

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЯ ОБЖАТИЯ ТРУБ ПОЛИМЕРНЫМИ ТЕРМОУСАЖИВАЕМЫМИ МУФТАМИ

Ревяко М.М., Касперович О.М., Хрол Е.З., Петрушеня А.Ф.

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет», г. Минск, Республика Беларусь,
khrolez@belstu.by

В Республике Беларусь, а также в странах дальнего и ближнего зарубежья выпускается широкий ассортимент муфт на основе термопластичных полимеров, которые применяются для гидроизоляции стыков трубопроводов. В большинстве случаев указанные изделия изготавливаются из полиэтилена, который после процесса формования дополнительно подвергается сшивке. Сшивка полиэтилена на практике может осуществляться различными способами – под действием химических реагентов, коронного разряда, радиационного излучения и т.д. Кроме того, при изготовлении подобной продукции различные производители могут использовать также различные марки полиэтилена. Именно по этой причине показатели эксплуатационных свойств подобных изделий, изготовленных разными производителями, могут в значительной степени отличаться.

Подобный вид продукции является относительно новым, а поэтому к настоящему времени в промышленности пока еще не было выработано обоснованных требований к муфтам. В связи с этим в работе предпринята попытка определения основных технических требований к важнейшим эксплуатационным характеристикам подобной продукции, а также проанализировано влияние степени сшивки полимерного материала на потребительские свойства полученных из него муфт, в частности на такой показатель, как усилие обжатия труб полимерными термоусаживаемыми муфтами [1].

В настоящей работе описываются результаты исследования муфт, полученных из полиэтилена и подвергнутых дополнительному радиационному сшиванию и ориентационной вытяжке. Таким образом, на стадии изготовления в исследованных образцах муфт при формовании образуется пространственная сетка из сшитых макромолекул полимера, что должно обеспечивать повышенную прочность подобных изделий при растяжении, а также более высокую термостойкость, химическую стойкость, стойкость к пониженным температурам, стойкость к растрескиванию подобной продукции.

При проведении работы были исследованы технологические и эксплуатационные свойства образцов муфт, изготовленных на ООО «СарматТермо-Инжиниринг» из трубок оболочек, полученных из различных марок полимера и характеризующихся различным диаметром (табл. 1). Облучение части образцов муфт проводилось с помощью гамма-установки модели «УГУ–420» (одноразовая доза облучения муфт составляла 9 Мрад; двухразовая доза – 18 Мрад, четырехразовая доза – 27 Мрад) (образцы № 1–4, 6–9, 12–15). Вторая часть образцов муфт, исследованных в работе, облучалась с помощью ускоренных электронов (доза облучения – 9 эВ) (образцы № 5, 10). В качестве аналога в работе рассмотрен также образец муфты, изготовленный без облучения (образец № 11).

Степень сшивки полиэтилена в муфтах и степень раздува муфт определялась в работе по содержанию в материале гель-фракции (за счет экстрагирования образцов полимера в пара-ксилоле) и за счет определения диаметра муфты до и после усадки, соответственно. Результаты испытаний образцов муфт на степень сшивки полимера представлены в табл. 1.

Значения усилия и давления обжатия трубы в работе определялись на универсальной испытательной машине тензометр Instron 2020 по уникальным методикам, разработанным авторами статьи [2–4], согласно схеме, представленной на рис. 1.

Таблица 1. Характеристики образцов муфт, использованных при испытаниях

Номер образца муфты	Марка полиэтилена (ПЭ)	Количество доз облучения	Диаметр до раздува, мм	Средняя толщина стенки, мм	Степень сшивки муфт, %	Степень раздува муфт, %	Усилие обжатия трубы, Н	Давление обжатия трубы, МПа
1	ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В	1	110	2,56	27,20	111,06	468,27	0,106425
2	ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В	2	110	2,6	21,78	109,84	550,69	0,125157
3	ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В	1	160	2,93	11,45	110,33	561,42	0,087722
4	ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В	2	160	3,03	30,28	110,21	502,76	0,078556
5	ПЭ 63	1	110	3,26	23,40	112,11	480,52	0,109209
6	ПЭ 63 марки 273-83	1	160	3,1	24,05	110,92	516,91	0,080767
7	ПЭ 63 марки 273-83	2	160	3	18,29	109,45	508,44	0,079444
8	ПЭ 63 марки 273-83	4	160	3,06	98,2	109,57	405,37	0,063339
9	ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В	2	110	2,46	49,6	113,27	560,08	0,127291
10	ПЭ 63	2	160	2,63	39,3	108,72	357,12	0,055800
11	ПЭ 100	0	125	2,83	–	111,19	491,79	0,098358
12	ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В	4	160	3,3	55,71	109,67	589,28	0,092075
13	ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В	4	110	2,5	91,5	113,21	484,44	0,110100
14	ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В	2	160	3,06	50,34	109,77	501,49	0,078358
15	ПЭ 63 марки 273-83	2	160	3	69,5	110,25	435,71	0,068080

Проанализировав данные, представленные в табл. 1, можно прийти к выводу о том, что образцы, характеризующиеся высокой степенью раздува (образцы № 5, 9 и 13) обеспечивают также и большое усилие обжатия труб-оболочек. Поскольку при получении всех этих муфт изделия облучались различным количеством раз, то можно сделать вывод о том, что вклад ориентационных напряжений, возникающих в изделии при раздуве, оказывает более значительное влияние, чем процессы сшивания материала при облучении.

В работе установлено, что максимальное усилие обжатия обеспечивается в случае использования муфт, изготовленных из ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В, дважды дополнительно облученных (0,1273 МПа). Причиной может быть то, что подобные муфты характеризуются более высокой степенью вытяжки и ориентации по сравнению с другими муфтами, что позволяет достичь более высоких значений усадки указанных муфт при эксплуатации.

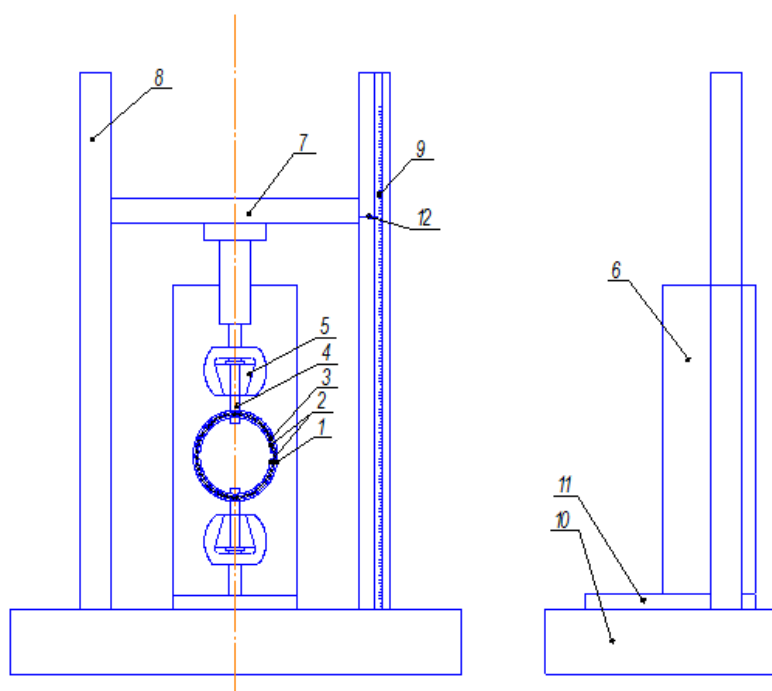


Рис. 1. Схема установки для определения усилия обжатия труб-оболочек полимерными термоусаживаемыми муфтами:

1 – испытуемый образец; 2 – полукольца; 3 – резиновая прокладка; 4 – крепление полуколец; 5 – захваты; 6 – термошкаф; 7 – верхняя поперечина; 8 – направляющая колонна; 9 – измерительная шкала; 10 – станина установки; 11 – рейки для перемещения термошкафа; 12 – указательная стрелка

Таким образом, на основании проведенных исследований было выявлено, что оптимальной для промышленного использования является термоусаживаемая муфта, изготовленная из ПЭ 80 марки Лукотен F 3802 В, облученная дозой 18 Мрад (образец № 9), поскольку она обладает лучшим набором эксплуатационных характеристик и имеет хорошие физико-механические показатели.

Список литературы

1. Длительная долговечность труб из сшитого полиэтилена в системе горячего водоснабжения с хлорированной водой // *Plast. Rubber and Compos.* – 1999. – Т. 28, № 6. – С. 309–314.
2. Способ определения давления усадки термоусаживаемой цилиндрической оболочки из полимерного материала, обладающего эффектом памяти формы и устройство для его осуществления: пат. 17268 Респ. Беларусь, МПК7 G 01 L 1/06, G 01 N 3/02. № а 20101331; заявл. 15.09.10; опубл. 27.03.13. // *Афіцыйны бюл.* № 1. 6 с
3. Способ определения давления усадки термоусаживаемой цилиндрической оболочки из полимерного материала, обладающего эффектом памяти формы и устройство для его осуществления: пат. 17269 Респ. Беларусь, МПК7 G 01 L 1/06, G 01 N 3/02. № а 20101332; заявл. 15.09.10; опубл. 27.03.13. // *Афіцыйны бюл.* № 1. 6 с
4. Способ определения давления усадки термоусаживаемой цилиндрической оболочки из полимерного материала, обладающего эффектом памяти формы и устройство для его осуществления: пат. 17270 Респ. Беларусь, МПК7 G 01 L 1/06, G 01 N 3/02. № а 20101333; заявл. 15.09.10; опубл. 27.03.13. // *Афіцыйны бюл.* № 1. 6 с