

УДК 621.791.94

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННОЙ СВАРКИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ЛИСТОВ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА К НЕСУЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ ЕМКостей

А.С. Влеско¹, Б.И. Мандров²

¹ООО «ТЕХПОЛИМЕР» г. Красноярск,

² Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В статье рассмотрены вопросы применения индукционной сварки для крепления полимерных листов при футеровке емкостей. Показано, что при сборке полиэтиленовой мембраны под экструзионную сварку необходимо надежно и точно фиксировать полимерные листы на несущей стене. Предложено использовать косвенный нагрев листов за счет индукционного нагрева металлической сетки в монтажном диске. Для решения задачи импортозамещения дорогостоящего оборудования начата разработка опытного образца индукционного аппарата для крепления полиэтиленовых листов к несущей стене.

Ключевые слова: мембрана, полимерные материалы, экструзионная сварка, монтажный диск, индукционный нагрев, опытный образец.

APPLICATION OF INDUCTION WELDING FOR FASTENING OF SHEETS FROM POLYETHYLENE TO THE BEARING DESIGNS OF CAPACITIES

A.S. Vlesko¹, B.I. Mandrov²

¹«TEKHPOLIMER», Krasnoyarsk,

² The Altai state technical university of I.I. Polzunov, Barnaul

In the article the questions of the fastening in process of the capacities facing with polymer sheets are considered. It offers to use indirect way of the sheets heating by induction heating of the metal net in the assembling disk. In order to fill the import position of expensive equipment, the elaboration of experimental model of induction equipment for fastening the main wall of capacity with polymer sheets has already begin.

Keywords: Membrane, polymer materials, extrusion welding, assembling disk, induction heating, experimental model

Бетонные емкости широко применяются для хранения жидких продуктов во многих технологических процессах. Из-за гетерогенной структуры бетон является проницаемым капиллярно-пористым материалом. При этом в процессе эксплуатации проницаемость бетона возрастает, в то время как остаточная прочность сохраняется на уровне достаточном для продолжения дальнейшей эксплуатации сооружения. Снижение проницаемости бетонных объектов требует дополнительных затрат, а для сложных конструкций представляет еще и техническую проблему.

Для продолжения эксплуатации емкостей с возросшей проницаемостью используются различные методы защиты их стенок, в том числе и с помощью футеровки полимерными листами. Применение сварных полимерных

геомембран для гидротехнических сооружений широко известно [1, 2], в то время как футеровка хотя и применяется, но нормативно не регламентирована.

Одним из сложных вопросов футеровки емкостей является крепление листов на наклонных, вертикальных и потолочных поверхностях при сборке под сварку. Это обусловлено тем, что несущие стены футеруемых емкостей изготавливаются из материалов, не свариваемых с полимерными листами. Применение механического крепления листов к несущей стене с помощью шурупов или винтов приводит к необходимости последующей герметизации зоны крепления.

Одним из путей решения проблемы крепления полимерных листов к несущей стене

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННОЙ СВАРКИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ЛИСТОВ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА К НЕСУЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ ЕМКостей

емкости могло бы быть применение нахлесточного соединения закрепленного на стене полимерного элемента и соединения его с футеровочными листами с помощью индукционной сварки. Однако это возможно только для дипольных полимеров (полихлорвинила, полиамидов и т.п.) [3]. Наиболее широко применяемый для футеровки материал – полиэтилен имеет электронную структуру, что исключает использование прямого индукционного нагрева листов полиэтилена марки ПЭНД (рисунок 1). Бетонные емкости широко применяются для хранения жидких продуктов во многих технологических процессах. Из-за гетерогенной структуры бетон является проницаемым капиллярно-пористым материалом. При этом в процессе эксплуатации проницаемость бетона возрастает, в то время как остаточная прочность сохраняется на уровне достаточном для продолжения дальнейшей эксплуатации сооружения. Снижение проницаемости бетонных объектов требует дополнительных затрат, а для сложных конструкций представляет еще и техническую проблему.

Для продолжения эксплуатации емкостей с возросшей проницаемостью используются различные методы защиты их стенок, в том числе и с помощью футеровки полимерными листами. Применение сварных полимерных геомембран для гидротехнических сооружений широко известно [1, 2], в то время как футеровка хотя и применяется, но нормативно не регламентирована.

Одним из сложных вопросов футеровки емкостей является крепление листов на наклонных, вертикальных и потолочных поверхностях при сборке под сварку. Это обусловлено тем, что несущие стены футеруемых емкостей изготавливаются из материалов, не свариваемых с полимерными листами. Применение механического крепления листов к несущей стене с помощью шурупов или винтов приводит к необходимости последующей герметизации зоны крепления.

Одним из путей решения проблемы крепления полимерных листов к несущей стене емкости могло бы быть применение нахлесточного соединения закрепленного на стене полимерного элемента и соединения его с футеровочными листами с помощью индукционной сварки. Однако это возможно только для дипольных полимеров (полихлорвинила, полиамидов и т.п.) [3]. Наиболее широко применяемый для футеровки материал – полиэтилен имеет электронную структуру, что исключает использование прямого индукционного

нагрева листов полиэтилена марки ПЭНД (рисунок 1).



Рисунок 1 – Футеровка бетонной емкости полиэтиленовыми листами толщиной 4,0 мм

Для осуществления высокочастотной сварки полиэтилена в соединении между листами рекомендуется [4] ввести полоску полихлорвинила, который нагревается ТВЧ и передаст тепло полиэтилену. Вместо полоски полихлорвинила может быть использована металлическая сетка, вплавляемая в полиэтиленовый элемент. Такой узел, заранее изготовленный и закрепляемый на несущей стене можно использовать для фиксации полиэтиленовых, а при необходимости и полипропиленовых листов при сборке футеровки под сварку. Он получил название диска монтажного для индукционной сварки (рисунок 2).

Диск монтажный, показанный на рисунке 1 конструктивно выполнен таким образом, чтобы он мог закрепляться на несущей стене доступными в монтажных условиях методами (шурупов, дюбелей и т.п.). Диски монтажные широко применяются в зарубежной практике футеровки емкостей. Устройства для индукционной сварки дисков с полимерными листами также серийно выпускаются европейскими производителями. Однако из-за его высокой стоимости и требования импортозамещения можно считать актуальной разработку устройства для индукционной сварки монтажного диска. В данной работе предпринята попытка формулирования требований к сварочному аппарату, изготовления опытного образца и проверки его работы.



Рисунок 2 - Диск монтажный для индукционной сварки

На основании накопленного опыта крепления к несущим стенам емкостей полиэтиленовых листов нами были сформулированы следующие требования к конструкции сварочного аппарата:

1. Мощность устройства должна обеспечивать возможность соединения диска монтажного с листами толщиной от 1 до 4 мм.
2. Температура в зоне соединения полиэтиленового листа и диска монтажного должна достигать температуры перехода полиэтилена в вязкотекучее состояние.
3. Для предотвращения деструкции полиэтилена время сварки при температуре 200 °С должно быть менее 20 минут.
4. Устройство должно включаться только после обнаружения им диска монтажного (через лист футеровки).
5. Устройство должно быть оснащено таймером для регулирования степени нагрева зоны сварки.
6. Индуктор устройства должен обеспечивать давление в зоне сварки, достаточное для получения сварного соединения высокого качества.
7. Для повышения маневренности сварочного аппарата входящие в него индуктор и генератор, должны быть размещены в разных корпусах.
8. Устройство должно соответствовать требованиям эргономики и безопасности в строительстве.

После того как были сформулированы

требования к конструкции сварочного аппарата была начата над его изготовлением. На рисунке 3 показан опытный образец индуктора, на передней панели которого размещены лампочки индикаторов. Первым начинает светиться индикатор, информирующий оператора-сварщика о том, что монтажный диск совместился с контуром индуктора и сварка может выполняться.



Рисунок 3 - Опытный образец индуктора для сварки листов футеровки с монтажными дисками

Поскольку сварка термопластов наиболее эффективна при создании давления в зоне контакта свариваемых элементов. На корпусе индуктора закреплена ручка, с помощью которой оператор-сварщик создает это давление.

Органы управления процессом сварки расположены на лицевой панели генератора. Это требует, чтобы перед сваркой персонал, участвующий в работе осуществлял пробную сварку в конкретных условиях сварки (общепринятая практика при сварке пластмасс).

На рисунке 3 показан опытный образец генератора аппарата для индукционной сварки.

После разработки и изготовления опытного образца аппарата нами были произведены эксперименты по индукционной сварке дисков монтажных с заготовками из полиэтиленовых листов марки ПЭНД и отработаны режимы. На рисунке 5 представлен образец вышеуказанного сварного соединения.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНДУКЦИОННОЙ СВАРКИ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ЛИСТОВ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА К НЕСУЩИМ КОНСТРУКЦИЯМ ЕМКостей

Следует отметить, что время прижатия заготовки к диску монтажному после отключения генератора оказывает большое влияние на прочность соединения. Наши эксперименты показали, что оно должно составлять не менее 30 с. Эксперименты по исследованию особенностей индукционной сварки диска монтажного с полиэтиленовыми заготовками следует продолжить.



Рисунок 4 – Опытный образец генератора аппарата для индукционной сварки



Рисунок 5 – Сварное соединение диска монтажного с заготовкой из полиэтиленового листа толщиной 4,0 мм

После завершения данного этапа работы был проведен анализ условий работы сварного соединения монтажный диск - полиэтиленовый лист. Было высказано предположение, что сварные соединения работают главным образом на сдвиг (срез) и на отрыв. Следует отметить, что в комплект механических испытательных систем приспособления для проведения таких испытаний не входят. Для того,

чтобы провести необходимые испытания на сдвиг следует разработать и изготовить оснастку, которая бы позволяла закреплять листовую заготовку и монтажный диск, а также проводить перемещение диска относительно неподвижного листа.

Выводы:

1. Показано, что при футеровке крепление полимерных листов к элементам емкостей отражается на качестве сварных соединений.
2. Индукционная сварка может быть использована для крепления полиэтиленовых листов при футеровке емкостей.
3. Сформулированы требования аппарату для индукционной сварки полиэтиленовых листов с диском монтажным.
4. Изготовлен опытный образец аппарата для индукционной сварки.
5. Сварены пробные соединения диска монтажного с заготовкой из полиэтиленового листа.
6. Сформулированы требования к оснастке для механических испытаний сварных соединений

Список литературы

1. СН 551-82 Инструкция по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов.
2. ТТК 21852109-001-2014 Типовая технологическая карта на сварочные работы в полевых условиях при строительстве противофильтрационных экранов из листов полимерных (геомембран).
3. Руге Ю. Техника сварки. Справочник в 2-х томах. Т1 - М.: Металлургия, 1984. 552 с.
4. Бокарев Д.И. Сварка пластмасс и склеивание металлов: учеб. пособие. - Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2004. 172 с.
5. ТУ 2246-001-56910145-2014 Листы полимерные (геомембрана). Технические условия

Мандров Борис Иванович, к.т.н., доцент кафедры «Малый бизнес в сварочном производстве» АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46. e-mail polimerbim@mail.ru тел. 8-963-523-4930

Влеско Александр Сергеевич, инженер по сварке ООО «ТЕХПОЛИМЕР» г. Красноярск, e-mail asv@texpolimer.ru тел. 8-913-831-9392