

УДК 541.64

**ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРЕТНОГО СОСТОЯНИЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ  
СВОЙСТВА ПОЛИАМИДА****БАГИРОВ М.А., АЛИЕВ А.А.***Институт радиационных проблем НАН Азербайджана*

Исследовано влияние электретного состояния поликапролактама, полученного методом озонирования, на диэлектрические свойства: тангенс угла диэлектрических потерь и диэлектрическую проницаемость. Показано, что электретное состояние влияет на диэлектрические характеристики ( $tg \delta$  и  $\epsilon$ ) полиамидов: у озонированного ПК-4 – значительное (на 2 порядка) увеличение  $tg \delta$  и  $\epsilon$ , появление новых их максимумов в области температур 323-333К.

**ВВЕДЕНИЕ**

Весьма интересным и практически малоисследованным является вопрос о взаимосвязи электретного состояния полимерного диэлектрика с его электрическими свойствами, т.е. выяснение того, как влияет электретное состояние на его электрические характеристики.

Авторами [1-4] предполагается, что поскольку внутри электрета имеется сильное электрическое поле, электретированное вещество должно приобрести анизотропию свойств, т.е. величины, характеризующие электрические свойства диэлектрика, должны измениться после электретирования. В частности, должны измениться показатель преломления видимого света, диэлектрическая проницаемость, тангенс угла диэлектрических потерь и т.д.

Однако, некоторые авторы [4] указывают на противоречивость результатов, полученных различными учеными при исследовании указанного вопроса. В ряде работ обнаружена оптическая анизотропия у поляризованного полиметиметакрилата и небольшое изменение диэлектрической проницаемости у поливинилхлорида, что, однако, в других работах не подтверждалось.

В ряду конструкционных термопластов полиамиды занимают ведущее место, благодаря присущим им высокой механической прочности, стойкости к маслам и органическим растворителям, а также благодаря простоте переработки в изделия, в первую очередь, литья под давлением. Во многих случаях полиамиды могут быть использованы как заменители металлов, особенно, когда важную роль играет отношение прочности к массе, как, например, в изделиях, предназначенных для использования в транспортных средствах [5].

Авторами [6] был изобретен способ получения электретов из полиамидных пленок с помощью озонирования, позволяющий резко сохранить время их изготовления, существенно увеличить заряд, и избавиться от повреждений поверхности [7].

В связи с этим, нами было изучено влияние электретного состояния пленок поликапролактама, полученного с помощью выдержки последних в озонно-кислородной смеси, на диэлектрические свойства: тангенс угла диэлектрических потерь и диэлектрическую проницаемость.

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектами исследования служили промышленные полимерные пленки поликапролактама марок ПК-2 и ПК-4, ТУ-84-73-69 средней толщиной 0,1 мм.

Тангенс угла диэлектрических потерь  $tg \delta$  и емкость исследуемых образцов измеряли с помощью мостов МЛБ-1 в диапазоне частот 0,4-10 кГц и Р-589 на частоте 1 кГц в интервале температур 293-453К. Обработку озонно-кислородной средой осуществляли следующим образом: озон получали в электроозонаторе Сименса и затем подавали в эксикатор, где находились испытуемые образцы полимерных пленок.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Было показано, что электретное состояние, полученное озонированием, существенно влияет на диэлектрические характеристики полимерных пленок ПК-4 и ПК-2. После озонирования происходит значительное (примерно на 2 порядка) возрастание  $tg \delta$  и  $\epsilon$  у пленок ПК-4 (рис.1 и 2), при этом наблюдается новый значительный максимум  $tg \delta$  и  $\epsilon$  в интервале 323-333К, после чего значения  $tg \delta$  и  $\epsilon$  начинают резко падать. С увеличением времени озонирования значения  $tg \delta$  и  $\epsilon$  пленки ПК-4 все более возрастают и их максимумы становятся все более выраженными.

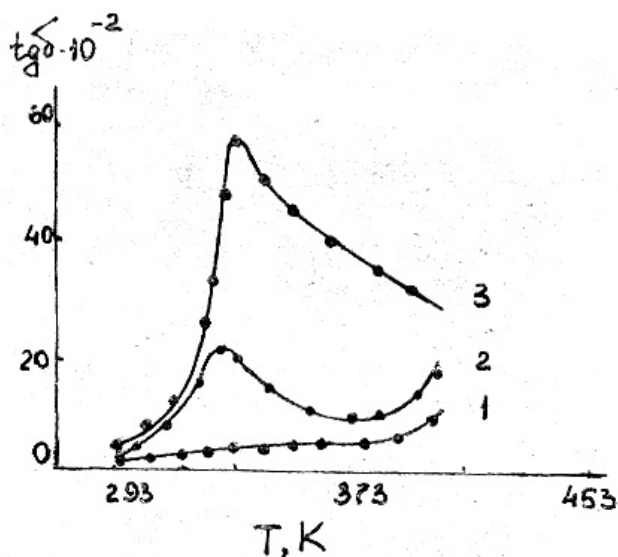


Рис.1. Температурная зависимость  $tg \delta$  пленки ПК-4: 1 – исходный образец, 2,3 – озонированный 15 (2) и 30 (3) минут.

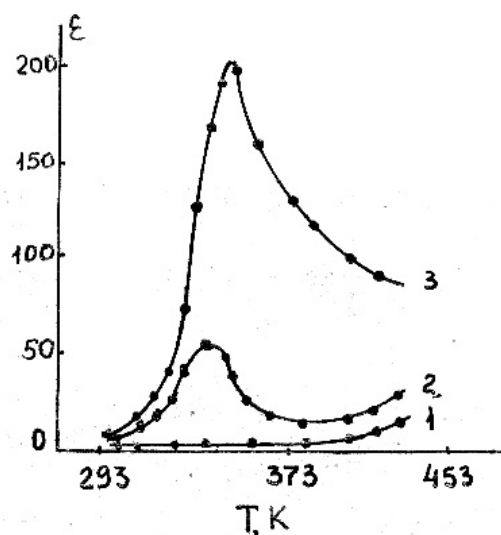


Рис.2. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости пленки ПК-4: 1 – исходный образец, 2 – озонированный 15 (2) и 30 (3) минут.

После выдержки в озонной среде в течении часа, определить  $tg \delta$  и  $\epsilon$  диэлектрической проницаемости пленок ПК-4 не удастся, так как уже при температуре 310 К значения  $tg \delta$  и  $\epsilon$  находятся за пределами измерения прибора (мост Р-589).

Значения  $tg \delta$  и  $\epsilon$  озонированного ПК-4, измеренные при охлаждении образцов, нагретых до 413К, лишь несколько превышают аналогичные характеристики для исходного ПК-4 (рис.3).

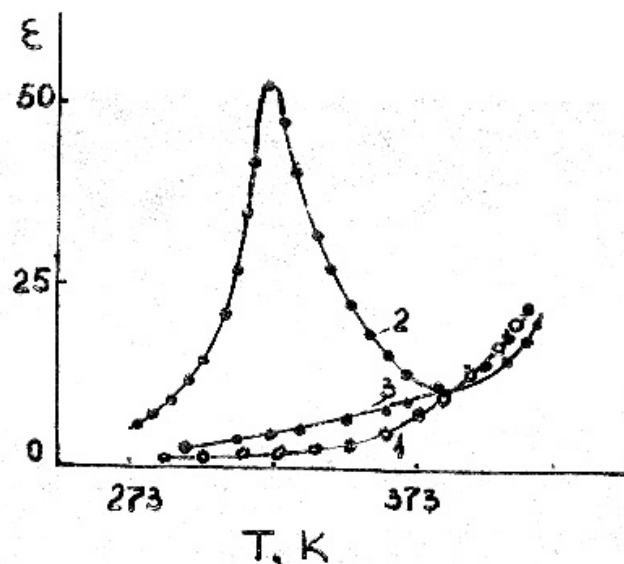


Рис.3. Температурная зависимость диэлектрической проницаемости пленки ПК-4: 1 – исходный образец, 2 – озонированный 15 минут, 3 – обратный ход.

Такие же результаты были получены и для пленок ПК-2. Указанные экспериментальные результаты можно объяснить следующим образом. Озонирование пленок поликапролактома приводит как к структурным изменениям в них, так и к приобретению электретного состояния. Об этих структурных изменениях свидетельствуют данные ИК-анализа, появление полос ИК-поглощения, относящихся к кислородсодержащим (карбонильным, гидроксильным и т.д.) группам. В процессе нагрева происходит исчезновение электретного состояния, после чего диэлектрические свойства пленок обуславливаются только структурными изменениями, происходящими в них.

Таким образом, электретное состояние влияет на диэлектрические характеристики ( $\text{tg } \delta$  и  $\epsilon$ ) полимерных диэлектриков: у озонированного поликапролактома ПК-4 проявляется значительное (на 2 порядка) увеличение  $\text{tg } \delta$  и  $\epsilon$  и появление новых их максимумов в области 323-333К.

1. Губкин А.Н. Электреты М.Наука, 1978, 192 с.
2. Садовничий Д.Н., Тютнев А.П., Хатинов С.А., Саенко В.С., Пожидаев Е.Д. Накопление объемных зарядов при облучении эпоксидного компаунда электронами в вакууме. Высокомол.соед., сер.А, 2003, т.45, № 2, с.230-236.
3. Курбанов К.Б., Шоюбов Н.З. Роль структурных особенностей аморфно-кристаллических полимеров в процессах электризации. Электронная обработка материалов, 2000, № 6, с.47-49.
4. Губкин А.Н., Сканави Г.И. Получение и свойства новых электретов из неорганических диэлектриков. Изв. АН СССР, сер. физ., 1958, т.22, № 3, с.330-332.
5. Кербер М.Л. Конструкционные материалы на основе армированных полиамидов. Труды МХТИ, М., вып.151, 1988, с.85-84.
6. Багиров М.А., Малин В.П., Алиев А.А. Способ получения электрета. Авт. свид. № 605442 (СССР), 1978.
7. Алиев А.А. Получение электретов с помощью озонирования. Труды юбил.межд.научно-техн.конф., посв. 70 акад. Мехтиева А.Ш., ИЭТ8Э, 2004, Баку, с.141-143.

## **ELEKTRET HALININ POLİAMİDİN ELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ**

**BAĞIROV M.Ə., ƏLİYEV A.Ə.**

Ozonun təsiri ilə alınmış elektret halının polikaprolaktamın dielektrik nüfuzluluğu ( $\epsilon$ ) və dielektrik itki bucağının tangensinə ( $\text{tg } \delta$ ) təsiri tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, elektret halı poliamidlərin dielektrik xarakteristikalarına təsir edir: ozonun təsirinə məruz qalmış PK-4 üçün  $\epsilon$  və  $\text{tg } \delta$  əhəmiyyətli dərəcədə (iki tərtib) artır, 323 ÷ 333K temperatur intervalında yeni maksimumlar meydana çıxır.

## **INFLUENCE OF ELECTRET STATE ON ELECTRIC PROPERTIES OF POLYAMIDE**

**BAGIROV M.A., ALIEV A.A.**

The influence of electret state of polycaprolactate obtained by the ozonation method on dielectric properties: dielectric loss  $\text{tg } \delta$  and dielectric susceptibility  $\epsilon$ . It is shown, that electret state influences on dielectric characteristics ( $\text{tg } \delta$  and  $\epsilon$ ) of polyamides: for ozonized PC-4  $\text{tg } \delta$  and  $\epsilon$  increases significantly (about 2 order), new maximum appear at the temperature range of 323-333K.