

ИСПЫТАНИЕ НА ОТРЫВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Б.И. Мандров, С.И. Бакланов, С.Д. Сухинина,
А.С. Влеско, С.А. Путивский**

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

Показана необходимость быстрой оценки качества сварных соединений из полимерных материалов. Приведены результаты исследования.

Ключевые слова: испытание, растяжение, отрыв, прочность, удлинение, предел текучести

PULL TEST OF WELDED JOINTS OF POLYMERIC MATERIALS

**B.I. Mandrov, S.I. Baklanov, S.D. Sukhinina,
A.S. Vlasko, S.A. Putivskii**

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

Shows the need for rapid assessment of quality of welded connection of polymeric materials. The results of the study.

Keywords: test, sprain, separation, strength, elongation, yield strength

Разработка новых композиций полимерных материалов с высоким уровнем свойств и поставка на рынок полимерных листов делает этот вид продукции привлекательным для целого ряда объектов строительной, химической, газовой индустрии. Дополнительным стимулом для этого является освоение выпуска такой продукции организациями сибирского региона. В частности, ОАО «ТЕХПОЛИМЕР» г. Красноярск и ООО «АНИКОМ» г. Барнаул освоили выпуск полимерного листа толщиной от 0,6 до 4 мм из полиэтилена перспективной марки ПЭНД (полиэтилен низкого давления).

В настоящее время строятся или находятся в эксплуатации такие объекты, как искусственный водоем в Республике Алтай и в окрестностях г. Магадан, полигон твердых бытовых отходов в окрестностях р.п. Тальменка Алтайского края и др. На этих объектах в качестве геомембраны использовался полиэтиленовый лист толщиной 1,0 мм. Кроме того, возрастает интерес к ремонту емкостей, потерявших плотность с помощью противофильтрационного устройства оболочкового типа из полиэтиленового листа такой же толщины.

Размеры сооружений, в которых используются полимерные листовые материалы, значительно превышают размеры выпускаемых листов (ширина листов до 5 м, длина рулона до 100 м), что требует применение сварки для соединения листов между собой либо в геомембрану, либо в оболочку. Для соединения листов в вышеуказанных объектах

используются два основных способа - сварка клином, нагретым газом, клином с электрическим нагревом и экструзионная сварка. С помощью этих способов листы между собой соединяются внахлестку.

К сварным соединениям предъявляются требования плотности и прочности. Проверка плотности соединений, выполненных сваркой нагретым клином, производится методом пневматических испытаний под давлением в канале между швами ~ 2 бара. Проверка плотности соединений, выполненных экструзионной сваркой, производится электроискровым методом путем сканирования сварного шва вдоль уложенной между листами медной проволоки.

Нормативной документацией, в которой указываются требования к прочности сварного соединения обычно, является либо пояснительная записка, либо типовая технологическая карта, например, ТТК 21852109-001-2014 [1]. В пояснительной записке проекта указывается, что прочность сварного соединения должна быть не менее (75 - 80) % от прочности основного материала, а испытания следует проводить по ГОСТ 11262-80. При этом нет сведений о том, какие показатели сравнивать: предел текучести, максимальное напряжение при испытании или напряжение при разрыве, а также на образцах, какого типа производить испытание сварных соединений. По ТТК 21852109-001-2014 шов считается прочным, если при нагружении пластическая деформация

ция идет не по шву, а непосредственно по основному материалу или в зоне термического влияния. Прочность должна составлять не менее 60 % прочности основного материала. Относительное удлинение не нормируется.

Сварка геомембран и оболочек производится в полевых условиях, поэтому быстро оценить прочность сварного соединения затруднительно, что делает необходимым применение более простых, но достаточно объективных методов контроля. Данная работа посвящена вопросам быстрого проведения механических испытаний сварных соединений листов из полиэтилена марки ПЭНД.

Проведенный анализ существующих методов испытаний полимерных материалов показал, что на практике используется несколько основных методов:

На растяжение по ГОСТ 11262-80;

На сопротивление раздиру по ГОСТ 262-93;

На отрыв (для седловых отводов) ГОСТ 52779-2007.

Согласно ГОСТ 11262-80 испытание на растяжение полимерных листов проводятся для основного материала на образцах I типа, для сварных соединений на образцах III типа. При этом испытании получают информацию о показателях прочности и пластичности основного материала и сварного соединения. После чего производится сравнение показателей прочности и делается вывод работоспособности сварного соединения. Следует отметить, что нормативной документации не указывается, какие прочностные характеристики нужно сравнивать. Это затрудняет интерпретацию результатов испытаний. С нашей точки зрения сопоставление прочностных характеристик можно производить по пределу текучести при растяжении, поскольку допускаемое напряжение в расчетах для полиэтилена составляет 1,2 МПа. Кроме того, для проведения механических испытаний на растяжение требуется аппаратура с погрешность измерения основных показателей не более 1%.

Сопротивление раздиру, применяемое для оценки прочности рулонных кровельных и гидроизоляционных материалов невозможно применить для соединений, полученных экструзионной сваркой и сваркой клином (нагретым или горячим), что не позволяет его использовать для рассматриваемого направления использования полиэтиленовых листов.

Для оценки прочности сварных соединений седловых отводов с трубами используется согласно ГОСТ 52779-2007 испытание на отрыв, при котором получают заключение о

прочности сварного соединения в виде оценки характера разрушения «хрупкий - вязкий». Нами рассматривался вопрос о возможности проведения испытаний контрольных сварных соединений (КСС) при отработке режима сварки, не требующих применения дорогостоящей испытательной техники в условиях строительства объекта.

Начиная с июня 2011г. лаборатория «Сварки полимерных материалов» АлтГТУ им. И.И. Ползунова занималась проведением механических испытаний полиэтиленовых листов толщиной от 0,6 до 3 мм и соединений, полученных сваркой клином (нагретым или горячим) и экструзионной сваркой. Испытания проводились как на растяжение, так и на отрыв по своему характеру, напоминающему испытание на раздир по ГОСТ 262-93.

Экспериментальные результаты были нами получены при проведении испытаний сварных соединений листов из полиэтилена марки ПЭНД на установке INSTRON 3369 в двух вариантах:

Испытание на растяжение на образцах III типа по ГОСТ 11262-80.

Испытание на отрыв.

На режимах сварки, отработанных заранее проводилось соединение листов из полиэтилена марки ПЭНД толщиной 0,98; 1,5 и 2,8 мм экструзионным способом и листов толщиной 0,98; 1,5 мм из этого же материала способом сварки нагретым клином. Из сваренных образцов в соответствии с ГОСТ 11262-80 и другой нормативной документацией вырубались образцы шириной 25 мм (всего 60 образцов) часть которых (25 шт.) подвергалась испытанию на растяжение по вышеуказанному стандарту, а другая часть (35 шт.) испытывалась на отслаивание. При этом фиксировались показатели прочности, относительное удлинение, а при

испытании на отслаивание дополнительно фиксировалась максимальная нагрузка. Для выявления характера и места разрушения, после испытания, образцы подвергались визуальному контролю.

Образцы толщиной 0,98 и 1,5 мм, выполненные экструзионной сваркой и нагретым клином, испытанные по ГОСТ 11262-80 имели форму кривой «напряжение-удлинение» типичную для полиэтилена марки ПЭНД – разрушение по основному материалу с ярко выраженным пределом текучести и большим относительным удлинением, без заметного упрочнения (образцы III типа). Образцы толщиной 2,8 мм, сваренные нагретым клином, разрушались по шву с образованием зуба текучести,

ИСПЫТАНИЕ НА ОТРЫВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

но без заметной пластической деформации. Среднее значение предела текучести составило от 21,6 до 22,5 МПа, что соответствует аналогичному показателю для листа марки ПЭНД.

Испытание на отрыв проходили в два этапа. На первом этапе испытаний определяли влияние скорости нагружения образцов на форму кривой «напряжение-удлинение» и величину максимальной нагрузки, которую может выдержать образец. Скорость нагружения принималась равной 5,0; 25,0 и 100 мм/мин. Полученные данные показали, что влияние скорости нагружения в выбранном диапазоне изменений на вышеуказанные показатели не проявляется, поэтому в дальнейшем испытания проводили на скорости 100 мм/мин.

На втором этапе испытаний изучался характер разрушения и показатели прочности образцов. Было установлено, что образцы толщиной 0,98 и 1,5 мм разрушались по основному материалу вблизи сварного шва с поверхностных повреждений листа без заметной пластической деформации. Среднее напряжение при максимальной нагрузке составляло от 5,7 до 7,36 МПа, что в 2,8 - 4 раза меньше предела текучести материала. Среднее значение разрушающей нагрузки составляло от 212 до 295 Н. Образцы толщиной 2,8 мм разрушались по сварному шву. При этом среднее напряжение при максимальной нагрузке составляло 6,54 МПа, а среднее значение разрушающей нагрузки составляло 450,59 Н.

Полученные результаты испытаний показали, что испытание на отрыв, сочетающее в себе растяжение и изгиб, является более «жестким» чем испытание на растяжение по ГОСТ 11262-80. При плохом соединении экс-

трудимой присадки с основным материалом при экструзионной сварке или листов между собой при сварке нагретым (нагретым или горячим) происходит отрыв листов и разрушение сварного шва. Метод испытания на отрыв достаточно информативен при оценке качества сварного соединения. Однако для практического использования испытания на отрыв необходима разработка нормативной базы методики испытания и норм оценки качества сварных соединений.

Выводы:

1. Для оценки качества сварных соединений может быть использовано испытание на отслаивание.
2. Испытание на отслаивание может проводиться в широком диапазоне скоростей перемещения захватов на любом оборудовании, фиксирующем нагрузку до 1,0 кН.
3. В качестве критерия оценки качества сварного шва может быть выбрана либо максимальная нагрузка, выдерживаемая сварным соединением, либо качественный критерий - отсутствие разрушения сварного шва. Для каждой толщины листа должно указываться минимальное значение разрушающей нагрузки, которую должно сварное соединение выдерживать.

Список литературы:

ТТК 21852109-001-2014 Типовая технологическая карта на сварочные работы в полевых условиях при строительстве противофильтрационных экранов из листов полимерных (геомембран).