

УДК 541.64.539.107

**ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ КОМПОЗИЦИЙ
НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕРОВ И ПЬЕЗОКЕРАМИКИ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ****ИБРАГИМОВА Х.С., РАМАЗАНОВ М.А., АБАСОВ С.А.***Институт Физики НАН Азербайджана*

Исследовано изменение электрической прочности композиций на основе полиэтилена и поливинилиденфторида с пьезокерамикой типа ПКР5 после предварительной обработки в электрическом поле. Показано, что в зависимости от длительности воздействия электрического поля в начале наблюдается рост электрической прочности исследуемых объектов, а в дальнейшем происходит ее уменьшение. Наблюдаемые изменения электрической прочности полимерных композиций объясняются изменением структуры полимера и приграничного слоя компонентов композиции под действием зарядов, образующихся в процессе электрообработки.

Исследование изменения электрической прочности композиций на основе полимеров и пьезокерамик под действием различных внешних факторов, в частности, электрического поля, представляет научный и практический интерес, так как при эксплуатации различных устройств (датчиков, преобразователей и т.д.) с элементами из композиций полимер- пьезокарамика они подвергаются действию вышеуказанных факторов и при этом важную роль играет электрическая прочность [1,2].

В данной работе изучено изменение электрической прочности композиций на основе полиэтилена (ПЭ), поливинилиденфтрорида (ПВДФ) и пьезокерамики типа ПКР5 после предварительной обработки в электрическом поле. Пьезокерамика ПКР5 имеет состав цирконата-титаната-свинца (ЦТС) и обладает ромбоэдрической структурой с размерами частиц $d < 50$ мкм.

Композиции были получены методом горячего прессования механической смеси из порошков пьезокерамики и ПЭ и ПВДФ в отдельности при температуре плавления полимерной матрицы под давлением 15 МПа в течение 10 мин. с последующим медленным охлаждением (МО) со скоростью 2 град./мин. и быстрым охлаждением (БО) со скоростью 2000 град/мин. Электрическая прочность E определялась при температуре $T=293K$ по методике, описанной в работе [3]

На рис.1 приведены зависимости электрической прочности МО и БО композиций на основе ПЭ и пьезокерамики ПКР5 в соотношении компонентов 70% и 30% от длительности предварительной обработки в электрическом поле напряженностью 10^7 В/м. Аналогичные зависимости представлены на рис.2 для МО и БО композиций на основе ПВДФ и пьезокерамики ПКР5 а также в соотношении компонентов 70%и 30%.

Из рис.1 и 2 видно, что в обоих случаях в начале наблюдается рост электрической прочности, а в дальнейшем происходит ее спад. Такой характер зависимости электрической прочности E обеих композиций от длительности предварительной обработки $t_{об}$ в электрическом поле объясняется изменением физической структуры полимерной матрицы и приграничного слоя компонентов композиций [4].

Из рис.1 и 2 также следует, что на характер зависимости E от $t_{об}$ влияет и температурно-временный режим кристаллизации при изготовлении композиций.

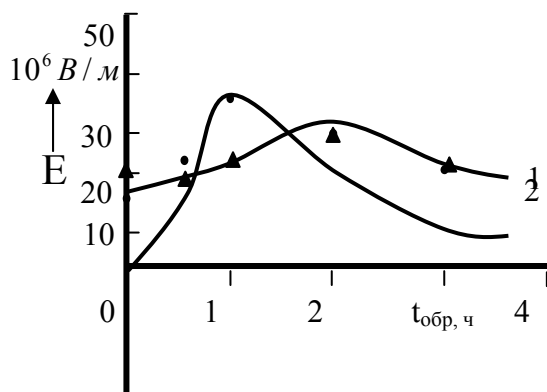


Рис 1. Зависимости электрической прочности МО(1) и БО(2) композиций 70ПЭ-30ПКР5(66%) от длительности обработки в электрическом поле напряженностью 10^7 В/м

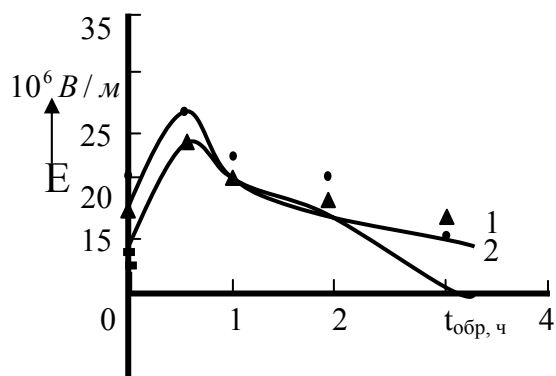


Рис 2. Зависимости электрической прочности МО(1) и БО(2) композиций 70ПВДФ-30ПКР5 (66%) от длительности обработки в электрическом поле напряженностью 10^7 В/м

Как видно из рис.1, в случае композиции на основе неполярного полимера ПЭ и пьезокерамики типа ПКР5 максимальная электрическая прочность E_m если для МО композиции наблюдается при 2-х часовой электрообработке, то для БО композиции E_m достигается при $t_{об}=1$ ч., причем E_m для БО композиции больше чем E_m для МО композиции. Однако, в случае композиции на основе полярного полимера ПВДФ и пьезокерамики ПКР5 (см.рис.2) максимальные значения электрической прочности E_m достигается как для МО, так и для БО композиций при $t_{об}=0,5$ ч. и здесь E_m для БО композиций также больше по сравнению с E_m для МО композиции.

Большие значения электрической прочности E как для БО композиции ПЭ-ПКР5, так и для БО композиции ПВДФ-ПКР5, по сравнению со значениями E для обеих МО композиций объясняется образованием мелкосферолитных структур в случае БО композиций, тогда как в случае МО композиций образуются крупносферолитные структуры [5].

Чтобы выяснить как влияет электротермополяризация на обработку композиций в электрическом поле, композиции были предварительно подвергнуты электротермополяризации (ЭТП) под действием постоянного электрического поля напряженностью $E_n=3 \cdot 10^6$ В/м, при температуре $T_n=373$ К в случае композиции ПЭ-ПКР5 и $T_n=393$ К в случае композиции ПВДФ-ПКР5 в течение $t_n=1$ часа.

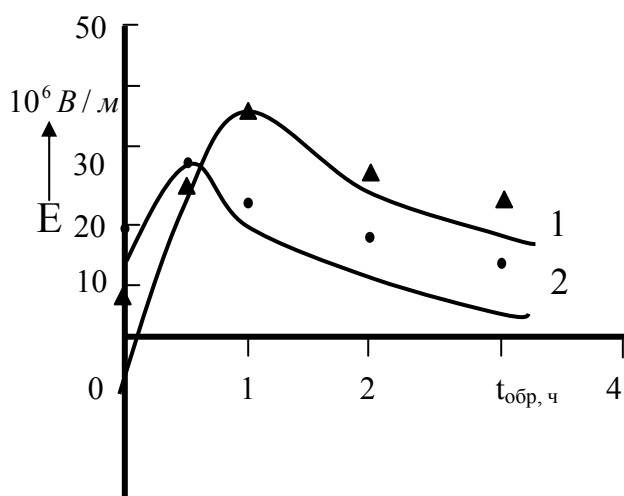


Рис 3. Зависимости электрической прочности БО композиций 70ПЭ-30ПКР5(66%), не подвергнутых (1) и подвергнутых действию ЭТП (2) от длительности обработки в электрическом поле напряженностью 10^7 В/м

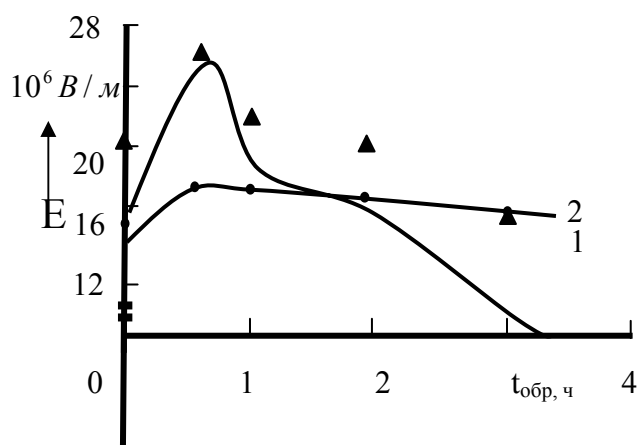


Рис 4. Зависимости электрической прочности БО композиций 70ПВДФ-30ПКР5(66%) не подвергнутых (1) и подвергнутых действию ЭТП (2) от длительности обработки в электрическом поле напряженностью 10^7 В/м

На рис. 3 и 4 показаны зависимости электрической прочности БО композиций ПЭ-ПКР5 и ПВДФ-ПКР5, соответственно, предварительно не подвергнутых и подвергнутых ЭТП, от длительности предварительной обработки в электрическом поле напряженностью 10^7 В/м.

Из рис.3 видно, что в случае композиции ПЭ-ПКР5 после воздействия ЭТП для не обработанной и обработанной композиции в электрическом поле в течение 0,5 ч. наблюдается рост электрической прочности E , после чего происходит резкий спад E в зависимости от $t_{об}$. Наблюдаемые увеличения электрической прочности E при $t_{об}=0$ и $t_{об}=0,5$ ч в электрическом поле можно связать с упорядочением физической структуры межфазной приграничной прослойки под действием образующихся поляризованных в ловушках зарядов при ЭТП, причем следует отметить, что накопление заряда на границе раздела фаз ПЭ-ПКР5 создает сильное внутреннее локальное электрическое поле, а это, в свою очередь, снижает напряженность внешнего поля, в результате чего пробой происходит при более высоком напряжении, чем при отсутствии накопленного заряда на границе раздела фаз [6,7]. Однако, из рис.1 также видно, что с дальнейшим увеличением длительности обработки $t_{об}$ в электрическом поле электрическая прочность E резко падает как для не подвергнутой ЭТП, так и для подвергнутой ЭТП композиций ПЭ-ПКР5. Наблюдаемые уменьшения E при больших значениях $t_{об}$ следует связать с ускорением в электрическом поле как освободившихся зарядов из приграничных ловушек, так и дополнительно образующихся зарядов во время электрообработки. Под действием этих зарядов происходит уменьшение электрической прочности.

Как видно из рис. 4, в случае композиции ПВДФ-ПКР5 после воздействия ЭТП наблюдается уменьшение электрической прочности E во всех значениях длительности электрообработки по сравнению с E композиции ПВДФ-ПКР5, не подвергнутой ЭТП.

Известно, что зависимость электрической прочности E композиций на основе полимеров и пьезокерамик от напряженности постоянного поля $E_{п}$ после ЭТП имеет экстремальный характер, а именно, до определенного значения $E_{п}$ электрическая прочность композиций растет, после чего наблюдается ее уменьшение [6,7]. Не исключено, что в случае композиции ПВДФ-ПКР5 70%- 30%, по-видимому, значение $E_{п}=3 \cdot 10^6$ В/м попадает в область $E_{п}$, где происходит уменьшение электрической прочности.

Из рис.4 также видно, что электрическая прочность композиции ПВДФ-ПКР5, предварительно подвергнутой воздействию ЭТП, в зависимости от длительности $t_{об}$ в электрическом поле в начале до 0,5 ч растет, после чего наблюдается незначительное уменьшение E . Однако, как видно из рис.4, в случае композиции ПВДФ-ПКР5, предварительно не подвергнутой ЭТП, электрическая прочность, как было отмечено выше (см. рис.2, кривая 2), также имеет экстремальный характер, причем и здесь наблюдается максимум при $t_{об}=0,5$ ч. Дальнейшее уменьшение электрической прочности при больших длительностях электрообработки также объясняется действием зарядов, освобожденных из ловушек и дополнительно образованных при электрообработке.

-
1. *М. А. Ramazanov, Z.G. Panakhova.* Instruments and Experimental Techniques, 1997, v. 40, №5, pp.708-709.
 2. *М. Г. Шахтатинский, М.А.Курбанов, М.А.Рамазанов, А.И.Мамедов, Ю.Н.Газарян, М.А.Нуриев.,* А.с.15929557.
 3. *М.А.Багиров, В.П.Малин, С.А.Абасов.* Воздействие электрических разрядов на полимерные диэлектрики. Баку, Элм, 1975,168 с.
 4. *С.А.Абасов, М.А. Рамазанов, Х.С.Ибрагимова, З.Э.Мустафаев .* Физика и химия обработки материалов, 2003, №5,с. 87-88.
 5. *Т.М.Велиев, С.А.Абасов , М.Дж.Зейналова, С.Ш.Бедирханова.* Проблемы энергетики ,2000,№3-4, с108-113..
 6. *М.А.Рамазанов, С.А.Абасов, З.Э.Мустафаев.* Новые технологии-21век 2001,№6,

c.26-28.

7. *Z.G.Mustafaev, M.A.Ramazanov, S.A.Abasov.* Azərbaycan MEA Xəbərləri, fiz-riy, və texn. elmləri seriyası, 2002, N 2, s.26-29.

**POLİMERLƏR VƏ PYEZOKERAMİKA ƏSASINDA KOMPOZİSİYALARIN
ELEKTRİK MÖHKƏMLİYİNİN ELEKTRİK SAHƏSİNİN
TƏSİRİNDƏN SONRA DƏYİŞMƏSİ**

İBRAHİMOVA H.S., RAMAZANOV M.Ə., ABASOV S.A.

Polietilen (PE) və polivinildenftoridin (PVDF) PKR5 pyezokeramikası ilə alınmış kompozisiyalarının elektrik möhkəmliyinin elektrik sahəsinin təsirindən sonra dəyişməsi öyrənilmişdir. Göstərilmişdir ki, elektrik sahəsinin təsir etmə müddətindən asılı olaraq kompozisiyaların elektrik möhkəmliyi əvvəlcə artır, sonradan isə onun azalması baş verir. Polimer kompozisiyalarının elektrik möhkəmliyinin müşahidə olunan dəyişməsi elektrik sahəsinin təsiri nəticəsində yaranan yüklərin təsiri altında polimer matrisasının və kompozisiyanın komponentlərinin sərhəd qatının quruluşunun dəyişməsi ilə izah olunur.

**CHANGE OF ELECTRICAL DURABILITY OF COMPOSITIONS
ON THE BASIS OF POLYMERS AND PIEZOCERAMIC
AFTER PROCESSING UNDER ACTION OF AN ELECTRICAL FIELD**

İBRAGİMOVA H.S., RAMAZANOV M.A., ABASOV S. A.

The change of electrical durability of compositions is investigated on the basis of polyethylene and polyvinylidene fluoride with piezoceramic such as PKR 5 after preliminary processing in a field. It is shown, that in dependence of duration of influence of an electrical field in the beginning the growth of electrical durability of researched objects is observed, and further there is its reduction. The observable changes of electrical durability of polymeric compositions are explained by change of structure of polymer and frontier layer of components of a composition under action of charges formed during electro processing.