

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ ГЕОМЕМБРАНЫ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ (ПЭНД), ВЫПОЛНЕННЫХ ЭКСТРУЗИОННОЙ СВАРКОЙ

¹Б. И. Мандров, ¹С. Н. Бакланов, ¹Д. Н. Бакланов,
²А. С. Влеско, ²С. А. Путивский, ³С. Д. Сухинина

¹Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

²ЗАО «ТЕХПОЛИМЕР», г. Красноярск, Россия

³ОАО ПСМК, г. Барнаул, Россия

Как было показано в работе [1] применение геомембран из полиэтилена высокой плотности (ПЭНД) при строительстве сооружений гидротехнического характера (рисунок 1), дорог, полигонов твердых бытовых отходов и т.п. постоянно расширяется. Выпускаемые полимерные листы и пленки из-за ограниченной ширины, во многих случаях, необходимо соединять между собой в сплошную мембрану с помощью сварки.



Рисунок 1 – Геомембрана гидротехнического сооружения

Основным типом сварного соединения, используемым в геомембране, является нахлесточное соединение. Выбор такого типа соединения обусловлен малой толщиной применяемых полимерных листов и трудностями, связанными с обеспечением точности сборки листов встык. Для получения вышеуказанного типа соединения листов применяется сварка нагретым или комбинированным клином (далее по тексту клином) и экструзионная сварка.

Сварка нагретым клином имеет высокую производительность, поэтому используется для соединения листов в продольном направлении, что обусловлено большой дли-

ной листов (70 метров и более). Способ сварки выполняется в механизированном режиме, что уменьшает влияние оператора на качество сварных соединений.

Поперечные швы сваривают либо нагретым клином, либо экструзионной сваркой, которая также используется в местах труднодоступных для сварки. При сварке поперечных швов нагретым клином на зону сопряжения устанавливается накладка, обвариваемая по периметру экструзионной сваркой (рисунок 2). Сварные соединения, согласно требованиям пояснительной записки проекта, строящегося объекта, полученные обоими способами сварки должны проверяться на прочность и плотность.

При использовании сварки нагретым клином на отработанных режимах и отсутствии повреждений поверхности листов, при сборке и сварке, на глубину более 10% толщины оба показателя качества обеспечиваются на уровне требований проектов. При экструзионной сварке, выполняемой в ручном режиме, могут возникать некоторые технологические проблемы, снижающие прочность сварных соединений. По нашему мнению эти проблемы заслуживают рассмотрения.

Как было показано выше, качество сварных соединений геомембраны определяется требованиями пояснительной записки проекта, что обусловлено отсутствием нормативной документа для подобного рода объектов. Формируется же качество сварного соединения геомембраны как во время сборки и подготовки поверхностей листов, так и во время процесса экструзионной сварки.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА СОЕДИНЕНИЙ ГЕОМЕМБРАНЫ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ (ПЭНД), ВЫПОЛНЕННЫХ ЭКСТРУЗИОННОЙ СВАРКОЙ

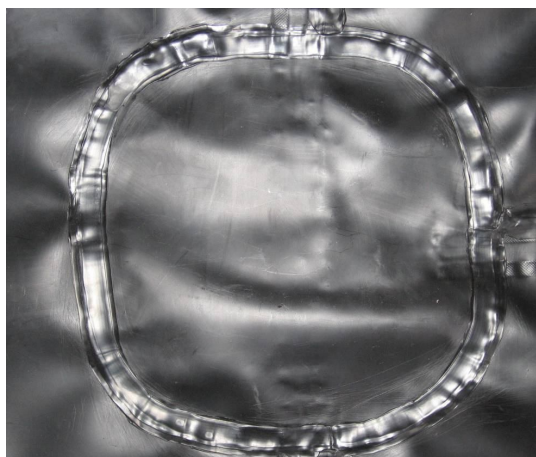


Рисунок 2 – Усиление стыка геомембраны накладкой, приваренной экструзионной сваркой

Процесс сборки нахлесточного соединения начинается с разметки ширины нахлестки и укладки верхнего листа по меткам с последующей выверкой размера по всей длине размотанного рулона. После укладки листов внахлестку производится их взаимная фиксация. Завершающим переходом сборки является очистка зафиксированных листов от поверхностных загрязнений. На стадии сборки факторы, снижающие качество сварных соединений возникают во время фиксации и очистки листов.

Необходимость надежной взаимной фиксации листов связана со значительным изменением линейных размеров полиэтилена при нагревании и с малой устойчивостью тонких листов (толщина от 0,6 до 1,5 мм). Это приводит к потере устойчивости верхнего листа и образованию волны впереди насадки экструдера, создающей помехи в перемещении экструдера, течении расплава полимера и формировании сварного шва.

Очистка листов в лабораторных условиях может производиться с помощью растворителя в зоне шириной не менее 50 мм с каждой стороны от края нахлестки непосредственно перед сваркой. В условиях строительной площадки использовать такой метод очистки не представляется возможным из-за высокой температуры поверхности листов в летний период (до 60 °С) и сильного испарения растворителя в зону дыхания сварщика, что может привести к его отравлению. На практике сварщик производит очистку листов ручной универсальной щеткой, например

фирмы Lessman, но чаще всего щетки из стальной латунированной проволоки, закрепленной в дрель или другой вращатель. Зачистка щеткой малопроизводительна, а применение щетки из стальной латунированной проволоки приводит к повреждению листов больших, чем допускается по ТУ на материал (не более 10 % от толщины листа) и сосредоточению деформации в зоне повреждения.

При этом материал листа разрушается преимущественно по зоне зачистки рисунок 3.



Рисунок 3 – Разрушение соединения по зоне очистки при экструзионной сварке

По нашему мнению избежать повреждений листов при механической очистке возможно, если вместо металлического инструмента использовать гибкий шлифовальный инструмент, например круги шлифовальные лепестковые исполнения КЛ или КЛО с зернистостью Р100 - Р160. Для этих целей могут быть также использованы щетки нейлоновые или полиамидные Kreeb с зернистостью Р120. Такая замена делает очистку более стабильной, гарантирует отсутствие повреждений, больших, чем указано в ТУ на полиэтиленовый лист и тем самым исключает подготовку поверхности листов, как причину снижения качества сварных соединений.

Взаимная фиксация листов при сборке в полевых условиях производится с помощью сварки нагретым воздухом щелевой насадкой с прикаткой листов силиконовым роликом. При этом прикатка должна производиться по всей длине стыка, поскольку прихватка на отдельных участках стыка не позволяет предотвратить образование волны перед экструдером и снижает как товарный вид сварного шва, так и его прочность из-за уменьшения расчетной толщины шва вследствие искажения формы стыка. Процесс фиксации листов по своей трудоемкости сопоставим с трудоемкостью сварки, поэтому необходимо повысить его эффективность.

Нами предлагается осуществлять взаимную фиксацию листов на ширине равной

ширине сварного шва с помощью двухрядного латунного ролика, прокатываемого на расстоянии от 5 до 10 мм от края нахлестки. Проведенные эксперименты показали высокую эффективность предлагаемого способа фиксации листов. Для коротких сварных швов, например при постановке накладок можно рекомендовать фиксацию двухсторонним скотчем, который также показал высокую эффективность при условии отсутствия перегрева листов при последующей сварке.

При сварке основной проблемой при правильно подобранных параметрах режима, влияющей на качество сварного шва, является форма насадки экструдера. В комплект поставки экструдера входят универсальные насадки для сварки стыковых, прямолинейных угловых швов и угловых поворотов (внутренних и наружных).

Опыт применения насадок для стыковых швов при сварке нахлесточных соединений показывает, что из-за ступеньки, образуемой толщиной верхнего листа, насадка становится под углом, способствующим вытеканию расплавленного экструдированного материала за пределы шва. Это обуславливает избыточный расход присадочного прутка и уменьшению расчетного сечения сварного шва.

Для решения вышеуказанной проблемы нами была спроектирована и экспериментально проверена насадка для сварки нахлесточных соединений геомембран (рисунок 4). При проектировании ступенька на насадке увеличивалась на (0,2 – 0,3) мм по сравнению с толщиной верхнего листа, что позволяет компенсировать неточности, возникающие при сборке листов. В носовой части насадки выполнялось скругление передней кромки и продольные пазы для снижения трения насадки о листы. Боковой уступ в передней части насадки позволяет ее ориентировать по кромке нахлестки и облегчает контроль положения сварного шва.

Наши эксперименты показали, что применение специализированной насадки увеличивает расчетное сечение сварного шва по толщине и поднимает предел текучести

сварного соединения на (2-3) МПа по сравнению со швами, выполненными насадкой, входящей в комплект экструдера.

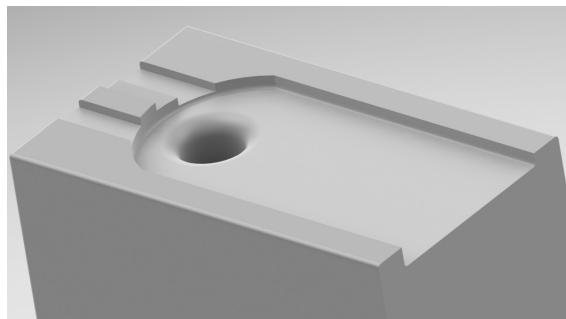


Рисунок 4 – Насадка для сварки нахлесточного соединения

Выводы:

1. На качество соединений, выполненных экструзионной сваркой, большое влияние оказывают стадия подготовки листов к сварке и конструкция насадки используемой для формирования шва;
2. Для снижения повреждения листов при зачистке зоны сварного шва вместо металлических щеток целесообразно использовать гибкий абразивный инструмент;
3. Замена силиконового ролика при взаимной фиксации листов на двухрядный латунный ролик позволяет повысить производительность процесса сборки при обеспечении надежной фиксации;
4. Применение специализированной насадки позволяет повысить стабильность процесса сварки, уменьшить вытекание расплава и повысить прочность сварного шва.

Список литературы:

1. Мандров Б.И., Демин Е.А., Сухинина С.Д., Путивский Сварка и контроль качества соединений противофильтрационных устройств // Ползуновский альманах, 2011, №4- С. 65-67.