УДК 53.09

МОДУЛЬ УПРУГОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Акаева Маднат Магомедовна

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Чеченского государственного университета
им. А.А. Кадырова» Академия наук ЧР

Аннотация: В работе исследованы полипропилен и полиамид, модифицированные ультрадисперсными частицами в концентрациях 0,05 и 0,1 %, приготовленные экструзией. Измерена эксплуатационная характеристика модуль упругости образцов композиций выдержанных в жидкой среде в течение времени. Выявлены композиции более устойчивые в жидких средах, что позволяет расширить область применения полипропилена и полиамида.

Ключевые слова: Полипропилен, полиамид, жидкая среда, композиция, модуль упругости.

MODULE OF ELASTICITY OF POLYMER COMPOSITIONS

Akaeva Madnat Magomedovna

Abstract: In this work, we investigated polypropylene and polyamide, modified with ultrafine particles in concentrations of 0.05 and 0.1%, prepared by extrusion. The operational characteristic was measured for the modulus of elasticity of the samples of the compositions kept in a liquid medium over time. Compositions that are more stable in liquid media have been revealed, which makes it possible to expand the field of application of polypropylene and polyamide.

Key words: Polypropylene, polyamide, liquid medium, composition, elastic modulus.

В условиях эксплуатации изделий из пластмасс под воздействием агрессивных сред происходит изменение структуры и свойств полимеров, приводящее и к снижению их прочности. При этом при взаимодействии полимеров с агрессивными средами может протекать ряд физических и химических процессов, из которых наиболее важными являются следующие [1]:

1. адсорбция компонентов агрессивной среды на поверхности полимера;
2. диффузия агрессивной среды в объеме полимера;
3. химическая реакция агрессивной среды с химически нестойкими связями полимера;
4. диффузия продуктов деструкции с поверхности полимера;
5. десорбция продуктов деструкции с поверхности полимера.

При проникновении среды в полимерный материал ее молекулы заполняют микропустоты полимера, образующиеся при движении отдельных сегментов макромолекул. Процесс массопереноса может происходить также через поры, тонкие капилляры и различные дефекты в структуре полимера, например в армированных слоистых пластиках [1-4].

Анализируя физику явления разрушения напряженного материала в присутствии активной среды, можно с достаточной уверенностью утверждать наличие следующих основных процессов:

- поверхностно-адсорбционное взаимодействие;
- фазовая и объемная диффузия среды в полимере;
- набухание вплоть до растворения;
- химическое растворение среды полимером;
- различное сочетание этих взаимодействий.

Среда сильно влияет и на характер разрушения полимерного образца. Так, например, хрупкое разрушение вырождается в разрыв, сопровождающийся большими пластическими или эластическими деформациями в результате пластификации и равномерного набухания полимера.

Механизм равномерного поверхностного набухания образца в среде и дальнейшего разрушения набухшего образца под нагрузкой менее сложен для описания. Он характерен для каучуков и резин в жидких средах, физически

взаимодействующих с полимером не только в напряженном, но и в ненапряженном состоянии [4].

Недостаточная устойчивость полипропилена (ПП), полиамида (ПА) и композиционные материалы (КМ) на их основе к действию агрессивных сред ограничивает область применения [3]. Большое влияние на стойкость к действию агрессивных сред входящие в пластмассу, например наполнители, пластификаторы, стабилизаторы и др. Они часто позволяют направленное изменение механических, реологических, огнестойкость и других свойств [2,3]. Во многих случаях они способствуют повышению химической стойкости и улучшению потребительских свойств. В связи с этим представляло интерес исследование химической стойкости модифицированных КМ на основе ПП и ПА.

В работе исследовали ПП и ПА, модифицированные высокоэффективным модификатором ультрадисперсными частицами высокодисперсной смеси (70÷120 нм) Fe/FeO в концентрациях 0,05 и 0,1 %, приготовленные экструзией (экструдер с $L/D = 22$) с грануляцией. В процессе исследований стандартные образцы (ГОСТ 4746-80) помещались воду при температуре 20 °С, из которого они извлекались через 168 часов и сушились в вакууме при 120 °С и остаточном давлении $\sim 1,0$ кПа в течение 8 часов. При этих условиях достигалось термодинамическое равновесие с атмосферой и стабилизация массы образца. После этого образцы подвергались испытаниям на высокоскоростной трехточечный изгиб по методу Шарпи.

Модуль упругости E_y рассчитывали по следующей формуле [4]:

$$E = \frac{P_{\max} L^3}{4\delta B D^3} \quad (1)$$

Чем больше модуль упругости, тем меньшая энергия необходима для необратимого разрушения полимера [1].

Рис. 1. Концентрационная зависимость модуля упругости (E_y) композиций на основе полипропилена выдержанные 168 часов в воде при температуре 20 °С

Рис. 2. Концентрационная зависимость модуля упругости (E_y) композиций на основе полиамида выдержанные 168 часов в воде при температуре 20 °С

*Z - высокодисперсная смесь Fe/FeO

Таблица 1

**Концентрационная зависимость плотности композиций
на основе ПП и ПА**

n/n	Образец КМ	ρ , г/см ³
1	П-230 исх	0,89
2	ПП-230+0,05%(z)	0,89
3	ПП-230+0,1%(z)	0,91
4	ПА-211ДС исх.	1,01
5	ПА-211ДС+0,05%(z)	1,03
6	ПА-211ДС+0,1%(z)	1,07

Проведенные исследования химической стойкости модифицированных ПП и ПА позволяют сделать вывод, что высокодисперсная смесь Fe/FeO является эффективным модификатором для ПП и ПА и может быть, использована в качестве ингредиента, повышающего не только механические свойства, но и химическую стойкость. Последнее обстоятельство позволяет расширить ассортимент изделий, эксплуатируемых в различных агрессивных средах.

Список литературы

1. Барамбойм Н.К. Механохимия высокомолекулярных соединений – 3-е изд., перераб. и доп. – М. :Химия, 1978. – 384 с.
2. Воробьева Г.Я. Химическая стойкость полимерных материалов. Химия, 1981. 293 с.
3. Машуков Н.И., Казарян Л.Г., Азриель А.Е. Структура и свойства ПЭНД, модифицированного высокодисперсной смесью Fe/FeO. //Пластические массы.- 1991, -№ 5.- С. 18-20.
4. Акаева М.М. Влияние агрессивных сред на физико-химические свойства полибутилентерефталата, модифицированного полиэтиленом высокой плотности. // Дисс. Нальчик, 2011.

© М.М. Акаева, 2022