

Abstract teza de doctorat
***Influența umpluturilor anorganice asupra proprietăților dielectrice
ale nanocompozitelor polimerice pe bază de polietilenă***

Autor: Ing. Georgiana-Ilona PLEȘA

Email: ilona_plesa@yahoo.com

Conducător științific: Prof. dr. ing. Petru V. NOTINGHER

Cercetările în domeniul nanocompozitelor polimerice utilizate ca dielectrici urmăresc obținerea unor materiale noi cu proprietăți dielectrice (rezistivitate, rigiditate dielectrică, permitivitate și factor de pierderi) superioare celor existente. În acest context, principalele obiective ale tezei mele de doctorat au fost stabilirea unor corelații între structura și proprietățile electrice ale nanocompozitelor polimerice pe bază de polietilenă cu umpluturi anorganice de SiO₂, TiO₂ și Al₂O₃ (NPEUA) și elaborarea unui model de estimare a proprietăților dielectrice pe baza structurii acestor materiale.

Pornind de la structura chimică a materialelor propuse pentru studiu și având la bază unele dintre modelele prezentate în literatură (Tanaka, Lewis, Wilkes, etc.), s-a propus un model structural al NPEUA. Pe baza acestui model, s-a realizat un calcul de estimare al concentrației de dipoli electrici din zona de interfață care se formează între polimer și nanoparticule și al permitivităților relative ce pot fi atribuite fiecărui strat din cele trei ale zonei de interfață polimer - nanoparticulă.

Pentru a interpreta rezultatele experimentale obținute, pe baza modelului structural propus, un aspect foarte important îl reprezintă estimarea valorilor intensității câmpului electric din interiorul NPEUA, care determină apariția fenomenelor de conducție și polarizare electrică. Astfel, s-a realizat un model numeric de repartitie a câmpului electric în NPEUA și de estimare a permitivității echivalente ale NPEUA, utilizând programul COMSOL.

Proprietățile dielectrice (permitivitate, factor de pierderi, conductivitate AC) ale NPEUA s-au studiat în funcție de frecvența în domeniul 1 mHz – 1 MHz, la temperatura camerei (27°C) pentru trei tipuri de nanocompozite polimerice pe bază de polietilenă și nanoparticule anorganice de SiO₂, TiO₂ și Al₂O₃. De asemenea, pentru aceste NPEUA s-au analizat variațiile curenților de absorbție în timp, precum și s-au determinat valorile rezistivităților DC ale eșantioanelor. Influența concentrației (cuprinsă între 2 % și 10 %) și a tipului de nanoparticule (SiO₂, TiO₂ și Al₂O₃) asupra proprietăților dielectrice și electroizolante ale nanocompozitelor polimerice au fost analizate pe baza structurii și a modificărilor de stabilitate termică ale acestora. Influența temperaturii (250 K ÷ 350K) și a radiațiilor gama în diferite doze (10 kGy, 20 kGy și 50 kGy) asupra proprietăților dielectrice ale nanocompozitelor polimerice pe bază de polietilenă și umpluturi anorganice s-au analizat, de asemenea, în cadrul tezei.

Rezultatele experimentale s-au explicat pe baza modelelor (privind structura și repartitia campului electric) elaborate în teză. Toate acestea au condus la stabilirea unor corelații între structura NPEUA și proprietățile dielectrice ale acestora.

Cuvinte cheie: nanocompozite polimerice, umpluturi anorganice, polietilenă, proprietăți dielectrice.

The research in the field of polymer nanocomposite dielectrics targets obtaining new materials with improved dielectric properties (resistivity, dielectric strength, permittivity and dielectric losses) compared to existent ones. Therefore, the main objectives of my Ph.D. thesis were correlating the structure and electrical properties of polyethylene-based polymeric nanocomposites with inorganic fillers of SiO₂, TiO₂ and Al₂O₃ (NPEUA) and developing a model for dielectric properties estimation based on the structure of these materials.

Beginning with the chemical structure of the materials proposed for study and using some of the models existent in literature (Tanaka, Lewis, Wilkes, etc.), a new structural model for NPEUA was proposed. Based on this model, a calculation was done for estimating the electric dipoles concentration in the interface area which is formed between the polymer and nanoparticles and the relative permittivities which can be attributed to any of the three layers of the polymer-nanoparticle interface area.

In order to assess the obtained experimental results, based on the proposed structural model, a very important aspect was the estimation of electric field values inside the NPEUA, which determine the conduction and electrical polarization phenomena. Thus, a numerical model was made for electrical field repartition in NPEUA and for NPEUA equivalent permittivity estimation, using the COMSOL software.

The dielectric properties (permittivity, dielectric loss and AC conductivity) of NPEUA over a frequency range of 1 mHz – 1 MHz, at ambient temperature (27°C) were investigated for three types of nanocomposites obtained from polyethylene filled with nanoparticles of SiO₂, TiO₂ and Al₂O₃. The absorption current variations and the DC resistivities of the samples were also discussed. The influence of the filler concentration (between 2 and 10 wt %) and the influence of the filler nature (SiO₂, TiO₂ and Al₂O₃) on the dielectric properties of the nanocomposites is also discussed in connection with structure and thermal stability modifications. The influence of temperature (250 K ÷ 350 K) and the gamma irradiation at different dozes (10 kGy, 20 kGy and 50 kGy) on the dielectric properties of polymeric nanocomposites based on polyethylene with inorganic nanofillers is also presented in the thesis.

The experimental results were explained using a structural model and electric field repartition model developed during the thesis. All this led to correlations between the NPEUA structure and their dielectric properties.

Keywords: polymeric nanocomposites, inorganic nanofillers, polyethylene, dielectric properties.