

Построение математической модели релаксации заряда короноэлектретов при повышенных температурах

Ращупкина Н.Ю.¹, Борисова А.Н.

студентка

Казанский государственный технологический университет, Казань, Россия

alenska_kstu@rambler.ru

С точки зрения практического использования электретов желательна большая стабильность зарядов во времени. При комнатных температурах наблюдение релаксации заряда занимает довольно много времени, т.к. диполи и заряды остаются практически неподвижными. Однако при нагревании электрета диполи и заряды быстро приобретают свободу движения, что значительно сокращает время проведения измерений.

Целью работы было изучение поведения электретов при различных температурах и построение на основе экспериментальных данных математической модели, позволяющей определить время релаксации заряда короноэлектретов при любой температуре. В качестве объектов исследования были выбраны композиции на основе полиэтилена высокого давления с различными наполнителями. Электретирование пленок осуществляли в поле коронного разряда. Измерение потенциала поверхности V_s проводили с помощью измерителя ИПЭП-1.

Для описания влияния высоких температур на стабильность электретного эффекта была создана математическая модель. Она исходит из представления, что спад заряда электрета в начальный период хранения происходит согласно экспоненциальному закону:

$$V_s = V_{s0} \cdot e^{-\frac{t}{\tau_p}}, \quad \tau_p = \tau_0 \cdot e^{\frac{W_a}{kT}}$$

где V_{s0} – начальное значение потенциала поверхности, t – время воздействия температуры, τ_p – время релаксации заряда, τ_0 – частотный фактор, W_a – энергия активации (высота потенциального барьера), k – постоянная Больцмана, T – температура эксплуатации, К.

Если выдерживать один и тот же образец одно и то же время при различных температурах, то потенциал поверхности электрета будет спадать неодинаково. Проведя два параллельных опыта, можно найти энергию активации и частотный фактор для конкретного композиционного короноэлектрета. Расчеты по построенной математической модели на основе практически полученных данных показали, что воздействие высоких температур снижает время релаксации заряда, однако в случае наполненных систем этот процесс протекает менее интенсивно. Это обусловлено появлением в полиэтилене при наполнении нового типа ловушек, находящихся на границе раздела фаз полимер – наполнитель, что связано с различием в электрических проводимостях фаз (эффект Максвелла-Вагнера). Кроме этого, адсорбция макромолекул на поверхности наполнителя уменьшает подвижность различных кинетических единиц полимера и увеличивает спектр времен их релаксации его.

Результаты расчета времен релаксации заряда полимерных композиций имеют хорошую сходимость с экспериментальными данными. Таким образом, можно заключить, что построение математической модели процесса релаксации заряда полимерных короноэлектретов может подтвердить результаты практических исследований, а при достаточном опытном материале – исключить проведение дальнейших экспериментов.

¹ Авторы выражают признательность гл. науч. сотр., д-ру физ.-мат. наук Тазенкову Б.А. и доценту, канд. техн. наук Галиханову М.Ф. за помощь в подготовке тезисов.