

СВАРКА ГЕОМЕМБРАН ПРИ СООРУЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ

Б.И. Мандров, А.С. Влеско, О.М. Ужакина, А.П. Нестеров

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

Применение геомембраны для защиты окружающей среды в сооружаемых объектах требует выбора эффективных методов сварки, что делает эту проблему актуальной. Для получения качественных сварных соединений для протяженных швов можно использовать сварку нагретым или горячим клином. Для приварки накладок следует использовать экструзионную сварку. Сварку листов с трубами можно производить нагретым воздухом при малых диаметрах и экструзионной сваркой при больших диаметрах труб.

Ключевые слова: геомембрана, нагретый клин, горячий клин, экструзионная сварка, сварка нагретым воздухом, сварочный пруток

WELDING OF GEOMEMBRANES IN THE CONSTRUCTION OF OBJECTS OF LARGE DIMENSIONS

B.I. Mandrov, A.S. Vlisco, O.M. Uzhakina, A.P. Nesterov

The Altai state technical university of I.I. Polzunov, Barnaul

The use of geomembranes for environmental protection in constructed facilities of tre-Buet choice of effective welding techniques, which makes this issue relevant. For receiving Deposit high quality welds for long seams, you can use the heated welding or hot wedge. For welding of overlays, use of extrusion welding. Welding of sheets, pipes can produce hot air at small diameters and extrusion welding for large diameter pipes.

Keywords: geomembrane, hot wedge hot wedge, extrusion welding, hot air welding, welding rod

Одним из эффективных методов защиты окружающей среды от загрязнения или повреждения продуктами деятельности промышленных объектов является применение геомембраны из полимерных материалов, и в частности из полиэтилена марки ПЭНД. Выпускаемые российскими производителями полиэтиленовые листы, сворачиваемые в рулоны, имеют в среднем площадь ~ 250 м². В тоже время площадь объектов, в которых сооружается геомембрана может быть значительно больше до (1500000 – 2500000) м². При таком соотношении площади рулонов и сооружаемого объекта весьма остро стоит вопрос о соединении листов сплошную мембрану. Это подтверждается расчетами, которые показывают, что при площади объекта 300000 м² длина сварных швов составляет ~ от 66 до 70 км, а при больших размерах объекта увеличивается кратно. При этом следует иметь в виду, что соединение листов должно производиться в полевых условиях, а согласно перечню объектов Национального Агентства и Контроля Сварки (НАКС) геомембрана относится к промышленно опасным объектам. Таким образом, вопрос о выборе

способов соединения листов геомембраны весьма актуален.

Выбор метода соединения заготовок из полимерных материалов во многом зависит от того, к какому классу соединяемый полимер относится, к реактопластам или термопластам. Реактопласты принято либо склеивать, либо сваривать химическими способами и тот, и другой способы соединения листов в монтажных условиях затруднены. Термопласты могут быть соединены практически всеми известными способами сварки полимерных материалов, однако при выборе способа соединения также следует учитывать, что соединение выполняется в монтажных условиях. Полиэтилен марки ПЭНД, рекомендуемый для геомембраны может быть отнесен согласно таблице 2 Приложения 17 [1] к группе материалов М00. В связи с этим, а также из-за проведения работ на открытой монтажной площадке выбор метода соединения в значительной мере ограничивается.

Рассмотрим, к какой группе промышленных объектов относится геомембрана, и какие способы сварки разрешены к применению. Согласно перечня объектов Национального

Агентства и Контроля Сварки (НАКС) геомембрана относится к промышленно опасным объектам «Строительные конструкции п.4», для которых допускается применение способов сварки разрешенных к применению нормативной документацией (НД). Таким документом является технологический регламент проведения аттестации персонала [1]. Поскольку материал геомембраны является полимером, следует определить перечень способов сварки, применяемых при соединении полимерных материалов вышеуказанной группы, при этом следует учитывать виды деталей, их толщину и типы сварных соединений.

Анализ конструкции геомембраны показал, основная часть геомембраны изготавливается из листов (вид деталей листы - Л) толщиной от 1 до 4 мм, соединяемых между собой внахлестку (соединение типа Н). Ширина нахлеста листов согласно [2, 3] составляет от 100 до 150 мм. На места порыва листов, выявленных дефектов, места перекрестия швов, места вырезки сварных швов для проверки прочности их прочности устанавливаются накладки, привариваемые, к основным листам, также соединением типа Н. При вводе полиэтиленовых труб в объект возникает необходимость сварки труб в геомембрану. Эти детали могут быть отнесены к виду деталей – лист с трубой (Л+Т), а соединение к типу тавровое – Т (без разделки или с разделкой кромок). Толщина стенки трубы может составлять от 3 до 57,2 мм, а диаметр трубы от 32 до 630 мм.

В таблице 5 Приложения 17 [1] для полимерных материалов указаны способы сварки, рекомендованные для сварки листовых конструкций и сварки листов с трубами опасных технических объектов относящихся к «Строительным конструкциям п.4». В этот перечень могут быть включены следующие способы сварки:

- сварка листов нагретым инструментом,
- сварка листов нагретым воздухом,
- экструзионная сварка листов,
- сварка листов и труб нагретым воздухом,
- экструзионная сварка листов и труб.

Рассмотрим вышеперечисленные способы сварки полимеров с точки зрения возможности их применения при сооружении геомембраны. При этом следует отметить, что в вышеперечисленных способах сварки выполняются условия, необходимые для получения качественных сварных соединений – полимер нагревается до температуры перехода в вязкотекучее состояние, а давление в зоне

сварки создает условия для протекания реологических и диффузионных процессов.

К сварным соединениям геомембраны предъявляются требования, как прочности, так и плотности. Прочность сварных соединений должна соответствовать требованиям НД и пояснительных записок проектов сооружений с использованием геомембран и составлять не менее 60% от прочности основного материала, а разрушение должно происходить по основному материалу. Пластичность сварных соединений нормативными документами не регламентируется. Сварные швы геомембран должны обладать плотностью и не допускать протекание хранимого продукта за пределы объекта. Рассмотрим возможность применения выше перечисленных способов сварки при сооружении геомембраны.

Сварка листов нагретым инструментом

В эту группу входит большое количество способов сварки, однако, учитывая размеры сооружения и условия выполнения работ (открытая монтажная площадка) из них можно выделить способ сварки клином с электрическим нагревом (далее нагретый клин) рисунок 1.

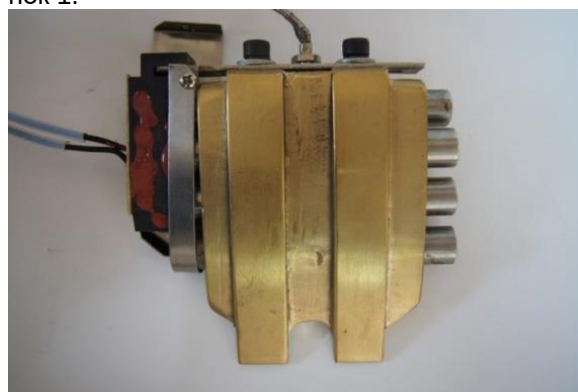


Рисунок 1 – Клин с электрическим нагревом

При сварке нагретым клином листы заправляются внахлестку в сварочный аппарат, охватывая клин сверху и снизу и прижимаясь к его выступающим частям между которыми имеется зазор шириной от 15 до 20 мм. Клин нагревается до температуры (400 – 450) °С. Такая температура нагретого клина позволяет быстро нагреть поверхностный слой геомембраны до температуры вязкотекучего состояния на участках выступов. Нагретые листы прижимаются двумя роликами (прижимным и приводным) и свариваются (рисунок 2), образуя канал, который в дальнейшем используется для контроля плотности сварного соединения пневматическим методом. Давление роликов на свариваемые листы в современных

аппаратах регулируется, что позволяет точно подобрать режим сварки под конкретные погодные условия. Скорость сварки геомембраны составляет от 1 до 5 м/мин. Толщина свариваемых листов составляет от 0,3 до 3 мм. Наши эксперименты показали, что прочность и плотность сварных швов геомембраны соответствуют требованиям НД.



Рисунок 2 – Схема сварки нагретым клином

Сварка листов нагретым воздухом

В эту группу входят способы сварки, в которых нагрев полимера осуществляется нагреты до оптимальной данного полимера воздухом с подачей сварочного прутка или без него. Однако, для сварки геомембраны может быть использован способ сварки появившийся недавно – способ сварки клином, нагреваемым воздухом от встроенного в аппарат устройства (рисунок 3). Клин имеет отверстия, через которые выходит горячий воздух, поэтому нагрев листов осуществляется как воздухом, так и поверхностью клина по которому скользят листы геомембраны. Этот способ получил название сварки горячим клином (далее в работе будет использоваться этот термин). В остальном этот способ по своей сути близок к способу сварки нагретым клином (см. выше), как по производительности, так и по толщине свариваемых листов. Наши эксперименты показали, что прочность и плотность швов геомембраны, выполненных этим способом сварки также соответствует требованиям НД.

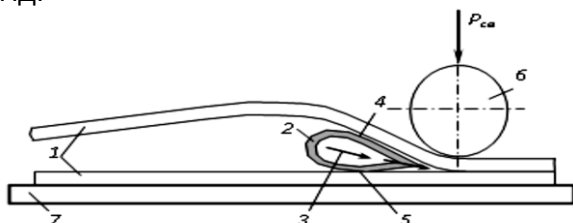


Рисунок 3 – Схема сварки клином нагретым воздухом

Учитывая размеры сооружения и условия выполнения работ (открытая монтажная площадка) способ сварки горячим клином также может быть использован для сварки геомембраны.

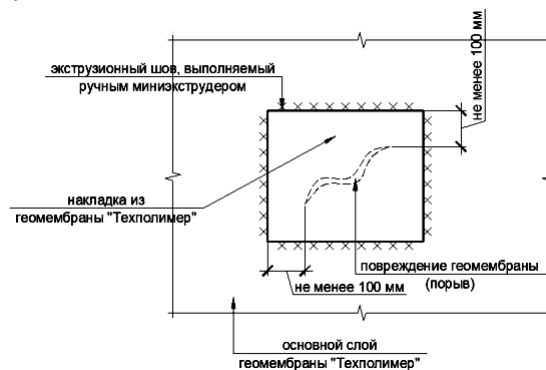


Рисунок 4 – Схема устранения повреждений геомембраны сваркой ручным экструдером с применением накладки [2]

При сооружении геомембраны используются как продольные, так и поперечные швы. Поперечные швы сваривают либо горячим, либо нагретым клином. При необходимости для усиления мест пересечения швов на них укладываются и привариваются накладки из того же материала, что и геомембрана. Подобная задача с накладками возникает и при ремонте мест повреждения геомембраны (рисунок 4). В обоих случаях швы имеют небольшую протяженность, а обратная сторона нижнего листа недоступна, поэтому применение сварки клином невозможно. Сварное соединение нахлесточного типа – Н. Для этих целей можно применять **способ сварки расплавом** полимера, получивший название экструзионной сварки. Для образования расплава полиэтилена используется полиэтиленовый пруток сварочный, изготавливаемый по СТО 56910145-003-2010. Пруток заправляется в приемное отверстие готового к сварке экструдера и подается в зону сварки через ствол экструдера и сварочную насадку, которая формирует шов.

В тех случаях, когда через конструкцию геомембраны проходит полиэтиленовый трубопровод возникает необходимость плотного соединения листов и труб. Труба проходит через геомембрану, образуя тавровое соединение – Т. Для наложения таких швов способ сварки должен быть маневренным, а оборудование достаточно легким и компактным. Сварные швы должны удовлетворять требованиям прочности и плотности. Для вышеперечисленных целей наиболее целесообразно использовать сварку нагретым газом с подачей прутка

СВАРКА ГЕОМЕМБРАН ПРИ СООРУЖЕНИИ ОБЪЕКТОВ БОЛЬШИХ РАЗМЕРОВ

через сопло быстрой сварки (рисунок 5) и экструзионную сварку (рисунок 6).

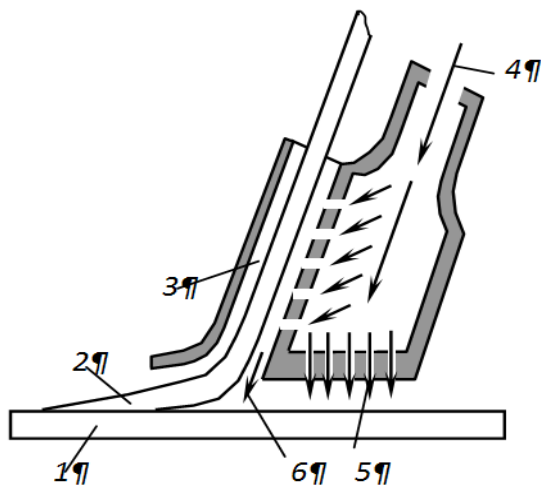


Рисунок 5 – Схема сварки «соплом быстрой сварки»: 1 – свариваемые детали; 2 – присадочный материал (пруток); 3 – камера подогрева присадочного прутка; 4 – нагретый газ; 5 – предварительный нагрев основного материала; 6 – окончательный нагрев основного материала до $T_{св}$

Режимы сварки выше перечисленными методами выбирают либо по [2], либо по инструкциям на сварочные аппараты.

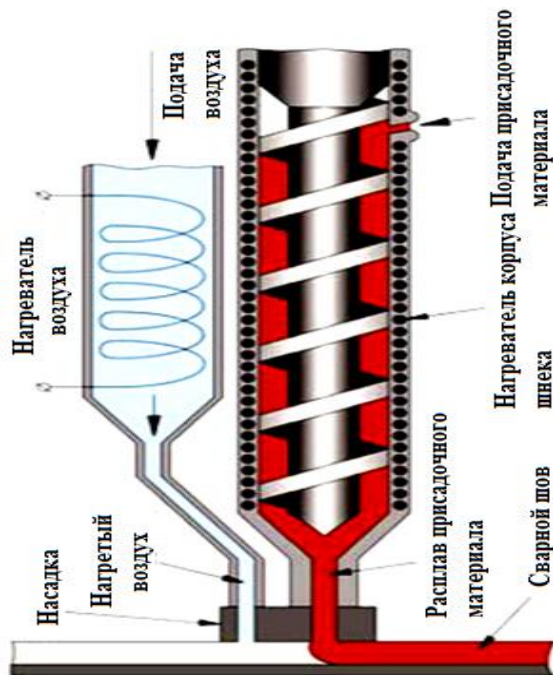


Рисунок 6 – Схема экструзионной сварки

Оборудование для сварки горячим клином, экструзионной сварки и сварки нагретым газом показано на рисунках 7 -9.



Рисунок 7 – Аппарат для сварки горячим клином компании LEISTER



Рисунок 8 – Сварочный экструдер компании LEISTER



Рисунок 9 – Аппарат для сварки нагретым воздухом компании LEISTER

В заключение можно отметить, что по данным наших испытаний соединения, выполненные вышеперечисленными способами сварки соответствуют требованиям НД или ПОС записок проектов.

Список литературы:

1. РД 03 – 495 – 02 Технологический регламент проведения аттестации сварщиков и специалистов сварочного производства,
2. ТТК 21852109-001-2014 Типовая технологическая карта на сварочные работы в полевых условиях при строительстве противофильтрационных экранов из листов полимерных (геомембран)