

ПРОЧНОСТНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ

Б.И. Мандров, А.С. Влеско, Г.В. Матохин, Е.А. Демин,
С.А. Путивский, С.Д. Сухинина

Статья посвящена оценке качества сварных соединений противофильтрационных устройств. Приведены результаты механических испытаний основного материала и сварных соединений.

Ключевые слова: противофильтрационное устройство, сварное соединение, прочность

В настоящее время при строительстве сооружений, для которых фильтрация влаги может нарушить регламент эксплуатации, широко используются противофильтрационные устройства, изготавливаемые из полиэтиленовых листов, соединяемых между собой продольными и поперечными швами [1], которые должны проходить механические испытания на растяжение и плотность.

Нормативный документ СН 551-82, регламентирующий изготовление противофильтрационного устройства не вполне соответствует [2] современному уровню требований к этим устройствам, как в области проектирования, изготовления, так и в области контроля качества, например при механических испытаниях сварных соединений. Прочность сварных соединений противофильтрационного устройства согласно вышеуказанному документу должна составлять не менее 80% для швов, сваренных в стационарных условиях и не менее 60% для швов, сваренных в полевых условиях не менее прочности основного материала. В тоже время, в пояснительных записках к проектам на строящиеся объекты указывается, что прочность сварных соединений должна составлять не менее 75% прочности основного материала. Относительное удлинение, как показатель механических свойств, в пояснительных записках проектов и в нормативной документации не регламентируется.

В технических условиях (ТУ) на полимерный лист не содержится прямых указаний о контроле качества сварных соединений. В связи с этим, с нашей точки зрения вопрос оценки прочности сварных соединений заслуживает отдельного рассмотрения.

Государственный стандарт, согласно которому производится определение показателей механических свойств и их значение указывается в нормативной документации на

основной материал противофильтрационного устройства, например в (ТУ). Для листов толщиной 1 мм и более определение показателей прочности основного материала при растяжении (σ_{pm}), предела текучести (σ_{pt}) и прочности при разрыве (σ_{pp}) производится по ГОСТ 11262-80 на образцах 1 типа с расчетной длиной 25 мм (рисунок 1)*, там же указана точность изготовления образцов. Допускается использование образцов 2 и 3 типа с расчетной длиной 50 мм для листов толщиной менее 1 мм.

Нами была поставлена задача, экспериментально определить возможность использования образцов различных типов по ГОСТ 11262-80 для оценки прочности сварных соединений противофильтрационного устройства. Образцы изготавливались из листового полиэтилена низкого давления (ПЭНД) толщиной 1 мм, а также из соединений, полученных экструзионной сваркой и сваркой комбинированным клином. Основные испытания на растяжение проводились в лаборатории АлтГТУ им.И.И. Ползунова при температуре 24°С, влажности 45% и скорости испытаний 100 мм/мин на установке фирмы «INSTRON» модели 3369, контрольные испытания в лаборатории контроля качества ЗАО «ТЕХПОЛИМЕР». Эксперименты проводились в два этапа.

На первом этапе исследования проводилось испытание на растяжение образцов из основного материала. Типичный вид диаграмм испытаний на растяжение приведен на рисунке 2 (построение диаграмм производилось во время испытаний). На диаграмме испытаний можно отметить некоторые характерные точки, представляющие интерес для данного исследования. Эти точки соответствуют: напряжению равному пределу текучести при растяжении (σ_{pt}) - 1, прочности при разрыве (σ_{pp}) - 2, прочности при растяжении

(σ_{pm}) - 3, относительному удлинению при достижении предела текучести (ϵ_{pt}) и относительному удлинению при разрыве (ϵ_{pp}). Номера точек указаны на диаграммах (рисунки 2, 3, 6, 7).

В соответствии с рисунком 2 предел текучести σ_{pt} достигается при относительном удлинении $\epsilon_{pt} = (44 - 50) \%$, прочность при разрыве σ_{pp} достигается при относительном удлинении $\epsilon_{pp} = (700 - 950) \%$. Как показали эксперименты, прочность при растяжении (σ_{pm}) может иметь значение как равное пределу текучести σ_{pt} , так и большее.

Испытание основного материала той же партии на образцах 3 типа показано на рисунке 3. Условия испытаний образцов 3 типа

соответствовали требованиям методики проведения испытаний и были идентичны вышеуказанным условиям для образцов 1 типа. При сравнении результатов испытаний, приведенных на рисунках 2 и 3 видно, что результаты, полученные на образцах 3 типа, не вполне соответствуют результатам, полученным на образцах 1 типа. В частности, напряжения после пика текучести хоть и растут, но не значительно. Значение предела текучести и значение прочности при максимальной нагрузке практически одинаковы. Предел текучести достигается при относительном удлинении $\epsilon_{pt} = (25 - 30)\%$, а прочность при разрыве (σ_{pp}) достигается при относительном удлинении $\epsilon_{pp} = (850 - 880) \%$.

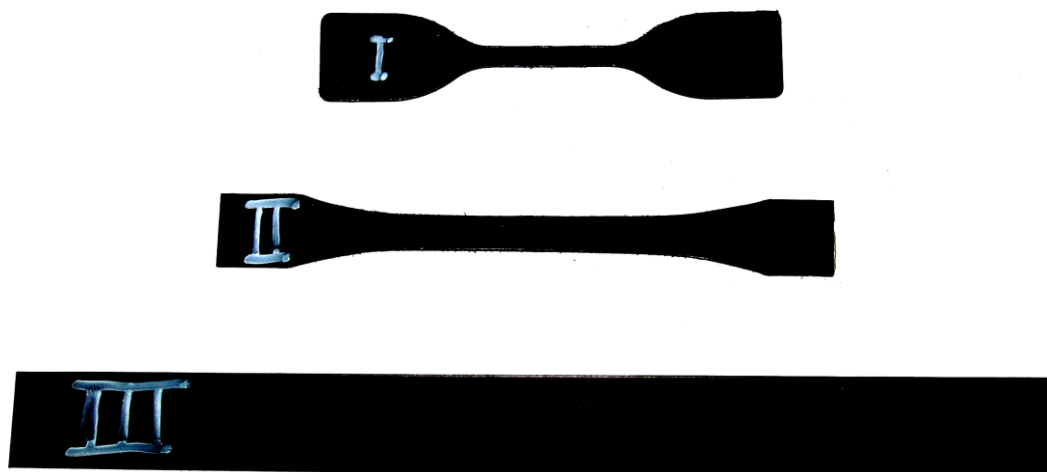


Рисунок 1 – Образцы 1 - 3 типов для проведения механических испытаний основного материала

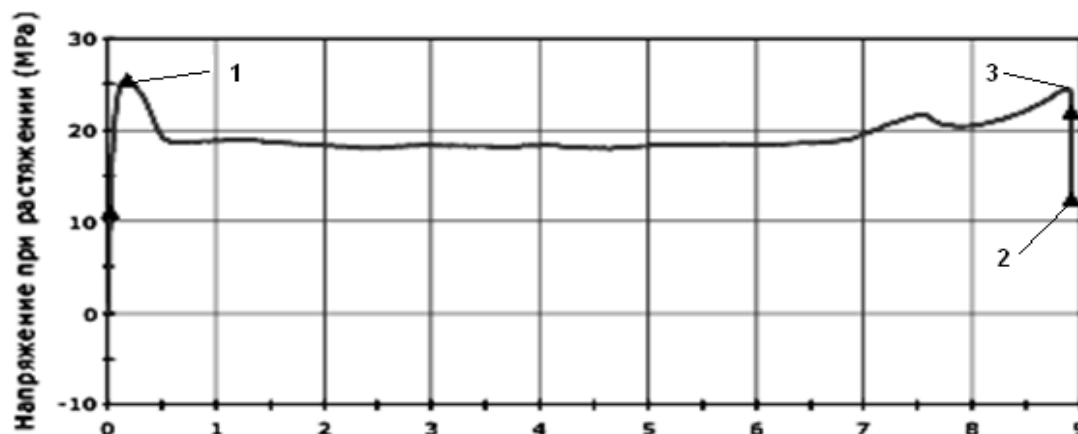


Рисунок 2 – Результаты испытаний образцов 1 типа на растяжение

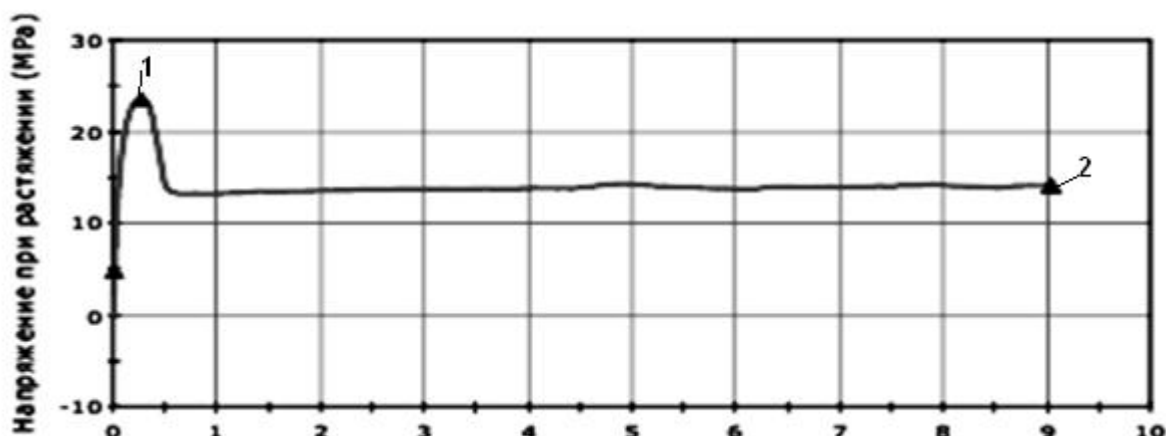


Рисунок 3 – Результаты испытаний образцов 3 типа на растяжение

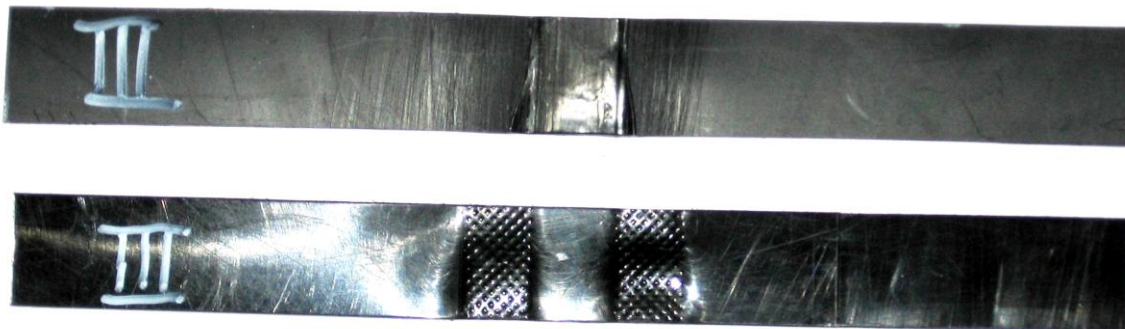
Обращает на себя внимание то обстоятельство, что значения предела текучести $\sigma_{\text{рт}}$ и величины относительного удлинения $\epsilon_{\text{рт}}$, полученные на образцах 1 и 3 типов незначительно отличаются друг от друга. Кроме того, в нормативном документе СН 551-82 при расчете толщины пленочного элемента используется допускаемое напряжение $\sigma_{\text{доп}} = 0,5 \text{ МПа}$, значительно более низкое, чем предел текучести основного материала. Это позволяет сделать вывод о том, что для оценки прочности полиэтиленового листа ПЭНД могут быть использованы данные, полученные на участке до пика текучести ($\sigma_{\text{рт}}$) как на образцах 1, так и 3 типа, и они практически в равной степени характеризуют прочность основного материала.

На втором этапе исследования проводилось испытание на растяжение образцов из сварных соединений. Проведение испытаний на растяжение сварных соединений противофильтрационных устройств должно произ-

водиться для подтверждения их качества согласно требованиям проектов по методике ГОСТ 11262-80. Анализ параметров образцов для испытаний, представленных в вышеназванном стандарте, показывает, что для этой цели могут быть пригодны не все образцы. Из-за малой расчетной длины и расстояния между метками, определяющими положение кромок зажимов образцы 1 типа для этой цели не пригодны. Образцы 2 типа, как показали предварительные эксперименты, разрушаются при малой пластической деформации (рисунок 4) и не отражают реальной работы сварного соединения. Поэтому для испытания на растяжение нами были выбраны образцы 3 типа. На рисунке 5 показаны образцы 3 типа из сварных соединений выполненных экструзионной сваркой и сваркой комбинированным клином. В пользу образцов 3 типа свидетельствует и меньшая трудоемкость изготовления вырубного штампа.



Рисунок 4 – Образец 2 типа после испытания на растяжение соединения, выполненного сваркой комбинированным клином



а), б)

Рисунок 5 – Образцы 3 типа для испытаний на растяжение сварных соединений противофилт-
рационных устройств: а – после экструзионной сварки;
б – после сварки комбинированным клином

Результаты испытаний на растяжение показаны на рисунках 6 и 7 для экструзионной сварки и сварки комбинированным клином соответственно. Как видно из диаграмм, полученные результаты при испытании сварных соединений практически полностью соответствуют результатам, полученным при испытании основного материала на образцах 3 типа. В частности, схожи картины изменения напряжений после пика текучести и совпадение значений предела текучести и прочности при максимальной нагрузке. Предел текучести достигается при относительном удлинении $\epsilon_{\text{рт}} = (34 - 41) \%$, а прочность при разрыве $\sigma_{\text{рр}}$ достигается при относительном удлинении $\epsilon_{\text{рр}} = (700 - 770) \%$ для образцов после экструзионной сварки. При сварке комбинированным клином предел текучести достигается при относительном удлинении $\epsilon_{\text{рт}} = (27 - 31) \%$, а прочность при разрыве $\sigma_{\text{рр}}$ достигается при относительном удлинении

$\epsilon_{\text{рр}} = (500 - 770) \%$. Аналогичные результаты были получены в лаборатории контроля качества ЗАО «ТЕХПОЛИМЕР».

Как было показано выше, оценка прочности сварных соединений листа ПЭНД производится через сопоставление с прочностью основного материала (не менее 75%). Анализ результатов экспериментов позволяет сделать вывод о том, что показатели прочности на растяжение, полученные на образцах 1 и 3 типа для основного материала, а также образцов 3 типа для сварных соединений вполне коррелируемы. При этом прочность сварных соединений составляет не менее 80% прочности основного материала, показанной образцами 1 типа, что делает возможным проводить оценку прочности основного материала на образцах 1 типа, а сварных соединений на образцах 3 типа.

*Использованы термины ГОСТ 11262-80.

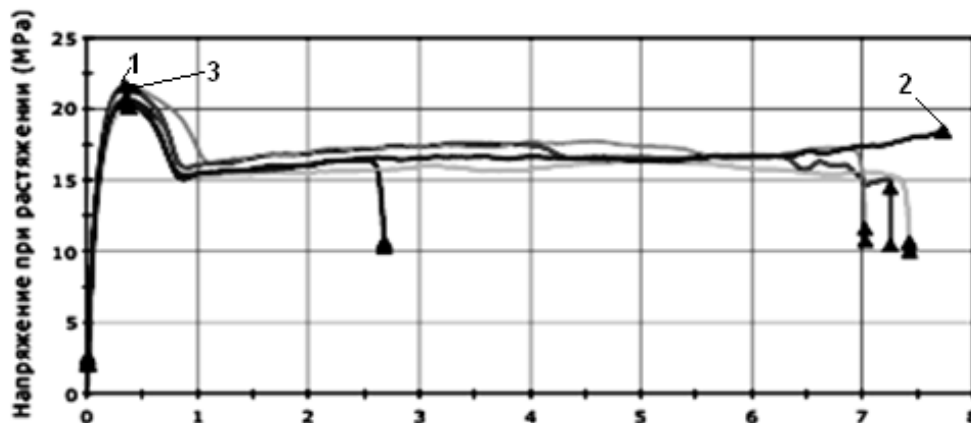


Рисунок 6 – Результаты испытаний на растяжение сварных соединений после экструзионной сварки

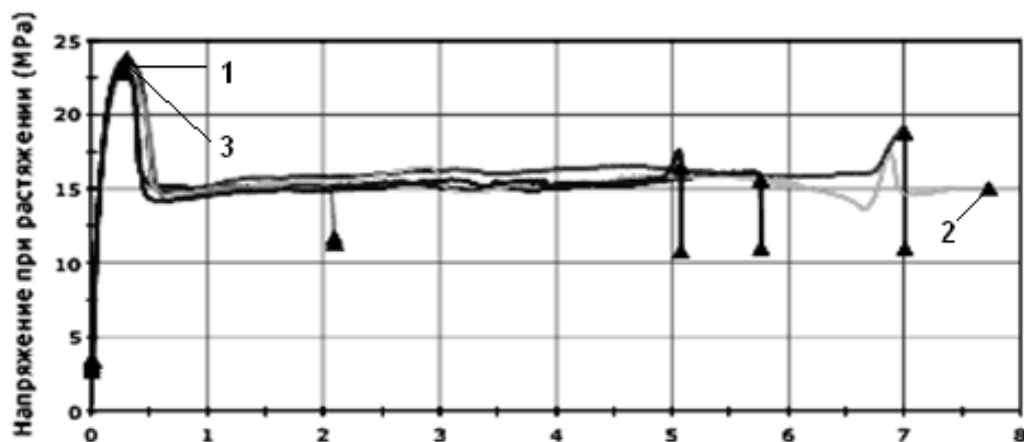


Рисунок 7 – Результаты испытаний на растяжение соединений, выполненных сваркой с комбинированным клином

Выводы:

1. Нормативный документ СН 551-82 на проектирование и строительство противофильтрационных устройств не отвечает современному состоянию дел в этой сфере деятельности.
2. Предел текучести при растяжении образцов 3 типа из сварных соединений на находится на уровне не ниже 80 % от предела текучести основного материала при растяжении образцов 1 типа и соответствуют требованиям пояснительных записок проектов противофильтрационных устройств.
3. При разработке технических условий на листы полимерные целесообразно указывать не только рекомендуемые способы их сварки, но и методы и нормы контроля.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мандров, Б.И. Сварка и контроль качества соединений противофильтрационных устройств/ Б.И. Мандров, Е.А. Демин, С.Д. Сухина, С.А. Путивский// Ползуновский альманах. – 2011. - №4. – с. 65-67.
2. Мандров, Б.И. Пневматические испытания соединений противофильтрационных устройств из

листа полиэтиленового (ПЭНД), выполненных сваркой с комбинированным клином/ Б.И. Мандров, Д.Д. Шаханов, С.Д. Сухина, С.А. Путивский// Ползуновский альманах. – 2011. - №4. – с. 32- 34.

Мандров Б.И., к.т.н., доцент кафедры «Малый бизнес в сварочном производстве»

Влеско А.В., студент 5 курса
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»,

Матюхин Г.В., д.т.н., проф., проф. кафедры «Оборудование и технология сварочного производства»,
тел.8(423)260-42-10,, e-mail: torgac@mail.ru;
ФГБОУ ВПО «Дальневосточный государственный технический университет»,

Демин Е.А., генеральный директор
ОАО «СНАБКОМПЛЕКТ», г. Новосибирск,

Путивский С.А., главный инженер проектов ЗАО «ТЕХПОЛИМЕР», г. Красноярск,

Сухина С.Д., инженер-конструктор
ОАО «ПСМК», г. Барнаул