

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАРЯДОВОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛИПРОПИЛЕНА, СОДЕРЖАЩЕГО ДОБАВКИ АМИНОКОМПЛЕКСА КРЕЗИЛДИТИОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

С.А. АБАСОВ, В.А. АЛЕКПЕРОВ, М.А. РАМАЗАНОВ, З.Ч. ЭФЕНДИЕВА

Институт Физики АН Азербайджана

370143, г. Баку, пр. Г. Джавида, 33

Определенна плотность зарядов, созданных предварительной электротермополяризацией, в образцах полипропилена (ПП), содержащих различные количества добавки аминокомплекса крезидитиофосфорной кислоты (КТФ), методом термостимулированной деполяризации. Установлена корреляция между изменениями плотности зарядов  $q$ , электрической прочности  $E$  и механической прочности  $\sigma$  образцов ПП в зависимости от количества добавки КТФ, причем при содержании добавки 0.25 масс.% величины  $q$ ,  $E$  и  $\sigma$  достигают своих максимальных значений. Наблюдаемые увеличения электрической и механической прочностей ПП, содержащего 0.25 масс.% добавки КТФ, объясняются упорядочением структуры под действием образующихся поляризованных зарядов при электротермополяризации.

Исследования, проведенные в работах [1-3] показали, что введение одного из видов добавок аминокомплексов дигаммафосфатов, а именно о-о-ди-п-крезидитиофосфорной кислоты (КТФ) в полипропилен (ПП) приводит к изменению надмолекулярной структуры, а при ее содержании 0.25 масс.% наблюдается уменьшение размеров надмолекулярных образований, в частности сферолитов, что, в свою очередь, способствует оптимальному увеличению механической прочности на 20 %.

Принимая во внимание, что изменение физической структуры ПП при введении добавки КТФ должно привести и к изменению его зарядового состояния, так как при этом изменяются концентрация и энергетическая глубина залегания ловушек, представляло интерес изучение влияния добавки КТФ на зарядовое состояние ПП, чemu и посвящена данная работа.

Зарядовое состояние в полимерах создают предварительной электротермополяризацией (действием высокого электрического поля при относительно высокой температуре) или действием коронного разряда.

В данной работе зарядовое состояние в ПП без добавки и в образцах из ПП, содержащих различные количества добавок КТФ, создавалось предварительной электротермополяризацией под действием высокого постоянного электрического поля напряженностью  $E_0 = 10^7$  В/м при температуре  $T_p = 393$  К в течение  $t_p = 1$  час, с последующим охлаждением под действием поля до комнатной температуры.

После электротермополяризации исследуемых образцов из ПП без добавки и ПП, содержащих 0.25; 0.30; 0.40; 0.50 масс.% КТФ, изучено их зарядовое состояние методом термостимулированной деполяризации (ТСД).

На рис. 1 приведены кривые ТСД для образцов ПП без добавки и содержащих различные добавки КТФ. Видно, что в зависимости от содержания КТФ в образцах из ПП, площадь кривых ТСД, из которой вычисляется количество внедренных зарядов, изменяется, причем при 0.25 масс.% КТФ количество зарядов  $Q$  максимально.

Для наглядности на рис. 2 построена зависимость плотности зарядов  $q = Q/S$  от содержания КТФ в масс.%, где  $Q$  - количество зарядов, рассчитанное из кривых ТСД, приведенных на рис. 1,  $S$  - площадь образца. Как видно,

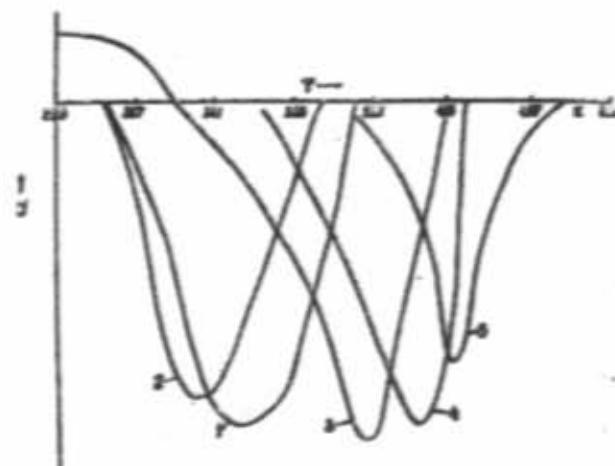


Рис. 1. Кривые ТСД для ПП без добавки и ПП, содержащего различные количества добавки КТФ:

1 - ПП+0.25 масс.% КТФ; 2 - ПП+0.30 масс.% КТФ;  
3 - ПП+0.40 масс.% КТФ; 4 - ПП+0.50 масс.% КТФ;  
5 - ПП без добавки.

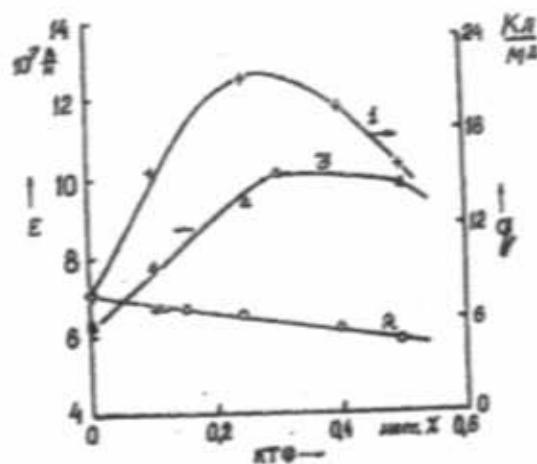


Рис. 2. Зависимости плотности зарядов (1) и электрической прочности (2,3) ПП от содержания добавки КТФ до и после электротермополяризации:

2 - до электротермополяризации;  
3 - после электротермополяризации.

плотность зарядов  $q$  с увеличением добавки растет и при содержании 0.25 масс.% достигает максимального значения, после чего при дальнейшем увеличении добавки наблюдается уменьшение плотности. Следовательно, и здесь, т.е. при определении плотности зарядов, добавка КТФ в количестве 0.25 масс.% является оптимальной, как и в случае других свойств и характеристик ПП с добавкой, в частности, механической прочности, устойчивости к электрическому и термическому старению и т.д. [1-4].

Представляет интерес выяснение влияния изменения зарядового состояния, в зависимости от содержания КТФ, на электрическую и механическую прочность ПП. Электрическая прочность измерялась в случае переменного напряжения с частотой 50 Гц при температуре 293 К [5], а механическая прочность на растяжение - при температуре 173 К [6].

Для сравнения на рис. 2 также показаны графики зависимости электрической прочности ПП от содержания КТФ до и после электротермополаризации. Видно, что, если электрическая прочность  $E$  образцов из ПП в зависимости от содержания добавки КТФ до электротермополаризации линейно падает, то  $E$  для ПП после электротермополаризации растет в зависимости от ее количества и при содержании 0.25 масс.% достигает максимального значения, а при дальнейшем увеличении содержания КТФ наблюдается уменьшение  $E$ . Следовательно, наблюдается корреляция между изменением плотности заряда  $q$  и электрической прочности  $E$  образцов из ПП в зависимости от содержания КТФ, причем, росту плотности заряда соответствует рост электрической прочности.

На рис. 3 приведены зависимости механической прочности  $\sigma$  образцов из ПП от содержания добавок КТФ до и после электротермополаризации. Интересным является, по нашему мнению, и рост механической прочности после электротермополаризации, причем  $\sigma$  при всех значениях количества добавок КТФ после электротермополаризации больше, чем  $\sigma$  до электротермополаризации.

Представляет также интерес наблюдаемая корреляция между изменениями механической прочности  $\sigma$  и плотности зарядов  $q$  (см. рис. 2 и 3), причем в случае механической прочности наблюдается максимум при 0.25 масс.% КТФ после электротермополаризации.

Наблюдаемые возрастания электрической и механической прочностей ПП в зависимости от содержания добавки КТФ после электротермополаризации связаны, по нашему мнению, с образованием упорядоченной структуры под действием образующихся поларизованных зарядов при электротермополаризации и, как было отмечено выше, при 0.25 масс.% добавки КТФ плотность зарядов  $q$ , электрическая прочность  $E$  и механическая прочность  $\sigma$  достигают своих максимальных значений.

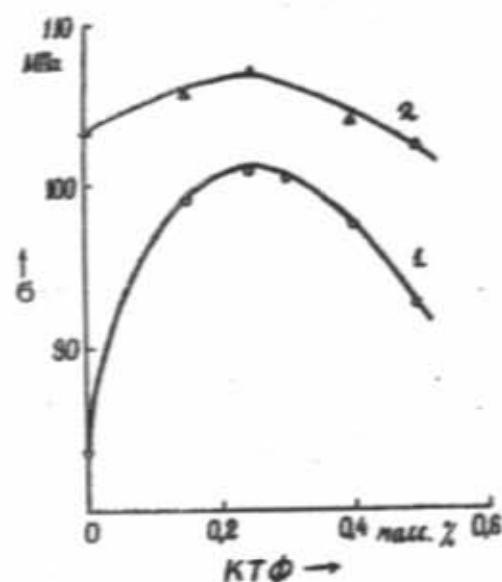


Рис. 3. Зависимости механической прочности ПП от содержания добавки КТФ до (1) и после (2) электротермополаризации.

- [1] Я.Г. Рагимов, С.А. Абасов, З.Ч. Эфендиева. Препринт № 476 ИФАН Азербайджана, Баку, 1993, 22 с.
- [2] С.А. Абасов, Я.Г. Рагимов, З.Ч. Эфендиева, В.А. Александров. Fizika, Baku, 1996, с.2, №2, с. 48-50.
- [3] З.Ч. Эфендиева. Прочностные свойства полипропиленса со стабилизирующими добавками аминокомплексов дитиофосфатов. Диссертация на соискание учёной степени кандидата физ.-мат. наук, Баку, 1996.

- [4] С.А. Абасов, Я.Г. Рагимов, З.Ч. Эфендиева, А.М. Тагиева. Fizika, Baku, 1995, с.1, № 1, с. 56-60.
- [5] М.А. Багиров, В.П. Малин, С.А. Абасов. Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики. Баку, Элм, 1975, 168 с.
- [6] В.Р. Регель, А.И. Стурхер, Э.Е. Тамашевский. Кинетическая природа прочности твёрдых тел. Москва, Наука, 1974, 560 с.

S.A. Abasov, V.Ə. Əlakbərov, M.Ə. Ramazanov, Z.Ç. Əfəndiyeva

## TƏRKİBİNDƏ KREDİLDİTOFOSFOR TURŞUSU AMİNOKOMPLEKSİ ƏLAVƏSİ OLAN POLİPROPİLENİN YÜK HALININ TƏDQİQİ

Termositiyllaşdırılmış depolarizasiya metodu ilə tərkibində məxtəlif miqdarda krezilditofosfor turşusu (KTF) aminokompleksi elavesi olan polipropilen (PP) nümunələrinde əvvəlcən elektrotermpolyarizasiya işləni ilə yaradılmış elektrik yüklerinin sıxlığı təyin edilmişdir. PP nümunələrinde KTF elavesinin miqdardan asılı olaraq elektrik yüklerinin  $q$  sıxlığı,  $E$  elektrik möhkəmliyi və  $\sigma$  mekaniki möhkəmliyinin deyişmələri arasında korrelyasiya mövcud edilmişdir, belə ki, elavenin 0.25 kütə % miqdardında  $q$ ,  $E$  və  $\sigma$  kəmiyyətləri özərinin maksimal qiymətlərini alırlar.

Tərkibində 0.25 kütə % qədər KTF olavesi olan PP-nin elektrik və məhaniq məhkəmliklərinin müşahidə olunan artımıdan elektrotermopoliarizasiya zamanı yaranan polarizasi olunmuş yüksəklikləri tə'siri altında quruluşun nizamlanması ilə izah olunur.

S.A. Abasov, V.A. Alekperov, M.A. Ramazanov, Z.Ch. Efendieva

**INVESTIGATION OF CHARGE STATE OF POLYPROPYLENE CONTAINING ADDITIONS OF AMINOCOMPLEX OF CREZILDITIOPHOSPHORIC ACID**

There have been determined charge densities due to preliminary electrothermopolarization in samples of polypropylene (PP) containing different amounts of additions of aminocomplex of crezilditiophosphoric acid (CTPh) by method of thermostimulated depolarization. There have been established the correlation between variations of charge densities  $q$ , electric strength  $E$  and mechanical strength  $\sigma$  of PP samples in dependence on amount of additions of CTPh, and at 0.25 mass.% of addition magnitudes of  $q$ ,  $E$  and  $\sigma$  reach their maximum values. Observed increase of electric and mechanical strength of PP containing 0.25 mass.% of addition of CTPh is caused by ordering of structure under the effect of resulting polarized charges at electrothermopolarization.

Даты поступления: 14.03.97

Редактор: М.К. Керимов