УДК 537.9

**ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СВОЙСТВ
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ СИСТЕМЫ
ПОЛИБУТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТ – ПОЛИЭТИЛЕН**

Акаева Маднат Магомедовна

к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет»

Академия наук ЧР

Аннотация: Измерены диэлектрические свойства полибутилентерефталата и полимер - полимерных смесей полибутилентерефталат - полиэтилен методом диэлектрических потерь с помощью моста переменного тока, погрешностью не более 5%. Установлено, что влиянию температуры, подвержены диэлектрическая проницаемость ϵ' и тангенса угла диэлектрических потерь $\operatorname{tg}\delta$ ПБТ и полимер - полимерные смеси ПБТ - ПЭ.

Ключевые слова: полиэтилен, диэлектрическая проницаемость, диэлектрические потери, полибутилентерефталат, полимер.

**INFLUENCE OF A HIGH-DISPERSED Fe / FeO MIXTURE ON THE
MECHANICAL PROPERTIES OF POLYAMIDE**

Akaeva Madnat Magomedovna

Abstract: The dielectric properties of polybutylene terephthalate and polymer-polymer mixtures of polybutylene terephthalate - polyethylene were measured by the method of dielectric losses using an AC bridge, with an error of no more than 5%. It is established that the permittivity ϵ' and the tangent of the dielectric loss angle $\operatorname{tg}\delta$ of PBT and polymer - polymer mixtures of PBT - PE are affected by temperature.

Key words: polyethylene, permittivity, dielectric loss, polybutylene terephthalate, polymer.

Наиболее сложно получить полимерные материалы с необходимыми характеристиками с помощью синтеза, затрачивается много энергии и ресурсов.

В связи с этим растет ассортимент полимерных композиционных материалов (ПКМ) формируемых их смесей или сплавов промышленных полимеров. Наиболее удобным и экономически выгодным получения новых ПКМ с необходимыми свойствами является смешение двух или более термопластов [1, с. 20]. Данный способ сопровождается сложными физико-химическими явлениями под действием временно-температурно механических полей. Большинство базовых полимеров несовместимы друг с другом, изменяя структуру и морфологию компонентов, можно получать смеси и сплавы с требуемыми эксплуатационными характеристиками. Структура, молекулярный дизайн из двух и более компонентов ПКМ весьма сложны и только в последнее время появляются публикации, раскрывающие физико-химические, структурно-морфологические и другие стороны этой проблемы [2, с. 51, 3, с. 127]. Одной из проблем прямого смешения промышленных инженерных полимеров, среди которых одним из ведущих является полибутилентерефталат (ПБТ), с крупнотоннажными полиолефинами (ПО) является неполярность макромолекул последних [3, с. 35]. Необходимая совместимость в полимер-полимерных системах может быть достигнута при минимизации межфазного натяжения и усилении адгезии между фазами. Такой способ позволяет при незначительных изменениях морфологии и строения фаз формировать композиции с повышенными деформационно-прочностными свойствами, термическими характеристиками, позволяющими значительно расширить спектр применения ПБТ в составе КМ [4].

Для правильного применения ПКМ в качестве диэлектриков или полупроводников необходимо знания их электрических свойств, понимание динамики изменений этих свойств, при модификации матрицы полимера и условий эксплуатации. Изучена температурная зависимость диэлектрической проницаемости $\varepsilon'(I)$ и тангенса угла диэлектрических потерь $\tan\delta$ полимер-полимерных композиций в интервале концентраций полиэтилена (ПЭ) от 2,5 до 10 %. Композиции готовились экструзией при температуре 220 - 230 °С.

Диэлектрические характеристики ПБТ и полимер-полимерных смесей полибутилентерефталат - полиэтилен (ПБТ-ПЭ) определяли методом диэлектрических потерь с помощью моста переменного тока с цифровым отсчетом марки Р-5058 при частоте 10^4 Гц в интервале температур от 20 до 250 °С. Погрешность в измерениях тангенса угла диэлектрических потерь не более 5%.

Рис. 1. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости $\epsilon'(1)$ и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ (2) для образцов исходного ПБТ

Рис. 2. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости $\epsilon'(1)$ и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ (2) для исходных образцов композиций ПБТ + 2,5 масс. % ПЭ

Рис. 3. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости $\varepsilon'(1)$ и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ (2) для исходных образцов композиций ПБТ + 5 масс. % ПЭ

Рис. 4. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости $\varepsilon'(1)$ и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ (2) для исходных образцов композиций ПБТ + 10 масс. % ПЭ

Полибутилентерефталат сильнополярный полимер, диэлектрическую проницаемость можно определить дипольной ориентационной поляризациями. Диэлектрическая проницаемость полярных полимеров уменьшается с частотой и сложным образом зависит от температуры. Время установления дипольной ориентационной поляризации изменяется в зависимости от температуры на много порядков. Процессы ориентации диполей происходят на фоне хаотического теплового движения, поэтому полярные диэлектрики обладают существенной и немонотонной зависимостью ϵ' от температуры. С увеличением температуры Ван-дер-Ваальсовы связи ослабляются, вязкость уменьшается, что способствует поляризации и росту диэлектрической проницаемости. С возрастанием температуры увеличивается энергия теплового движения макромолекул, которое нарушает ориентацию, так как является хаотическим. Полностью кристаллическими или аморфными полимеры не существуют. Полимеры характеризуются наиболее устойчивой структурой - плотная упаковка частиц и свободное пространство между этими частицами, резкое увеличение $\tan\delta$ с некоторого значения возможно связано с последним. Наверняка мы не можем сказать какие механохимические изменения претерпевает смесь ПБТ-ПЭ.

Следует отметить, что влиянию температуры, подвержены диэлектрическая проницаемость ϵ' и тангенса угла диэлектрических потерь $\tan\delta$ композиции ПБТ-ПЭ. Причинами этого возможно является зависимость характера движения связанных и свободных зарядов от этих факторов.

Список литературы

1. Акаева М.М., Машуков Н.И. Динамика изменения механических свойств полибутилентерефталата и композиций полибутилентерефталат - полиэтилен в жидких агрессивных средах. // Известия Чеченского государственного университета. – 2016. – № 2. – С. 19-21.
2. Справочник по композиционным материалам, Под редакцией Д. Любинапер. с англ, А.Б. Геллера., М.М. Гельмонта. Кн.1 – М.: Машиностроение, – 1988. – 446 с.
3. Кулезнев В.М. Смеси полимеров – М.:Химия, – 1980. – 304 с.
4. Ioshi M., Maiti S.N., Miisra A. Poly(butylene terephthalate). High Density Polyethylene Alloys. 11. Mechanics Properties and Rheology. //J. of Appl. Polym. Sci. – 1992. – V. 45. – P. 1837-1847.
5. Сажин Б.И., Лобанов А.М., Романовская О.С., Эйдельмант М.П. Койков С.Н. Электрические свойства полимеров, – Л.: Химия. – 1977. – 192 с.

© М.М. Акаева, 2020