

И. П. Петрюк, канд. техн. наук, доц.,
А. Е. Курбатов, канд. техн. наук, доц., зав. каф.
(ФГБОУ ВО «Костромская ГСХА», г. Кострома, Российская Федерация);
А. Н. Гайдадин, канд. техн. наук, доц.
(ФГБОУ ВО «ВолгГТУ», г. Волгоград, Российская Федерация)

НОВЫЕ ПОДХОДЫ В ОЦЕНКЕ СТРУКТУРЫ ПОЛИМЕРНЫХ СМЕСЕЙ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА

Известно, что прочностные характеристики термопластов и термоэластопластов коррелируют с их степенью кристалличности [1-3]. При этом, было показано, что для ряда термопластов при температурах выше температуры стеклования аморфной фазы между скоростью распространения звука в полимерах и их степенью кристалличности существует линейная зависимость [1, с. 153].

Кроме того, в ряде работ показано, что с помощью ультразвукового контроля можно определять показатели качества эластомерных композиций, например: вязкость по Муни, условную прочность при растяжении [4, 5].

Целью настоящей работы являлся анализ влияния состава термоэластопластов на основе этиленпропиленового каучука и кристаллизующегося полиолефина на скорость распространения ультразвука в полимерной композиции.

В качестве объекта исследований использовали полимерные смеси на основе этиленпропилендиенового каучука Vistalon 2504, Vistalon 3666, Vistalon 8800 и кристаллизующихся полиолефинов ПЭВД 10803-020 и Бален 02035. Композиции готовились в режиме реакционного смешения при температуре 200 °С в смесителе НААКЕ.

Определение степени кристалличности полученных образцов осуществлялось с помощью рентгеноструктурного анализа на дифрактометре Bruker D8 AdvanceEco.

Измерение скорости звука в образцах проводилось с помощью ультразвукового дефектоскопа УД2В-П46 при частоте 2,5 МГц.

На рисунке приведены экспериментальные данные зависимости скорости ультразвука (c) в исследуемых композициях от их степени кристалличности. Анализ данных показал высокую корреляционную связь между этими характеристиками – значения коэффициентов корреляции составили больше 0,8, что говорит о зависимостях близких к функциональным.

Для описания экспериментальных данных предлагается использовать следующую зависимость:

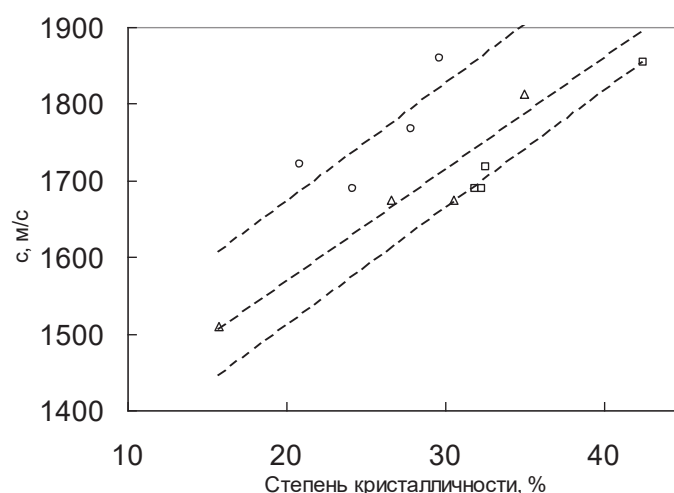


Рисунок – Зависимость скорости ультразвука (c) в образцах от их степени кристалличности: --- – расчет по формуле (1); точки – экспериментальные данные (каучук: ○ – Vistalon 2504; □ – Vistalon 3666; △ – Vistalon 8800)

$$c = c_a + (c_k - c_a) \cdot \chi, \quad (1)$$

где c_a , c_k – скорость звука в полностью аморфном и полностью закристаллизованном полимерном материале, соответственно; χ – степень кристалличности.

Значения параметров уравнения (1) для исследуемых композиций приведены в таблице.

Таблица – Значения коэффициентов в уравнении (1)

Эластомер	c_a , м/с	c_k , м/с
Vistalon 2504	1365	2902
Vistalon 3666	1205	2733
Vistalon 8800	1275	2731

Рассчитанные значения скорости ультразвука c_a в полностью аморфной полиолефиновой композиции хорошо согласуются с данными, полученными для некристаллизующихся каучуков [5, 6].

Рассчитанные значения скорости звука c_k для исследуемых термоэластопластов близки к литературным данным по полиэтилену, для которого $c_k \approx 2400$ м/с [1, с. 154].

Следует заметить, что показатели c_a и c_k являются гипотетическими, так как технологически крайне затруднительно получить исследуемые композиции как в полностью аморфном, так и полностью закристаллизованном виде. Тем не менее, они обладают физическим смыслом, что позволяет предложить использовать зависимость (1) для проведения прогнозных расчетов степени кристалличности полиолефиновых композиций по данным, полученным с помощью методов ультразвукового исследования материалов, которые

требуют менее сложного оборудования и подготовки образцов, по сравнению с методами рентгеноструктурного анализа. Кроме того, методы ультразвукового контроля, как правило, относятся к методам экспресс-контроля, что позволяет повысить оперативность проведения исследований.

Таким образом, представленные данные показывают, что при разработке новых резин и термоэластопластов на основе полиолефинов для оценки их структуры можно рекомендовать использование ультразвуковых методов исследования материалов. При этом, по данным акустических исследований могут быть оценены механические свойства полимерных смесей, такие как условная прочность при растяжении, модуль упругости, тангенс угла механических потерь и другие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перепечко И. И. Акустические методы исследования полимеров. – М.: Химия, 1973. – 296 с.
2. Вольфсон С. И. Динамически вулканизированные термоэластопласты: Получение, переработка, свойства. – М.: Наука, 2004. – 173 с.
3. Гайдадин А. Н., Анкудинова Н. В., Навроцкий В. А. Формирование межфазного слоя в смесевых термоэластопластах на основе олефиновых полимеров // Пластические массы. – 2011. – № 7. – С. 9–12.
4. Пат. 2319956 РФ, G 01 N 29/00. Способ ультразвукового контроля вязкости по Муни полимеров / В. К. Битюков, С. Г. Тихомиров, А. А. Хвостов [и др.]. – Оpubл. 20.03.2008, Бюл. № 8.
5. Пат. 2319957 РФ, G 01 N 29/00. Способ ультразвукового контроля предела прочности при разрыве полимеров / В. К. Битюков, С. Г. Тихомиров, А. А. Хвостов [и др.]. – Оpubл. 20.03.2008, Бюл. № 8.
6. Буланова Н. В., Глазанов В. Е., Зайцева В. Д. Скорость звука в некоторых каучуках // Акустический журнал. – 1976. – Т. 22, № 2. – С. 286.