

ЛИТЕРАТУРА

1. Берлин А. А., Парини В. П. Изв. вузов. Химия и хим. технология, 1958, № 1, с. 122.
2. Берлин А. А., Парини В. П. Изв. АН СССР. Отд. хим. н., 1959, № 9, с. 1674.
3. Berlin A. A., Liogon'kii B. I. J. Polymer Sci. A, 1961, v. 55, № 162, p. 675.
4. Berlin A. A. J. Polymer Sci. A, 1961, v. 55, № 162, p. 621.
5. Берлин А. А. Высокомолек. соед. А, 1973, т. 15, № 2, с. 256.
6. Берлин А. А., Лиогонький Б. И. Высокомолек. соед., 1960, т. 2, № 5, с. 689.
7. Несмеянов А. Н., Кочеткова Н. С., Леонова Е. В., Тепляков М. М. А. с. 852892 (СССР).—Printed in Chem. Abstrs, 1981, v. 95, № 24, 204912 v.
8. Сергеев В. А., Вдовина Л. И. В кн.: Катализаторы, содержащие нанесенные комплексы (матер. симп.). Новосибирск, 1980, ч. 1, с. 159.
9. Сергеев В. А., Неделькин В. И., Пискунева Е. М., Коган А. С. Высокомолек. соед. Б, 1981, т. 23, № 5, с. 340.
10. Martin F. J., Price K. K. J. Appl. Polymer Sci., 1968, v. 12, № 1, p. 143.
11. Несмеянов А. Н., Кочетков К. А. Ж. общ. химии, 1936, т. 144, № 6, с. 192.
12. Методы элементоорганической химии (сульфур, висмут). Под ред. Несмеянова А. Н. М.: Наука, 1976, с. 113.
13. Несмеянов А. Н., Гипп Н. К., Макарова Л. Г., Мозгова К. К. Изв. АН СССР, Отд. хим. н., 1953, № 2, с. 298.

Институт элементоорганических
соединений им. А. Н. Несмеянова
АН СССР

Поступила в редакцию
28.IV.1982

УДК 541.64:537

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОРОНОЭЛЕКТРЕТОВ В ПЕРЕМЕННОМ ПОЛЕ

Гуль В. Е., Маркин В. Н., Ананьев В. В.,
Баблюк Е. Б., Попов О. Н., Изотова Л. Т.

Настоящая работа посвящена изучению электретного состояния в полимерах при перемещении их в плазме коронного разряда переменного тока, а также способам определения перехода полимерного материала из исходного состояния в электрет при увеличении коронирующего напряжения.

Коронный разряд создавали между электродами, одним из которых являлся врашающийся металлический вал, покрытый слоем политетрафторэтилена толщиной 2 мм, вторым электродом служил металлический нож, направленный вдоль вала. Расстояние между ножом и валом варьировали от 0,5 до 5 мм. Напряжение на электродах меняли в пределах 0–25 кВ и контролировали статическим киловольтметром типа С-96. Создаваемые электреты имели вид пленок, которые перемещали таким образом, чтобы они проходили между электродами и огибали врашающийся вал.

Объектами исследования служили: двухосноориентированная пленка ПЭТФ толщиной 20 мкм, пленка ПЭ толщиной 30 и 60 мкм, пленка ПВХ толщиной 200 мкм.

Возникающее электретное состояние в пленочных материалах оценивали величиной электростатического поля E_s на поверхности пленки, обращенной к ножевому электроду, с помощью измерителя напряженности электростатического поля ИНЭП-1.

Картинны распределения зарядов на поверхности пленки получали путем напыления положительно заряженного ксерографического порошка КСЧ-24, который притягивается отрицательно заряженными участками пленки и отталкивается положительно заряженными.

Величину E_s измеряли как непосредственно после прохождения межэлектродного промежутка, так и после контакта обработанной поверхности со съемником зарядов, в качестве которого служила натянутая на штанге полоска алюминиевой фольги.

Результаты измерений зависимости E_s от напряжения на электродах V представлены на рис. 1.

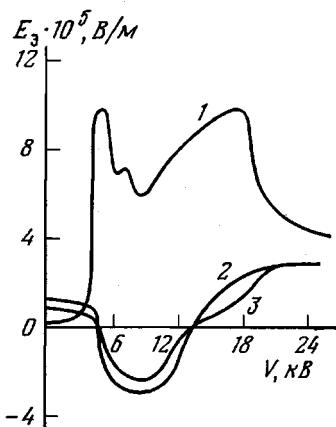


Рис. 1

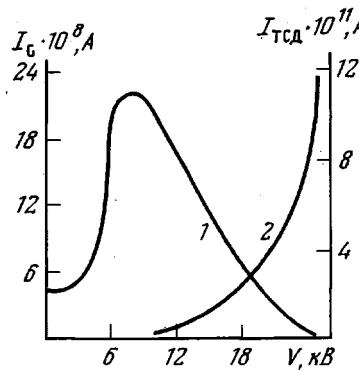


Рис. 2

Рис. 1. Зависимость величины электростатического поля E_s пленки ПЭТФ от напряжения V на электродах. E_s измеряли до контакта обработанной поверхности пленки со съемником зарядов (1); после контакта обработанной поверхности с незаземленным съемником зарядов (2) или после контакта обработанной поверхности с заземленным съемником зарядов (3)

Рис. 2. Зависимость величины тока стекания I_c (1) и тока термостимулированной деполяризации I_{tcd} (2) от напряжения на электродах

Возрастание E_s в области напряжения 5 кВ связано с возникновением коронного разряда в межэлектродном промежутке. Наличие нескольких экстремумов на кривой 1 в области напряжения 5–16 кВ обусловлено развитием газоразрядной плазмы и соответствующим изменением соотношения носителей положительных и отрицательных зарядов. Кроме того, изменение соотношения положительных и отрицательных зарядов может происходить и на обрабатываемой поверхности в результате разрыва химических связей, характеризующихся различной энергией.

Уменьшение E_s (при $V > 6$ кВ) связано с возникновением электретного состояния пленок, которое в коронном разряде переменного тока обусловлено, по-видимому, инжекцией зарядов в электронные ловушки.

Увеличение коронирующего напряжения выше 16 кВ сопровождается проникновением все большего числа носителей зарядов в глубину полимера, что вызывает возрастающее экранирование создаваемого ими поля пронизанным слоем полимера.

Характерная особенность зависимости E_s от коронирующего напряжения – значительная разница между E_s , измеренная до и после контакта с алюминиевой фольгой. Эта разница уменьшается в области 16–25 кВ.

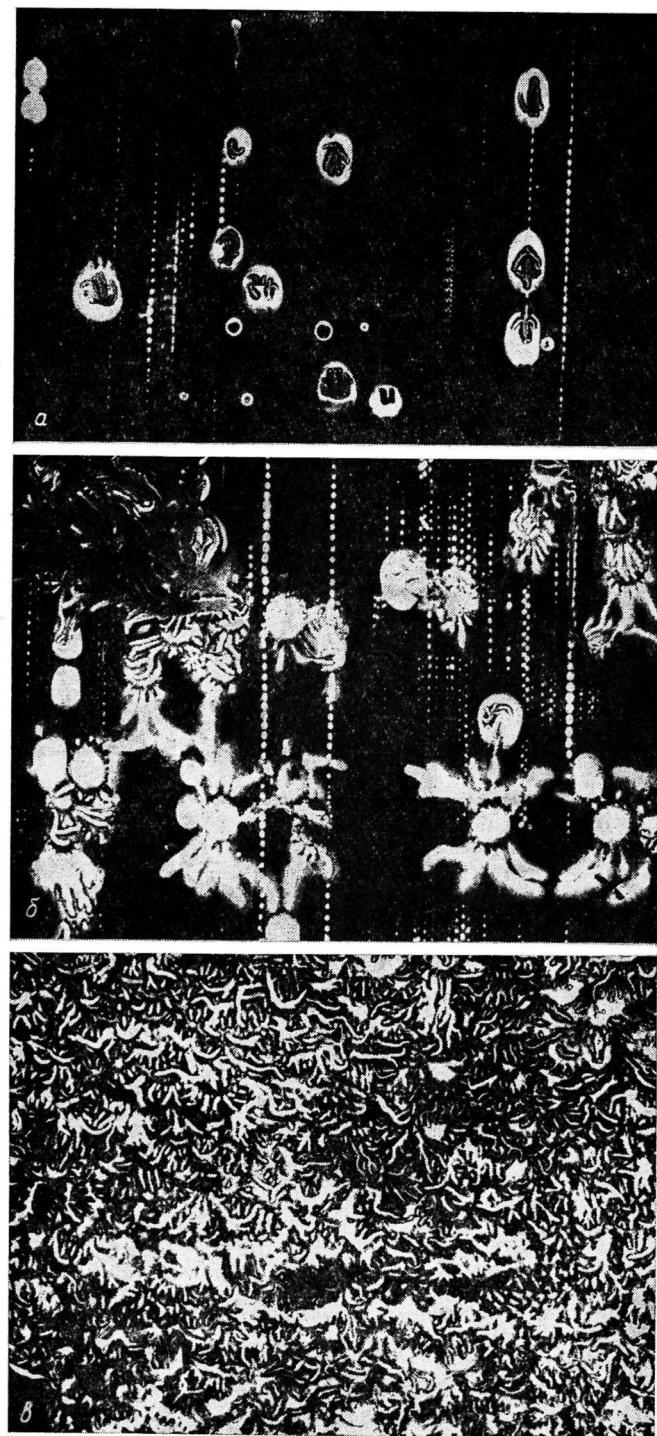


Рис. 3а, б, в

Рис. 3. Картины распределения заряженного порошка на поверхности пленки ПЭТФ, обработанной коронным разрядом при напряжении на электродах 2 (а), 4 (б), 5 (в), 9 (г), 14 (д), 18 (е), 22 (ж), 25 кВ (з)

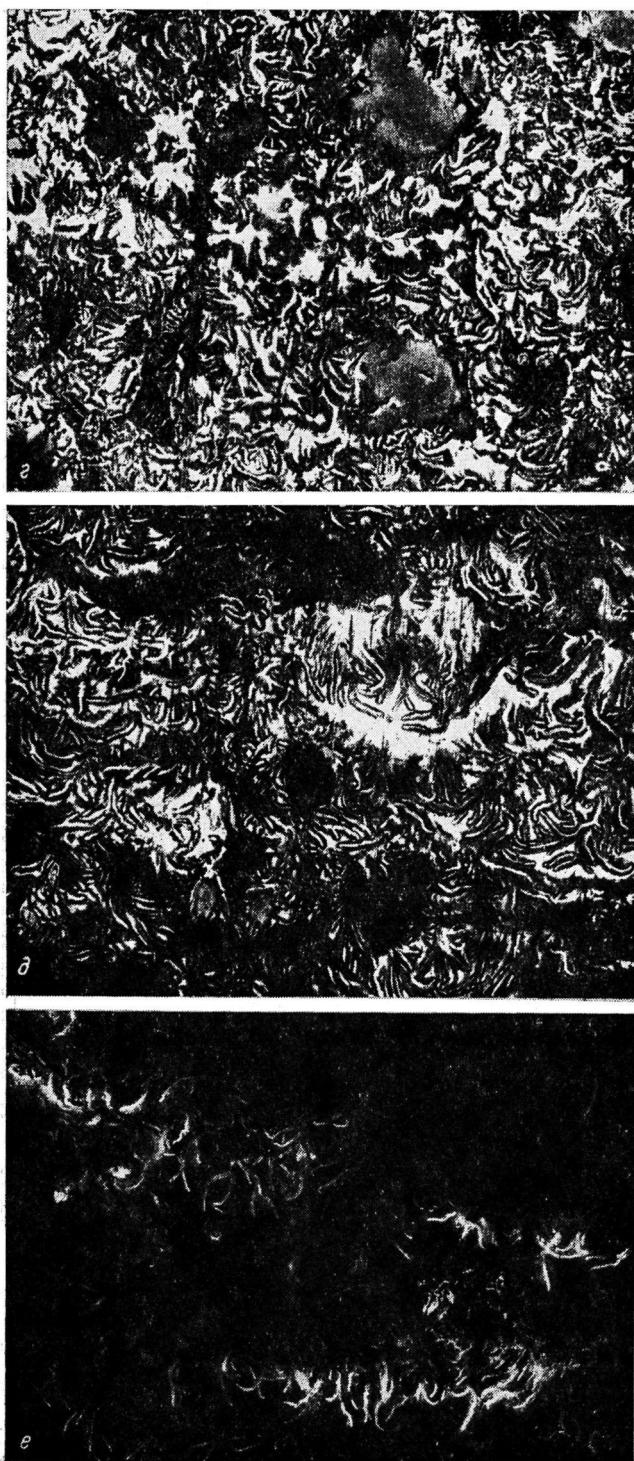


Рис. 3 ε , d , e

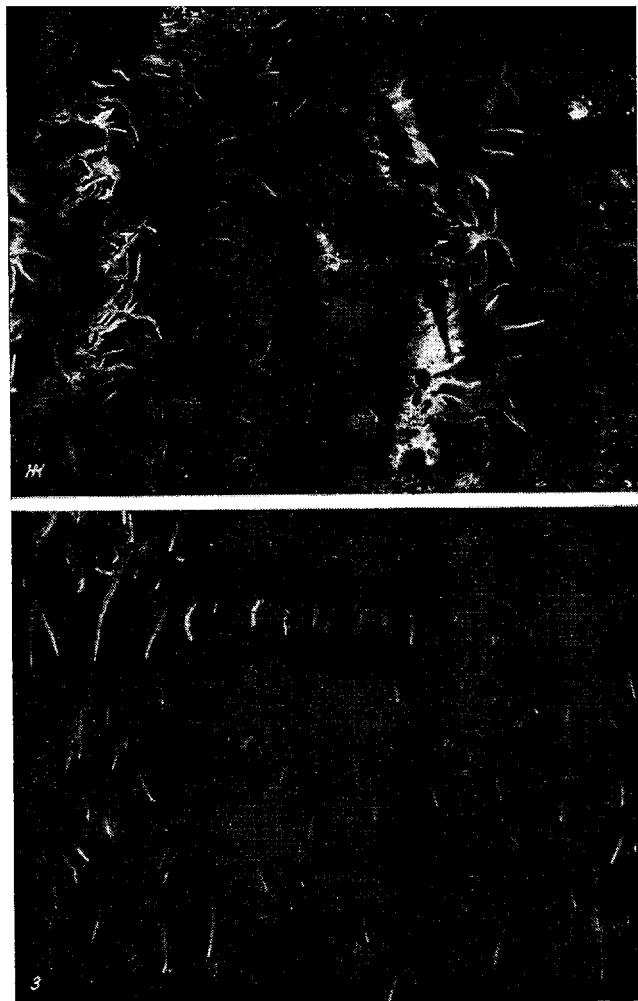


Рис. 3ж, з

Это вызвано, очевидно, тем, что контакт обработанной поверхности с металлом приводит к перераспределению слабо связанных с поверхностью пленки зарядов и, таким образом, к изменению суммарного поля электрета, а при заземлении фольги — к возникновению тока стекания (I_c) (рис. 2). Уменьшение I_c (при повышении V от 12 до 24 кВ) происходит вследствие того, что часть носителей зарядов, находящаяся на некоторой глубине в объеме полимера, не имеет контакта с поверхностью съемника.

Процесс инъекции зарядов в электронные ловушки хорошо иллюстрируют также картины распределения заряда на поверхности ПЭТФ пленки после обработки ее коронным разрядом. На фотографиях (рис. 3) приведены негативные изображения.

При напряжении на электродах 2–3 кВ, можно наблюдать отдельные круговые концентрации зарядов, образовавшиеся в результате развития разряда с микродефектов на ножевом электроде. В центре круговых концентраций порошка хорошо видна мозаическая картина распределения заряженных участков пленки.

При повышении напряжения на электродах количество таких разрядов растет, четкие границы между отдельными концентрациями зарядов исчезают, картина мозаического распределения отрицательно и положительно

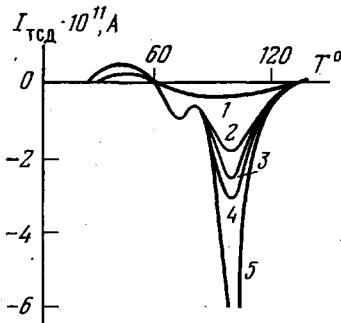


Рис. 4. Температурная зависимость тока термостимулированной деполяризации I_{TSD} пленки ПЭТФ, обработанной коронным разрядом при напряжении на электродах 12 (1), 15 (2), 18 (3), 21 (4) и 25 кВ (5)

заряженных участков становится более развитой. Напряжение на электродах 5 кВ соответствует возникновению сплошного фронта коронного разряда по всей длине ножевого электрода. Картина распределения зарядов приобретает вид равномерно чередующихся положительно и отрицательно заряженных участков.

При достижении на электродах напряжения 9 кВ на фотографиях появляются участки с равномерным серым фоном, соответствующим участкам пленки, на которых произошла инжекция зарядов в глубину полимера. Эти участки пленки покрываются тонким полуупрозрачным слоем порошка.

При дальнейшем увеличении напряжения площадь этих участков растет и, наконец, при напряжениях на электродах 25 кВ практически вся поверхность пленки оказывается равномерно покрытой очень тонким слоем порошка.

Высказанные предположения нашли подтверждение при исследовании природы полученных коронозелектретов методом измерения токов термостимулированной деполяризации [1]. Результаты испытания образцов ПЭТФ, обработанных при различных напряжениях коронного разряда, приведены на рис. 4.

Действительно, во всех исследованных образцах наблюдали лишь слабый гетерозаряд, величина которого меняется незначительно. Релаксация его происходит в интервале температур 20–30°. Основной заряд зелектрета — гомозаряд, величина которого находится в антибатной зависимости с величиной тока стекания, измеренной описанным способом при движении пленки, обработанной коронным разрядом. Выход гомозаряда наблюдали при 90–140°.

Описанные выше закономерности, проиллюстрированные на примере ПЭТФ, наблюдали также и при получении зелектретов из пленок ПВХ и ПЭ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Губкин А. Н. Электреты. М.: Изд-во АН СССР, 1961.

Московский технологический институт
мясной и молочной промышленности

Поступила в редакцию
4.V.1982