

## ЛИТЕРАТУРА

1 Разработка технологических основ структуро- и формообразования изделий из смешанных вторичных термопластов и композиций на их основе: отчет о НИР (промежут.) / БГТУ; рук. Ставров, В.П.; исполн.: Левданский, А.Э., Карпович О.И., и др. – Минск, 2007. – 79 с. – №ГР20062706.

2 Ставров, В.П. Формообразование изделий из композиционных материалов. – Минск.: БГТУ, 2006. – 482 с.

3 Спиглазов, А.В., Ставров, В.П. Техничко-экономические показатели и параметры процесса прессования изделий из высоконаполненных термопластичных полимеров // Энерго- и материалосберегающие экологически чистые технологии: тез. докл. VII Междунар. науч.-техн. конф., Гродно, 27-28 сент. 2007 г. / ГНУ НИЦПР НАН Беларуси; редкол.: А.И. Свириденко (отв. ред.) [и др.] – Гродно: ГрГУ, 2007. – С.97-98.

УДК 674.817(088.8)

М.М. Ревяко, проф., д-р техн. наук;

В.В. Яценко, доц., канд. хим. наук;

О.М. Касперович, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

### **НАПОЛНЕНИЕ И МОДИФИКАЦИЯ – ПУТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ СВОЙСТВ ТЕРМОПЛАСТОВ**

Эксплуатационные свойства полимерных композиционных материалов определяются физико-механическими характеристиками их составляющих и механизмом их взаимодействия. Наполнение полимеров наполнителями широко известно. В качестве полимерной матрицы используются как терморезистивные, так и термопластичные материалы. В качестве наполнителя – материалы органической и неорганической природы.

В нашей работе в качестве полимерной матрицы использовали полиэтилен низкого давления, а в качестве наполнителя – кизельгур, тальк и древесную муку.

Дополнительным приемом, улучшающим прочностные свойства композиции, явилось введение в нее сшивающих агентов, которые структурировали полиэтилен, с образованием трехмерных сшитых структур. В качестве сшивающих агентов использовались органические пероксиды, синтезированные в ИФОХ НАН РБ, в смеси с промышленным пероксидом дикумила. Общее содержание структурирующей смеси в композиции составляло 2%.

В работе изучался процесс структурирования композиции в ходе технологического процесса получения и переработки материала, в зависимости от природы и содержания наполнителя и сшивающих агентов.

Процесс структурирования оценивался на ротационном вискозиметре при температуре 160°C и скорости вращения ротора 0,033 об/с.

Технологический процесс получения образцов для исследования заключался в смешении компонентов вальцеванием с последующим прессованием образцов при температуре 150°C, удельном давлении 2,3 МПа в течение 2 мин.

В результате исследования установлено, что процесс структурирования зависит от природы и содержания структурирующего агента и наполнителя.

Таблица – Зависимость крутящего момента от состава смеси при температуре 160°C и содержании наполнителей 20 мас. %

Время испытания в пластометре, с	состав смеси, мас. %					
	1,8ПДК+ 0,2 ОСТ-1			1,6ПДК+0,4ОСТ-1		
	кизельгур	тальк	древесная мука	кизельгур	тальк	древесная мука
140	10	10	10	7	8	8
180	15	20	25	10	15	20
220	20	35	40	15	22	30
280	50	55	70	40	45	65
300	65	80	100	45	60	90

Поскольку одним из основных свойств композиционных материалов, используемых в различных отраслях промышленности, является разрушающее напряжение при растяжении, то измерялось именно это значение в исследуемых композициях.

Было очевидно, что при малом содержании наполнителя (менее 10 мас. %), увеличение содержания сшивающего агента не влияет на прочность композиции, в то время как при содержании наполнителя 30мас.% увеличение количества сшивающего агента приводит к заметному увеличению прочности при растяжении.

В то же время увеличение содержания наполнителя при постоянном количестве сшивающего агента, приводит к уменьшению прочности при растяжении.

Аналогичные концентрационные зависимости были получены для такой характеристики, как разрушающее напряжение при изгибе.

Результаты этих исследований согласуются с результатами для разрушающего напряжения при растяжении.

В ходе исследований было установлено оптимальное содержание сшивающей смеси, при котором наблюдается максимальный рост значений прочности при изгибе, при увеличении содержания наполнителя от 0 до 30мас. %.

Так, для ПЭНД оптимальной является смесь структурирующих агентов 1,8мас.% ПДК+0,2мас.% ОСТ-1. При этих концентрациях значения прочности возрастали на 70–120%. Поскольку значительное увеличение прочности наблюдалось для наполненных композиций и практически не наблюдалось для не наполненного сшитого полиэтилена, мы сделали вывод о том, что увеличение прочности обусловлено совместным действием наполнителя и структурирующей смеси.

Как известно [1], при введении наполнителя происходит взаимодействие его не только с макроцепями, но и с надмолекулярными образованиями, морфология и размеры которых зависят от природы, дисперсности и других характеристик наполнителя.

Поскольку упрочнение наблюдалось при введении наполнителя в структурированный полиэтилен, то мы сделали вывод о том, что это обусловлено образованием трехмерной полимерной сетки с распределенными в ней наполнителем и природой взаимодействия полимера и данного наполнителя, образованием большого числа лабильных связей, способных к перегруппировкам [2, 3].

Наличие прочных связей между полимером и наполнителем подтверждает исследование водопоглощения. Водопоглощение исследованных композиций невелико. Образующиеся связи препятствуют проникновению растворителя в массу полимерной композиции. Кроме того, наполненные композиции обладают повышенной жесткостью.

Проведенные исследования влияния состава полимерной композиции на их свойства показали, что наблюдаемое повышение прочностных характеристик композиций по сравнению с исходным полимером связано с наличием двух факторов – наполнением и структурированием. Совокупность этих двух методов модификации полиэтилена позволяет направленно регулировать свойства композиции. Введение наполнителей приводит к улучшению физико-механических характеристик сшитого полиэтилена и не препятствует процессу сшивания, что указывает на перспективность создания таких композиций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Липатов, Ю.С. Физикохимия наполненных полимеров. – Киев: Наукова думка, 1967. –276 с.

2 Геде И., Мюллер В. Исследование взаимодействия на границе раздела фаз в системе полиэтилен-силаны // Высокомолекулярные соединения. -1976. Т. 18А, № 4. - С. 737.

3 Гуль, В.Е. Структура и прочность полимеров. -М.: Наука, 1969. -411 с.

УДК 678.067

Е. З. Хрол, М. М. Ревяко (БГТУ, г. Минск)

### ВСЦЕНИВАНИЕ КАК СПОСОБ ЭКОНОМИИ МАТЕРИАЛА ПРИ РОТАЦИОННОМ ФОРМОВАНИИ

Ротационное формование используется для производства крупногабаритных полых пластмассовых изделий, таких как резервуары, баки, контейнеры, но оно может также использоваться для изготовления сложных медицинских изделий, игрушек, изделий для досуга и отдыха.

Для получения изделия с заданными физико-механическими свойствами (прочность, жесткость) требуется формование стенки заданной толщины. Увеличение толщины стенки изделия увеличивает его жесткость, но при этом увеличивается и расход полимера. При использовании технологии вспенивания возможно достижение существенного увеличения толщины стенки изделия, а вместе с ней и увеличения жесткости, без дополнительного увеличения массы изделия. К тому же, возможно получение вспененного изделия требуемой жесткости при существенной экономии полимерного материала. Следует отметить, что существенное увеличение жесткости возможно только в том случае, когда происходит прочная связь между корковым и вспененным слоями изделия. В идеальном случае вспененный и корковый слой изготовлены из однородных материалов, например, из полиэтилена. При использовании технологии вспенивания появляются новые свойства изделия, которые не достижимы при использовании традиционных процессов ротационного формования.

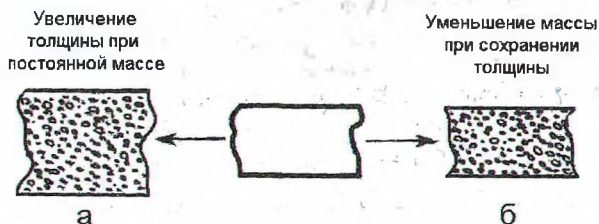


Рисунок 1 - Изменение разреза стенки изделия при вспенивании