

**О МЕХАНИЗМАХ РЕЛАКСАЦИИ ТОКА ПОЛЯРИЗАЦИИ
В БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНЫХ ВУЛКАНИЗАТАХ**

Бубман С. З., Копцев В. Н., Разумовская И. В.

В постоянном электрическом поле так называемый остаточный электрический ток устанавливается в полимерном диэлектрике спустя некоторое время после подачи на образец постоянного электрического напряжения. Изменение тока со временем обусловлено установлением в образце различных видов поляризации, каждый из которых характеризуется своим временем релаксации τ_n . В однородных полимерах поляризация может быть вызвана ориентацией диполей, смещением низкомолекулярных зарядов в объеме образца, а также инжекцией зарядов из электродов [1–4].

В отдельных случаях можно наблюдать превалирование роли одного из механизмов поляризации. Так, в тщательно очищенном образце удалось выделить лишь дипольную [1], а в образце со специально внесеными ионогенными добавками — миграционную поляризацию [2]. К преобладанию определенного механизма поляризации может привести резкая зависимость времени релаксации одного из процессов поляризации от температуры, в особенности в области релаксационных переходов.

В настоящей работе сделана попытка оценить роль различных процессов поляризации в полимерных диэлектриках в зависимости от температуры и времени наблюдения.

Измерение в кривых спада тока со временем проводили в режиме термостатирования на базе электрометрического усилителя VI-2 с записью на самописце. Интервал температур от -80 до -20° . Использовали нажимные электроды из нержавеющей стали. Перед каждым измерением проверяли отсутствие заряда на образцах.

В качестве объекта исследования использовали образцы вулканизата на основе бутадиен-нитрильного (полярного) каучука СКН-18, температура стеклования которого -55° .

Поляризационный ток i_n , появляющийся в результате любого процесса поляризации, записывают [5] в виде $i_n = i_{n0} \exp(-t/\tau_n)$, где i_{n0} — коэффициент с размерностью тока, t — время наблюдения, τ_n — наивероятнейшее время релаксации. При одновременном проявлении нескольких релаксационных процессов (благодаря принципу суперпозиции токов) поляризационный ток может быть представлен в виде

$$i(t) = \sum_{n=1}^N i_n(t)$$

Для оценки времен релаксации различных процессов поляризации нами использовали метод графического разложения, примененный ранее [6, 7] для обработки кривых релаксации напряжения.

Полученные методом графического разложения зависимости времен релаксации от температуры представлены на рис. 1. Поляризационный механизм (рис. 1, кривая 1) относится к поляризации, связанной с дипольно-сегментной подвижностью (α -процесс в полимерах). Время релаксации и энергия активации этого процесса совпадают с параметрами α -процесса релаксации, определенными нами методом термостимулированной деполяризации [8] и другими авторами путем измерения механических потерь [9]. В области перехода через температуру стеклования зависимость $\tau_1 = f(1/T)$ имеет излом.

Два других времени релаксации, по-видимому, связаны с накоплением заряда в приэлектродных областях вследствие ограниченной разрядки на электродах и перераспределением зарядов в ловушках. Для этих процессов должна выполняться зависимость времени релаксации от толщины

образца и напряженности электрического поля, полученная одновременно разными авторами [2, 10].

$$\tau = k \frac{L}{\kappa E},$$

где k — коэффициент пропорциональности, L — толщина образца, κ — подвижность заряда, E — напряженность электрического поля.

Зависимость времен релаксации от величины обратной напряженности электрического поля представлена на рис. 2. Выполнение этой зависимости для времен релаксации τ_2 и τ_3 подтверждает миграционный характер по-

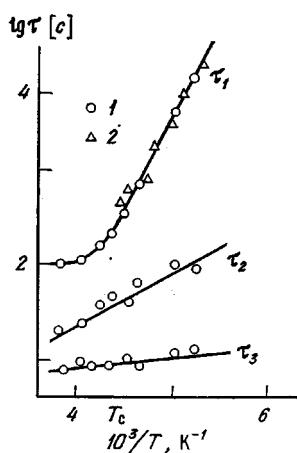


Рис. 1

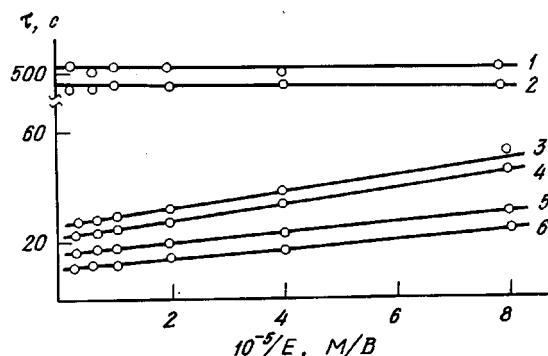


Рис. 2

Рис. 1. Зависимости времен релаксации вулканизата СКН-18 от температуры, полученные методами графического разложения (1) и термостимулированной деполяризации (2)

Рис. 2. Зависимости времен релаксации τ_1 (1, 2), τ_2 (3, 4) и τ_3 (5, 6) СКН-18 от напряженности электрического поля для образца толщиной 2 мм при -55 (1, 3, 5) и -40° (2, 4, 6)

ляризации, описываемой временами релаксации τ_2 и τ_3 . Время релаксации τ_1 не зависит ни от толщины образца, ни от напряженности электрического поля, что подтверждает сделанный выше вывод о дипольно-сегментальном механизме поляризации, описываемом временем релаксации τ_1 .

ЛИТЕРАТУРА

1. Adamec V. Kolloid-Z. und Z. für Polymere, 1970, B. 237, S. 219.
2. Шубаев В. П., Сажин Б. И., Скурихина В. С. Высокомолек. соед. А, 1975, т. 17, № 5, с. 1058.
3. Lenguel G. J. Appl. Phys., 1966, v. 37, № 2, p. 807.
4. Lilly A. C., Mc Dowell T. J. Appl. Phys., 1968, v. 39, № 1, p. 141.
5. Сканави Г. И. Физика диэлектриков (область слабых полей). М.: Гос. изд-во технико-теор. лит., 1949, с. 331.
6. Бартенев Г. М., Брюханов А. В. МГПИ им. Потемкина, 1960, вып. 56, с. 109.
7. Тобольский А. Свойства и структура полимеров. М.: Химия, 1964, с. 186.
8. Лущекин Г. А. Полимерные электреты. М.: Химия, 1977, с. 161.
9. Бартенев Г. М. Структура и релаксационные свойства эластомеров. М.: Химия, 1979, с. 187.
10. Kazaki M., Oshima H., Ieda M. J. Phys. Soc. Japan, 1970, v. 29, № 4, p. 1012.

Московский государственный
педагогический институт
им. В. И. Ленина

Поступила в редакцию
9.III.1983