток от нагревателя вверх превышает на 10%, тепловой поток, направленный вниз. В результате, нагрев трубы расположенной над нагревателем происходит интенсивнее и глубина расплава на торце трубы увеличивается, в то время как тепловой поток в нижнюю трубу остается неизменным. В результате, после извлечения нагревателя, на этапе осадки, условия течения расплава из стыка, для свариваемых труб становятся различными. Торцевая часть верхней трубы, нагретый до более высокой температуры, начинает наплывать на торец нижней трубы, нарушая симметричность течения расплава (Рис. 3).

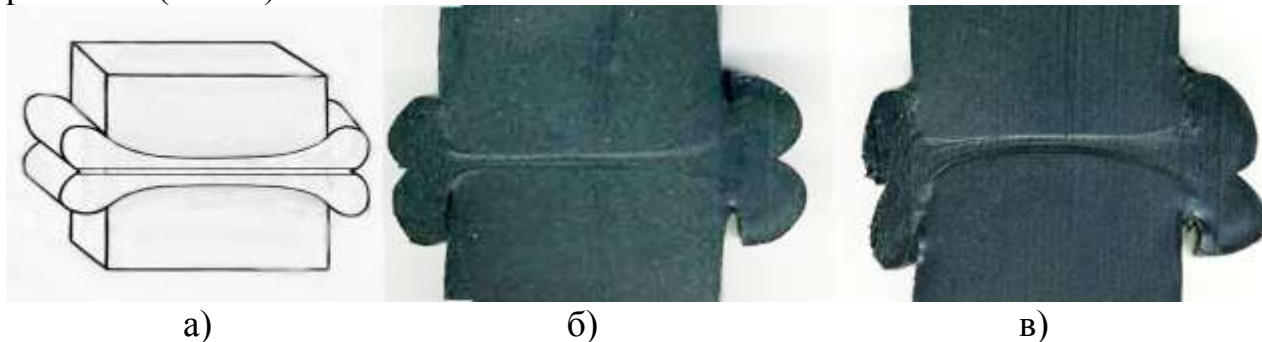


Рисунок 3 – Перераспределение расплава при сварке труб с вертикальным расположением осей

а) схема выдавливания расплава – грата; б) форма расплава при горизонтальном расположении труб; в) форма расплава при вертикальном расположении труб

Это может послужить причиной образования некачественного шва из-за того, что окисленный во время технологической паузы поверхностный слой нижней трубы не полностью выдавливается из зоны сварки.

Для компенсации описанного явления, необходимо либо корректировать температуру нагревателя из условий нагрева нижней трубы, либо компенсировать перегрев верхней трубы, например, сдувая тепловой поток вентилятором.

Другим фактором, меняющим условия протекания процесса, с изменением пространственного положения свариваемых труб, является необходимость учета изменения условий, возникающих при создании усилия осадки.

Так при сварке полиэтиленовых труб диаметром 110 мм с толщиной стенки 10 мм (SDR 11) со стандартной длиной привариваемого участка трубы 11 метров, при весе одного метра такой трубы равном 3,14 кг, общий вес трубы составит 34,54 кг.

При сварке труб с вертикальным расположением их осей, к усилию, которое необходимо при сварке, добавляется вес верхней трубы (34,54 кг). Для учета веса трубы, необходимо из рекомендуемого для данного типоразмера трубы значения сварочного усилия в 64 кг, создаваемого приводом установки, вычитать вес трубы в 34,54 кг. Поскольку, величина вычитаемого значения меняется с изменением типоразмера привариваемого участка трубы, а также с изменением угла расположения осей, выбор правильных значений параметров сварки существенно усложняется.

Одним из вариантов решения проблемы, может быть уравнивание трубы с помощью специального устройства, позволяющего, компенсировать вес верхней трубы, не меняя сварочного усилия установки.

Другим вариантом, является внесение изменений в гидравлическую систему сварочной установки, включением дополнительной ветви с редуктором и манометром, позволяющим компенсировать вес трубы путем созданием противодействия в системе установки.

Таким образом, при сварке полимерных труб в различных положениях, нужно учитывать такие факторы как – изменение направления потока тепла от нагревателя и, как следствие, неравномерность стекания расплава, кроме того возникает необходимость применения дополнительного оборудования, или изменения конструкции сварочных установок. Такие мероприятия связаны с дополнительными затратами, однако они обеспечивают получение надежных соединений при монтаже трубопроводов, колодцев и других трубных систем технологического оборудования.

Литература

1. Володин В.П. Экструзия профильных изделий из термопластов. – СПб: Профессия, 2008. – 768 с.
2. Eremin E.N., Negrov D.A. Development of a technology for the fabrication of articles made of complex-modified polytetrafluoroethylene for dry friction assemblies // Chemical and Petroleum Engineering. 2014. Т. 49. № 9-10. С. 701-704.

3. Negrov D., Eremin E. Effect of ultrasonic vibrations on changing the mechanical and tribological properties of polytetrafluoroethylene modified with boron nitride // Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines (Dynamics), Dynamics 2014 - Proceedings, art. no. 7005686

4. Швабауэр В.В., Гвоздев И.В. Процесс стекания расплава при экструзии крупногабаритных труб из полиэтилена. – Пластические массы № 11, 2004 г., с 24-25.