

ПРАКТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СВАРКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ

Николай Прокопьев, Владимир Кимельблат

В предыдущей статье [1] на суд специалистов были вынесены некоторые аспекты влияния так называемого человеческого фактора на качество соединений, выполняемых сваркой нагретым инструментом (НИ) при монтаже полиэтиленовых труб. Рассмотрение спорных элементов технологии сварки вызвало оживленный интерес как со стороны практикующих сварщиков, технологов сварочного производства, так и производителей сварочного оборудования. Обобщая реакцию коллег, можно заключить, что практика выполнения сварочных работ существенно отличается от представления профессионалов об оптимальной технологии. Предмет настоящей статьи – некоторые практические проблемы сварки ПЭ труб, которые снижают потенциально высочайшую надежность полимерных трубопроводных систем.

Основные тезисы статьи проиллюстрированы фотографиями из практики сварки, выбранными случайно и не призванными создать негативное представление о конкретных строительных фирмах или образцах сварочной техники. Например, применение, разукомплектованной и изношенной техники (рис. 1) в любом случае не гарантирует надлежащее качество сварки, независимо от исходной конструкции новой машины.

Отсутствие вспомогательной оснастки (например, роликовых опор) снижает эксплуатационную надежность и долговечность не только сварных соединений, но и полиэтиленовых трубопроводных систем в целом, даже если

Рис. 1. Сварка без двух хомутов – крайне легкомысленная «рационализация»



основная сварочная машина имеет современную конструкцию и профессионально выбранную конфигурацию.

Лихачество при выполнении сложных соединений, пренебрежение правилами центровки, по мнению авторов статьи, свидетельствует не столько о высоком профессионализме, сколько о легкомыслии сварщиков (рис. 2).

Неблагоприятные условия сварки

При сварке в неудобных и неблагоприятных условиях монтажная бригада обязана предпринять специальные меры по уменьшению влияния негативных факторов на результаты сварки.

Важнейшая мера – это организация укрытия с созданием микроклимата в сварочной зоне и предварительное кондиционирование свариваемых труб и деталей. Только таким образом можно устойчиво соблюдать оптимальные процедуры и параметры сварки [2]. Можно услышать возражения, что допустимый диапазон температур окружающего воздуха разрешающих сварку, весьма широк. В некоторых документах, составленных без надлежащей экспериментальной базы, действительно можно встретить рекомендации по сварке при весьма низких температурах (–5, –10 и даже –15°C). Надежно проверенные указания Немецкого общества сварки (DVS), однако, не разрешают сварку при температуре окружающего воздуха ниже + 5°C.

Рис. 2. Жесткая опора под центратором отсутствует





Рис. 3. Палатка при сварке трубы диаметром 1600 мм на объекте в Германии

Российская практика показывает, что погодноклиматические факторы являются весьма существенными причинами, ухудшающими качество сварки. К таким факторам относятся температура окружающего воздуха (как низкие, так и высокие значения), ее суточные колебания, солнечное облучение, сильный ветер, влажность воздуха, осадки, пыль. Принято считать, что зона сварки должна быть надежно защищена от негативных факторов. При этом в укрытиях должна быть обеспечена удобная работа бригады сварщиков. Известную сложность размещения в палатках представляют сварочные аппараты, у которых отсутствует интегрированная механизация работы с торцевателем и нагревательным элементом, вместо которой исполь-



Рис. 4. Применение объемной палатки на российском объекте

зуется габаритная кран-балка с опорной «ногой». Однако эти проблемы успешно решаются и в европейской практике сварки (рис. 3), и серьезными российскими строительными фирмами (рис. 4).

Применений надлежащих укрытий в российской практике сварки пока не стало правилом. Между тем, термостатирующие палатки, несомненно, необходимы при сварке в неблагоприятных погодных условиях, даже если устройство укрытий требует значительных затрат, особенно при сварке супербольших труб на машинах с кран-балками и приварке укрупненных узлов. Обязательное применение палаток необходимо предусматривать в спецификациях на строительство ПЭ трубопроводов в неблагоприятных условиях.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССА СВАРКИ

Проверка **пробных стыков** (ВИК + испытания) – актуальный элемент классической системы контроля процесса сварки. Его главная цель – проверить свариваемость данной партии труб (фитингов) на данном оборудовании и в данных погодноклиматических условиях. Если результаты проверки пробных стыков отрицательные, то необходимо проводить отладку (оптимизацию) технологии сварки и сварочной техники.

Проверка пробных стыков производится до начала основных работ на объекте.

Проверка **пробных стыков** выполняется независимо от **допусковых стыков**, но на практике может быть совмещена, если **допусковые** стыки тоже нужно проверить.

Проверка **допусковых стыков** имеет особую и конкретную цель: проверить квалификацию сварщика и допустить его к работе на данном объекте.

Контрольные стыки должны отбираться непосредственно в процессе сварки объекта строительства в количестве, предусмотренном ППР или спецификацией на сооружение трубопровода. Цель проверки контрольных стыков – подтвердить стабильность технологического процесса сварки.

Контрольные стыки должны испытываться всегда. Обычная норма – 1% от общего числа стыков, но не менее пяти сваренных данным сварщиком на данном объекте. Исключение составляют короткие трубопроводы (менее 100 стыков) – тогда можно удовлетвориться допусковыми стыками. Конкретные цифры указывают в спецификациях.

Объем испытаний должен быть регламентирован для каждого объекта в спецификации, которую обязан написать главный сварщик строительной фирмы и согласовать компетентный представитель заказчика.

Неудобные условия сварки

В документации по организации сварочных работ, применяемой в мировой практике, обычно подчёркивается необходимость организации удобной работы для сварочной бригады как необходимого условия обеспечения высокого качества сварки НИ встык.

По наблюдениям авторов, в российской практике этот принцип нередко нарушается, особенно при выполнении санации ветхих трубопроводов. Причиной экстремальных условий сварки часто становятся неоправданно малые размеры котлованов и траншей, в которых проектом предусмотрены работы по сварке. Данное обстоятельство не позволяет должным образом выставить монтажное оборудование и обеспечить соосность свариваемых деталей.

Типичной причиной непроваров является отсутствие надежного основания для центратора и опор свариваемых труб, пространства для выставления центратора соосно трубе, расположенной в стальном футляре. Дополнительно усложняет центровку кривизна санлируемого участка ветхой трубы.

В отсутствие кран-балки недопустимо замедляется извлечение нагревателя и затягивается технологическая пауза, что особенно опасно в холодное время года.

Подобные недостатки организации сварочных работ значительно снижают шансы на достижение требуемого качества сварки, а применение вариантов машин в трех- и даже двуххомутовых исполнениях легко может стать причиной брака сварного соединения (рис. 5).

При сварке в стесненных условиях обычно невозможно обеспечить в надлежащем объеме визуальном измерительный контроль (ВИК) и испытания сварных соединений. Проблема доступа для полного контроля сварных соединений в мировой практике чаще всего решается путем сварки плетей на поверхности земли. В этом случае все соединения плети можно проконтролировать визуальными методами и, при необходимости, вырезать худшие по внешнему виду образцы для механических испытаний. Только тогда проверенные и испытанные плети вводятся внутрь отрезков ветхих трубопроводов, подлежащих санации.

Проблема сварки укрупненных узлов

По наблюдениям авторов, при монтаже фитингов в строящихся трубопроводах часто создаются неоправданные проблемы, обусловленные стремлением сэкономить при закупке укрупненных узлов. Современные принципы индустриализации монтажа полимерных трубопроводных систем требуют изготовления проектных узлов в цеховых условиях. Сварка фитингов, на которых удалось сэкономить при их закупке, часто становится дополнительной проблемой для сварщика, вынужденного соединять фитинги на полевых машинах,



Рис. 5. Двуххомутовая машина не гарантирует хорошей центровки

не приспособленных для этой работы. Если при планировании сварочных работ не учитывать приварку удлиненного отрезком трубы отвода к неподвижному участку трубопровода, то высока вероятность того, что обеспечить соосное перемещение этой детали при сварке не удастся.

Сварочные комплексы

При работе на традиционных сварочных машинах существует проблема согласованных действий многочисленных членов бригады, включая водителей транспортного и грузоподъемного оборудования.

Спецификой российского рынка оборудования для строительства ПЭ трубопроводов является слабо выраженное предложение специализированных систем и монтажных комплексов для производства полевых сварочных работ.

Одним из подходов к повышению качества сварки НИ, используемых в мировой практике, является применение высокомеханизированных сварочных комплексов [3, 4]. Так, компания McElroy (США) предлагает мобильный монтажный комплекс, включающий стенд временного хранения трубы с механизацией ее подачи, интегрированные регулируемые роликовые опоры и защищенный мобильный сварочный пост. Комплекс управляется всего одним квалифицированным оператором, заменяющим большую группу часто неквалифицированных рабочих.

Использование подобного комплекса решает множество сопутствующих задач, возникающих при работе

в полевых условиях с большими объемами строительства, таких как необходимость постоянного присутствия грузоподъемной техники повышенной проходимости, выполнения такелажных работ, организации площадки временного хранения труб и их входного контроля. Уменьшаются риски повреждения сварочного оборудования, а также роль «человеческого фактора». Сокращается продолжительность подготовительных работ и, что важно, данные комплексы имеют высокий уровень техники безопасности.

Уместно отметить, что все элементы комплекса размещены на надежных щитах, обеспечивающих сохранение соосности свариваемых заготовок.

Оборудование, совмещающие операции сварки трубы с операциями ее загрузки и позиционирования, создается также некоторыми европейскими и австралийскими фирмами.

Логично предположить, что многие трудности при сварке создаются и тиражируются на практике в результате недостаточного контроля качества сварных соединений. Допуском к началу работ по сварке на объекте является положительный результат испытаний стыка, который часто выполняется по упрощенному сценарию, не отражающему специфику предстоящей работы – неблагоприятные и неудобные условия сварки, а также сварку узлов. При этом пробные стыки, которые следует выполнять в условиях, максимально приближенных к реальным, не проверяются, как, впрочем, и контрольные соединения, которые должны гарантировать стабильность технологического процесса на протяжении монтажа всего объекта (см. «Система контроля процесса сварки»). Естественно, такая усеченная система контроля не учитывает всех факторов, которые впоследствии будут влиять на надежность трубопроводной системы в целом.

Впрочем, проблемы контроля сварки НИ встык и их решения выходят за рамки настоящей статьи и будут рассмотрены отдельно.

Литература

1. Прокопьев Н.В., Кимельблат В.И. Профессионализм сварщиков и качество сварки полимерных труб, – Полимерные трубы №4 (46), 2014., с. 66–68.
2. Кимельблат В.И., Волков И.В. Процедуры и основные параметры сварки полиэтилена. – Вестник Казанского технологического Университета. Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2014, т. 17, №14, с. 293–296.
3. Кимельблат В.И., Волков И.В. Современное состояние и актуальные новации техники для сварки полиэтиленовых труб нагретым инструментом встык. – Вестник Казанского технологического Университета. Изд-во Казан. гос. технол. ун-та, 2014, т.17, № 16, с.175–178.
4. <http://www.mcelroy.com/quickcamp/>

РЕПЛИКА

В международном сообществе действует стандарт ISO 12176-1:2006 «Plastics pipes and fittings – Equipment for fusion jointing polyethylene systems – Part 1: Butt fusion» (Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 1. Сварка нагретым инструментом встык).

С 2013 года в России действует идентичный национальный стандарт – ГОСТ Р ИСО 12176-1-2011 «Трубы и фитинги пластмассовые. Оборудование для сварки полиэтиленовых систем. Часть 1. Сварка нагретым инструментом встык», в котором установлены основные характеристики и требования к эксплуатации оборудования для сварки нагретым инструментом встык полиэтиленовых трубных систем с использованием электрических нагревательных инструментов.

В разделе «Область применения» данного стандарта установлено, что:

– оборудование используется для сварки труб и фитингов, применяемых для транспортирования газа согласно ИСО 4437 и ИСО 8085-2 или транспортирования воды согласно ИСО 4427-2 и ИСО 4427-3.

– оборудование для сварки **предназначено работать в температурном диапазоне от минус 10 °С до плюс 40 °С**. Применение оборудования за пределами этого диапазона должно согласовываться между пользователем оборудования и его поставщиком.

Понятно, что требование обеспечения работы сварочного оборудования при температуре минус 10 °С плохо сочетается с ограничением температуры воздуха до плюс 5 °С, предусмотренным указаниями Немецкого общества сварки (DVS). Ведь оборудование для сварки встык невозможно удалить непосредственно из зоны сварки, как это позволяет сделать аппарат для сварки при помощи деталей с закладными нагревателями.

Безусловно, каждая страна имеет право устанавливать свои нормативные требования, исходя из своих природно-климатических условий, а также масштабов строительства. Возможно, что по мере изменения свойств композиций полиэтилена, применяемых для изготовления труб, увеличения их диаметров и толщин стенок, потребуются корректировка привычных параметров сварки, но этот процесс, прежде всего, должен базироваться на отечественном опыте.

И.П. Сафронова