РАЗВИТИЕ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЯХ НАКОПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Ховайло В.В., Черунова И.В., Щеникова Е.А., Куренова И.В., Меркулова А.В., Князева С.В., Стефанова Е.Б., Стенькина М.П.
Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета в г.Шахты

Накопление и хранение электрической энергии играет ключевую роль в мобильных электронных устройств, стационарных энергетических систем, и в устройствах, для работы которых требуется приложение импульсной мощности. В частности, существует растущая потребность в конденсаторах, способных накапливать большое количество энергии, а затем почти мгновенно разряжаться. Подобные устройства могут найти применение в ряде различных военных и коммерческих приложений [1,2].

Потребность в системах аккумулирования энергии с высокой плотностью энергии привело к развитию полимерных композиционных систем, сочетающих в себе технологичность, высокое поле пробоя и прочность полимера с высокой диэлектрической постоянной керамических наполнителей. В идеале, наполнители позволяют увеличить эффективную диэлектрическую постоянную составной системы без ущерба для высокой нагрузки разрушения полимеров. Кроме того, увеличение эффективной диэлектрической проницаемости может быть достигнуто без чрезмерно больших диэлектрических потерь. Очевидно, что в реальности системы с высокой диэлектрической проницаемостью, высокой напряженностью поля пробоя и низкими диэлектрическими потерями вряд ли может быть изготовлена и есть необходимость искать компромиссное решение. Поэтому, многие исследования проводятся с целью разработки более совершенных полимерных композиционных материалов. Обзор современного состояния в области изготовления и исследования диэлектрических полимерных композитов дан в работе [2].

В качестве полимерной матрицы использовался полисульфон ввиду его хороших диэлектрических свойств (диэлектрическая проницаемость полисульфона порядка 3). Полисульфон – это неусиленный, аморфный полимер, главными характеристиками которого являются его высокие термические, электрические и механические свойства. Полисульфоны обладают высокой стойкостью к воздействию высоких температур, гидролизу, химическому воздействию и пару. Механические свойства полисульфонов: высокие растягивающее напряжение, прочность на изгиб, коэффициент упругости. Полисульфоны устойчивы к термической и термоокислительной деструкции, к радиационным воздействиям, к образованию трещин при высоких напряжениях вплоть до 150 °С. Предел текучести у них на 20 – 30% больше, чем у поликарбонатов и полиамидов. Для полисульфонов характерно постоянство диэлектрических свойств в широком диапазоне температур и частот.

Самым распространенным сегнетоэлектрическим наполнителем, т.е. наполнителем, имеющим спонтанную поляризацию, является титанат бария (BaTiO3), получаемый сплавлением титанового ангидрида и карбоната бария. Титанат бария представляет собой диэлектрик с электропроводностью 10-11 – 10-13 Ом-1см-1 и высоким уровнем диэлектрической проницаемости (порядка 2 - 3 тысяч). Плотность титаната бария составляет 5,6 - 5,9 г/см3. Титанат бария находит наиболее широкое применение эпоксидных компаундах электротехнического назначения, обладающих стабильными диэлектрическими свойствами при высокой диэлектрической проницаемости и низких диэлектрических потерях.

Определение диэлектрической проницаемости ε изготовленных композитов проводилось посредством методики, основанной на измерении электрической емкости плоского конденсатора, внутрь которого помещался образец исследуемого полимерного композита. Эту емкость можно измерить, сравнивая емкость плоского конденсатора с емкостью эталонного конденсатора.

Для незаполненного полисульфона диэлектрическая проницаемость равна 3,45, что хорошо согласуется с литературными данными для этого полимера. При введении наполнителя диэлектрическая проницаемость практически монотонно увеличивается и достигает значений порядка 8 для композита, с 40% титаната бария.

Работа выполнена в рамках гранта Министерства образования и науки РФ (Соглашение № 14.B37.21.0086)

Литература

1. Меркулова А.В., Старченко Е.И., Черунова И.В., Гавлицкий А.И. Устройство для использования энергии электростатического поля. Пат. RU 2439864 C1 Российская Федерация, H05F3/02. заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО ЮРГУЭС - № 2010133364/07; заявл 09.08.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. №1.
2. Бринк И.Ю, Сапогин В.Г. Физические параметры зарядовых кластеровна плоской границе раздела // Известия вузов. Электромеханика. - 2013.
3. Barber P., Balasubramanian S., Anguchamy Y., Gong S., Wibowo A., Gao H., Ploehn H. J., zur Loye H.-C. Polymer Composite and Nanocomposite Dielectric Materials for Pulse Power Energy Storage // Materials. – 2009. – V. 2. – P. 1697.