

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ ИЗ ЛИСТА ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО (ПЭНД), ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ НАГРЕТЫМ ГАЗОМ С КОМБИНИРОВАННЫМ КЛИНОМ

Б. И. Мандров¹, Д. Д. Шаханов¹, С. Д. Сухинина², С. А. Путивский³
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова¹,
ОАО «ПСМК»², г. Барнаул, Россия
ЗАО «ТЕХПОЛИМЕР»³, г. Красноярск, Россия

При строительстве искусственных водоемов, плотин из грунтовых материалов, полигонов твердых бытовых отходов, дорог и других технических сооружений противофильтрационные элементы (геомембраны) должны обладать не только необходимой прочностью, но и плотностью, как по основному материалу, так и в зоне сварного соединения. Это необходимо для сведения фильтрационных потерь к минимуму, допустимому для данного сооружения.

Для продольных швов геомембраны используется сварка нагретым газом с комбинированным клином или нагретым клином, для поперечных – экструзионная сварка. В данной работе рассматриваются вопросы оценки плотности соединений, полученных сваркой нагретым газом с комбинированным клином.

При сварке нагретым газом с комбинированным клином между двумя параллельными швами образуется канал, используемый для проверки соединения на плотность. В пояснительных записках к проектам, в нормативной документации на полимерные материалы и строящиеся объекты приводятся указания о необходимости проведения подобных испытаний, не содержащих данных о режиме и аппаратуре контроля плотности сварного шва. В связи с этим, проведение данного типа испытаний проводится согласно технологическим картам по устройству противофильтрационных экранов из полимерных листов, например в ТТК64064227-004-2010. В вышеуказанном ТТК приводятся режимы пневматического испытания: давление 2,0 бар, выдержка 5 мин, падение давления не более 0,2 бар за указанный промежуток времени. В других документах приводятся режимы испытаний, значительно отличающиеся как по давлению, так и по времени выдержки.

Такое положение дел с испытаниями на плотность не позволяет сопоставлять результаты оценки качества сварных соедине-

ний противофильтрационных элементов на различных объектах. В данной работе принята попытка поиска обоснованной оценки плотности сварных соединений с двойным швом. Такая постановка вопроса имеет большое практическое значение, поскольку полимеры относятся к вязкоупругим материалам и деформации, полученные при пневматических испытаниях, могут отразиться на работоспособности мембраны при эксплуатации. В связи с этим работа была проведена в два этапа. На первом этапе производилась проверка плотности представленных сварных швов, а на втором этапе поиск обоснованной оценки плотности.

Для проведения пневматических испытаний сварного соединения на плотность было спроектировано и изготовлено специальное устройство (рисунок 1), состоящее из ресивера в виде трубы, запорного крана, манометра, входного ниппеля и ниппеля для присоединения к каналу сварного соединения. Устройство комплектовалось поверенными манометрами с диапазонами давления от 0 до 4 бар (цена деления 0,1 бара) и от 0 до 6 бар (цена деления 0,2 бара). Испытанию подвергались образцы длиной от 400 до 1000 мм.

На первом этапе пневматических испытаний после присоединения устройства и образца геомембраны с помощью шлангов к пневматической сети, рассчитанной на давление 6 бар производился подъем давления в подготовленных образцах последовательно от 0 до 5,5 бар с интервалом 0,5 бара. Время выдержки при заданном давлении после закрытия крана составляло 5 мин. Было установлено, что за указанный промежуток времени падение давления на всех испытанных образцах не превышало половины цены деления манометра. Это позволяет, согласно ТТК64064227-004-2010, считать сварные швы, начиная с давления 2,0 бара прошедшими испытания.

ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ
ИЗ ЛИСТА ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО (ПЭНД),
ВЫПОЛНЕННЫХ СВАРКОЙ НАГРЕТЫМ ГАЗОМ С КОМБИНИРОВАННЫМ КЛИНОМ

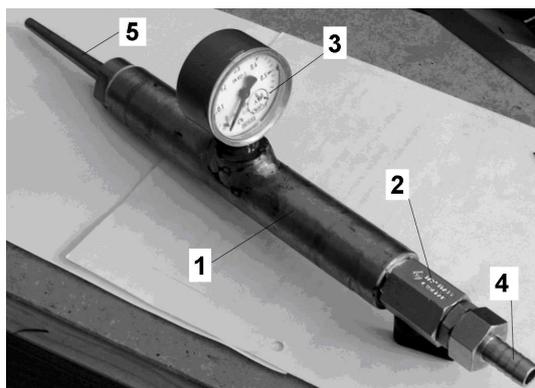


Рисунок 1 – Устройство для пневматического испытания сварного шва на плотность: 1 – ресивер; 2 – запорный кран; 3 – манометр; 4 – входной ниппель; 5 – ниппель присоединительный

После подтверждения работоспособности сварного соединения на указанном выше давлении производилось дальнейшее испытание вплоть до давления 5,5 бар, однако разрушения или потери плотности не произошло. В тоже время началось расширение канала в отдельных местах до 2 – 3 мм (рисунок 2).

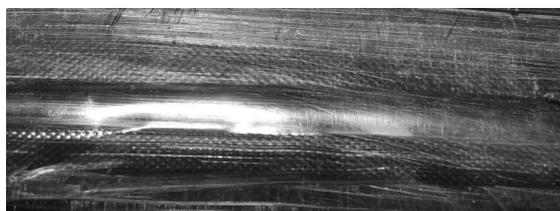


Рисунок 2 – Изменение ширины канала сварного соединения при пневматическом испытании давлением 5,5 бар

Учитывая, что термопласты обладают большой «податливостью», а полиэтиленовый лист согласно ТУ 2246-001-56910145-2004 имеет значение относительного удлинения при разрушении не менее 700 – 720 %, было решено провести измерение стабильности размеров канала при различных давлениях и определить величину испытательного давления, при котором не будут накапливаться повреждения канала, а проверку плотности сварного соединения достоверной. Для этого была собрана измерительная установка, показанная на рисунке 3. Установка состоит из устройства для измерения давления и устройства для измерения размера канала с индикаторной головкой часового типа (цена деления 0,002 мм).

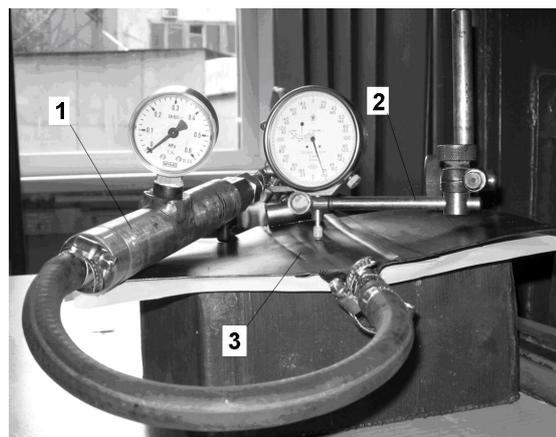


Рисунок 3 – Установка для измерения размера канала сварного соединения: 1 – устройство для измерения давления; 2 – устройство для измерения размера канала с индикаторной головкой часового типа (цена деления 0,002 мм); 3 – испытуемый образец

Измерения проводились следующим образом. Устройством для измерения давления задавалось и фиксировалось давление в канале на заданном уровне от 1,0 до 2,5 бар с интервалом 0,5 бара. С помощью индикаторной головки производилось измерение высоты канала во времени с интервалом 1 мин до тех пор, пока не прекращалось изменение показаний индикаторной головки. Каждый опыт повторялся три раза. Далее по трем измерениям вычислялось среднее значение размера канала и производилось построение графика по каждому значению давления. Графики показаны на рисунке 4.

Как видно из графиков на начальном этапе пневматического испытания происходит увеличение размера канала при постоянном давлении. Дальнейшая выдержка не приносит изменения результатов измерений, что позволяет говорить о стабилизации канала.

Анализ результатов проведенных экспериментов показывает, что пневматические испытания плотности сварных соединений с двойным швом целесообразно проводить при давлениях не менее 2,0 бар в течение времени, достаточного для полной стабилизации размеров канала ~ 20 мин. После этого можно фиксировать изменяется ли давление в канале более чем на 0,2 бара (в течении 5 мин), что соответствует рекомендациям ТТК64064227-004-2010 в части давления.

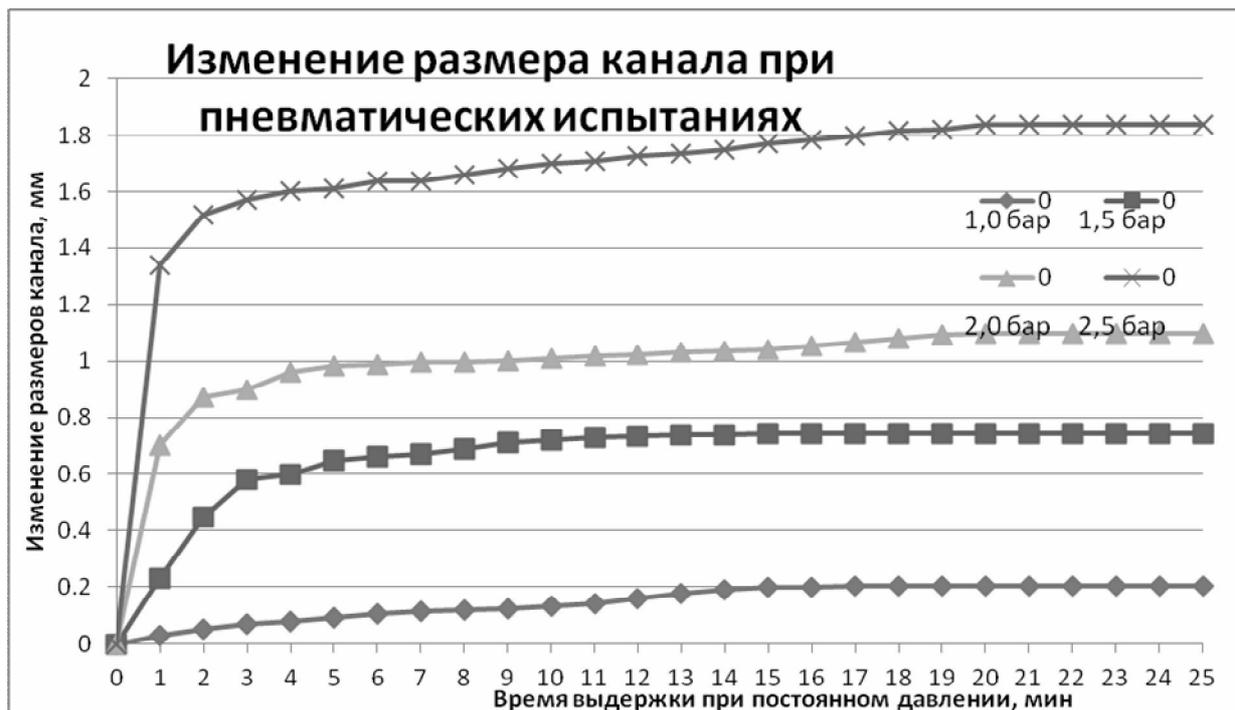


Рисунок 4 – Изменение размеров канала двойного шва во времени после достижения заданного значения давления

Следует отметить, что при испытаниях соединений с длиной сварных швов более 1000 мм необходимо определить дополнительное время стабилизации канала, связанное с протяженностью сварного соединения.

Выводы:

1. В нормативной документации не приводится единая методика проведения пневматических испытаний плотности соединений, выполненных сваркой нагретым клином.

2. Стабилизация размеров канала и давления происходит через 15-20 мин с начала испытания.

3. Проверку падения давления при испытании на плотность сварных соединений следует проводить по истечении 20 мин после подачи сжатого воздуха.

4. Сварное соединение можно считать прошедшим испытание, если падение давления в течение 5 мин не превышает 0,2 бара (с 2 бар при закрытом кране).