

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ И ЗАРЯДОВОГО СОСТОЯНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ ПЛЕНОК ПП+D_{k2}

М.А. Рамазанов*, С.А. Абасов**, Р.Л. Мамедова**, А.А. Расулова**

*Бакинский государственный университет,
ул. З. Халилова, 23, г. Баку, AZ-1148, Республика Азербайджан, mamed_r50@mail.ru,
nanomaterials@bsu.az

**Институт физики НАН Азербайджана,
пр. Г. Джавида, 33, г. Баку, AZ-1143, Республика Азербайджан

Известно, что носители заряда в процессе поляризации накапливаются на границе раздела фаз и на неоднородностях. Часть из них захватывается ловушками – электрически активными дефектами материала, способными захватывать и удерживать носитель заряда. Накопление носителей заряда на границе раздела фаз меняет межфазные взаимодействия, а это может привести к изменению прочностных свойств композиции. Отсутствие единого мнения о влиянии накопленного заряда в процессе поляризации на прочностные свойства вызывает повышенный интерес к изучению влияния на эти свойства процесса поляризации, который в свою очередь создает электрретное состояние композиции [1]. Прочностные свойства (механическая и электрическая прочности) являются важными характеристиками полимеров, в том числе полиолефинов, содержащих добавки наногелей (глины) марки D_{k2}. В связи с тем, что полиолефины, содержащие добавки наногелей, обладают электрретными свойствами, изучение влияния электротермополяризации (ЭТП) на их прочностные свойства представляет научный и практический интерес.

В данной работе было исследовано влияние структуры и зарядового состояния на прочностные свойства нанокompозитов, изготовленных на основе пленок полипропилена (ПП) и наногелей марки D_{k2}.

Изготавливались смеси порошков ПП, D_{k1} и D_{k2} в разных соотношениях компонентов. Из смесей методом горячего прессования при температуре плавления полимерной матрицы под давлением 15 МПа в течение 10 минут были изготовлены нанокompозиты ПП+D_{k2} в виде пленки с дальнейшим охлаждением. Образцы получены в разных температурно-временных режимах кристаллизации, а именно медленном охлаждении (МО), когда образцы охлаждаются до комнатной температуры со скоростью 2 град/мин, и быстром охлаждении (БО) в смеси лед - вода со скоростью 30 град/мин. Нами исследовались БО образцы.

Механическая прочность при растяжении σ и электрическая прочность E изготовленных образцов нанокompозитов были определены по методикам, описанным в монографиях [2] и [3]. Так как образцы из нанокompозитов ПП+D_{k2} при комнатной температуре сильно удлиняются (ориентируются), их механическая прочность измерялась при температуре жидкого азота, а электрическая прочность – при комнатной температуре.

На рис. 1 приведена зависимость механической σ и электрической E прочности нанокompозитов ПП+D_{k2}, не подвергнутых ЭТП, от объемного содержания Φ добавки D_{k2}. Как видно, наблюдаются изменения механической и электрической прочности нанокompозитов ПП+D_{k2} с ярко выраженными максимумами. Также установлено уменьшение механической прочности σ (измеряемой при температуре жидкого азота) и увеличение электрической прочности E (измеряемой при 293К) после ЭТП.

Отметим, что наблюдаемое увеличение механической прочности σ нанокompозитов ПП+D_{k2} объясняется хорошей степенью распределения наногеля в полимерной матрице. Наблюдаемое возрастание электрической прочности E нанокompозитов ПП+D_{k2} в зависимости от содержания добавки D_{k2} после ЭТП связано с образованием упорядоченной структуры под действием образующихся поляризованных зарядов при ЭТП. Уменьшение механической прочности σ нанокompозитов ПП+D_{k2} в зависимости от содержания добавки D_{k2} после ЭТП, измеряемой при температуре жидкого азота, как нам кажется, связано с образованием дефектной структуры под действием зарядов (заранее

созданных при ЭТП) при низкой температуре. Для выяснения влияния поляризационных зарядов на прочностные свойства нанокomпозиции ПП+ D_{k2} нами использован метод термостимулированных деполяризаций (ТСД). На рис. 2 приведены кривые ТСД, снятые для композиций ПП+ D_{k2} , при различных объемных содержаниях D_{k2} , которые были предварительно подвергнуты электротермополяризации при $E_n = 5 \cdot 10^6$ В/м и $T_n = 393$ К в течение часа. Видно, что в зависимости от E_n площадь кривых ТСД, из которой вычислялось количество зарядов, изменяется, причем до ПП+20 об.сод. D_{k2} количество зарядов Q увеличивается, а затем уменьшается.

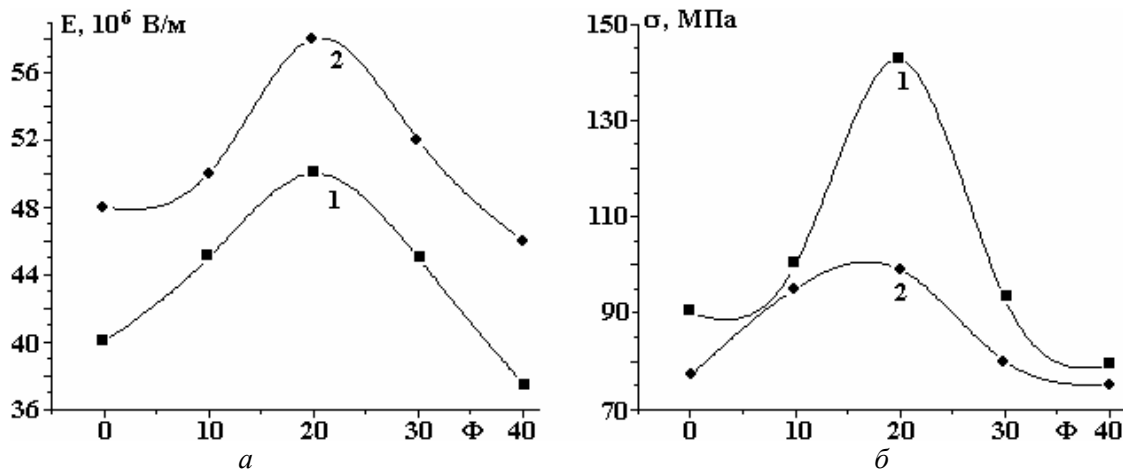


Рис. 1. Зависимость электрической E (а) и механической σ (б) прочности нанокomпозитов ПП+ D_{k2} , не подвергнутых ЭТП, от объемного содержания Φ добавки D_{k2}

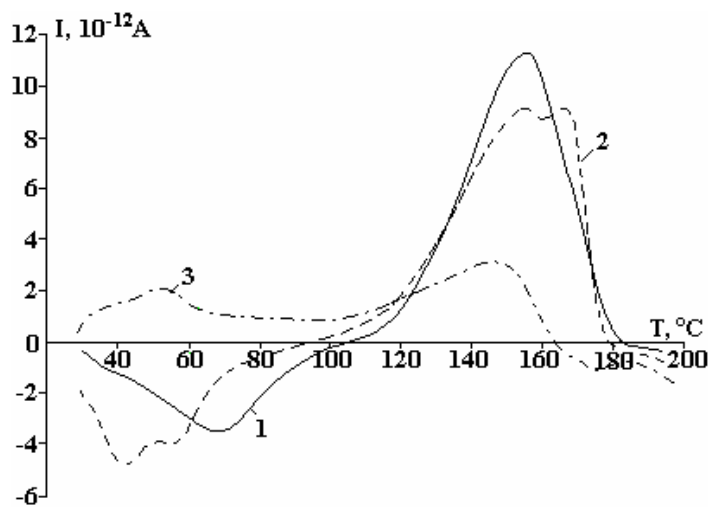


Рис. 2. Кривые ТСД, снятые для композиций ПП+ D_{k2} , при различных объемных содержаниях D_{k2} , предварительно подвергнутой электротермополяризации при $E_n = 5 \cdot 10^6$ В/м и $T_n = 393$ К в течение часа. 1 – ПП/ D_{k2} (90:10); 2 – ПП/ D_{k2} (80:20); 3 – ПП/ D_{k2} (790:310)

Эти результаты показывают, что существует определенная взаимосвязь между величиной объемных зарядов и значениями $E_{пр}$ и σ . Плотность стабилизированных зарядов в композициях в зависимости от концентрации наногеля и условия поляризации изменяется. Эти заряды в процессе поляризации могут создавать сильное внутреннее поле с напряженностью 10^8 В/м, рассчитываемое как $E_k = \frac{Q}{\epsilon\epsilon_k}$, и тем самым усиливать изменения межфазных взаимодействий между компонентами

нанокomпозиции. Для выяснения влияния содержания D_{k2} на структуры ПП композиция ПП+ D_{k2} изучена методом ИК–спектроскопии. На рис. 3 приведены спектры ПП и для композиции ПП+ D_{k2} . Как видно, добавка D_{k2} сильно изменяет ИК–спектры ПП, особенно в области полос поглощения при 3461 см^{-1} , 3192 см^{-1} , 3143 см^{-1} , 2920 см^{-1} , 1456 – 1186 см^{-1} и 864 – 500 см^{-1} . Изменение полосы поглощения при 3461 см^{-1} , 3192 см^{-1} , 3143 см^{-1} , 2920 см^{-1} связано с образованием гидроксильных групп в по-

лимере. Кроме того, наблюдается сильное увеличение интенсивности полос при 2950 см^{-1} и 2839 см^{-1} , что может свидетельствовать об активации СН валентных колебаний в спектре полипропилена.

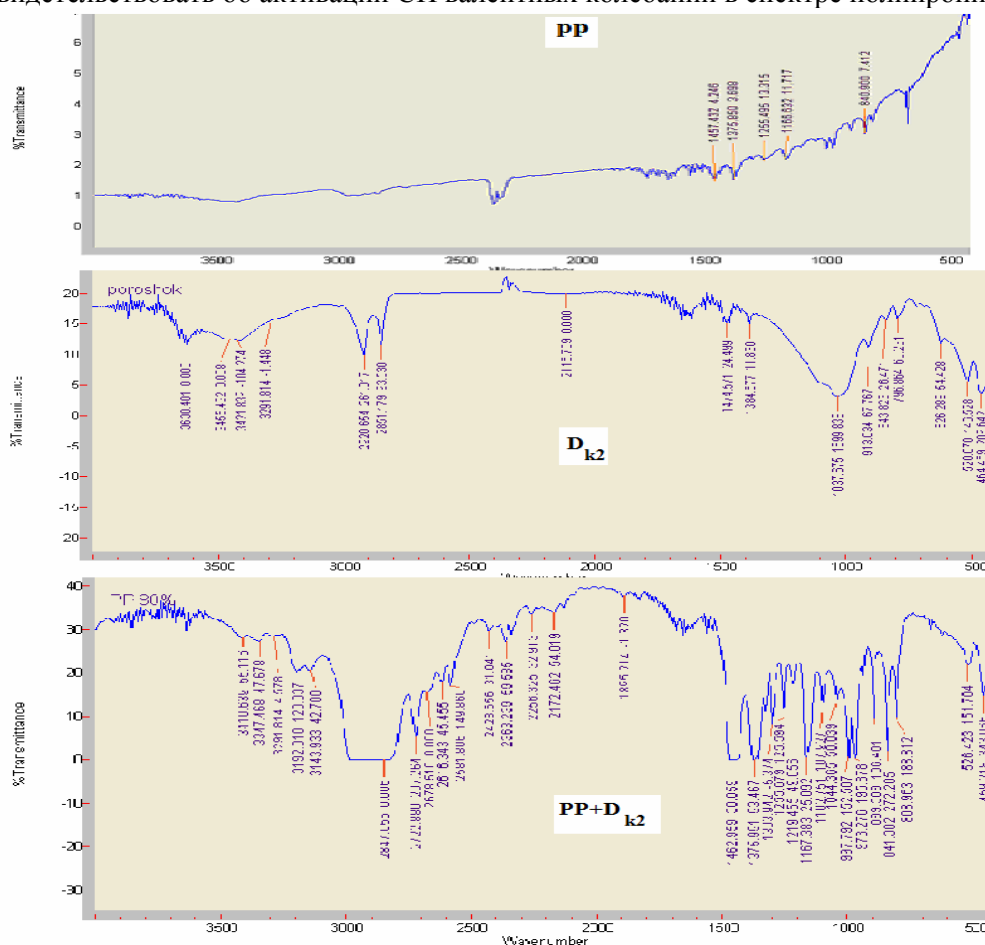


Рис. 3. Спектры ПП, D_{k2} и композиция ПП+ D_{k2}

Таким образом, полученные экспериментальные результаты показывают, что добавка наногеля D_{k2} в полимер полипропилена увеличивает концентрации центров локализации электрических зарядов, то есть на границе раздела полимера и наногеля образуются межфазные прослойки, которые могут играть роль ловушки для зарядов, в результате чего увеличиваются плотность и стабильность электретных зарядов. Изменение межфазных взаимодействий и толщины приграничного слоя может повлиять на прочностные свойства нанокomпозиции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рамазанов М.А., Ибрагимова Х.С., Абасов С.А., Гасанов А.М. Влияние предварительной электрообработки на зарядовое состояние и прочностные свойства композиции на основе полиэтилена и пьезокерамик. *Электронная обработка материалов*. 2005, **41**(4), 57–62.
2. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Томашевский Э.Е. *Кинетическая природа прочности твердых тел*. М.: Наука, 1974. 560 с.
3. Багиров М.А., Малин В.П., Абасов С.А. *Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики*. Баку: Элм, 1975. 168 с.

Поступила 04.05.11

Summary

In the given work have been investigated influence of structure and charging condition on strength properties of nanocompositions, made on the basis of polypropylene and nanoclays D_{k2} . It is shown that the addition of nanoclay D_{k2} in polypropylene polymer increases concentration of the centers of localization of electric charges, i.e. on border of division of polymer and nanoclay are formed interphase layers which can play traps for charges, therefore the density and stability of electret charges can increase. Changes of interphase interaction and a thickness of a frontier layer can affect on strength properties of nanocompositions.