

INVESTIGATION OF RELAXATION OF ELECTRIC RESISTANCE ON POLYMER – CARBON NANOKOMPOSITES

POLIMĒRA - OGLEKĻA NANOKOMPOZĪTA ELEKTRISKĀS PRETESTĪBAS RELAKSĀCIJAS PĒTĪŠANA

V. Novikovs, J. Zavickis, V. Teteris, M. Knite

Tehniskās fizikas institūts, Rīgas Tehniskā Universitāte, Āzenes 14-205, LV1048, Rīga, Latvija

Summary

Electric properties of polymer composites were investigated by different mechanical loading. Relaxation time of electric resistance on nanocomposite was measured under mechanical loading and after removal of loading. The nanocomposite plates were prepared by rolling carbon nanoparticles (mean diameter 30 nm) in polyisoprene matrix and subsequent vulcanisation at high pressure. Experimental results were well fitted by Kohlrausch relaxation equation.

Atslēgas vārdi: polimērkompozīts, sensormateriāls, nanokompozīts, pretestība

Kā zināms, deformācijas dēļ mainās dažu polimērkompozītu elektrovadāmība [1-2]. Šī īpašība rada iespēju to pielietot dažādu veidu sensordevējos spiediena, deformācijas, kustības un citu maiņu reģistrācijai. Polimērkompozītu sensordevēju galvenā priekšrocība salīdzinājumā ar plaši pielietotajiem PZT devējiem ir tā, ka tie nesatur kaitīgo svīnu.

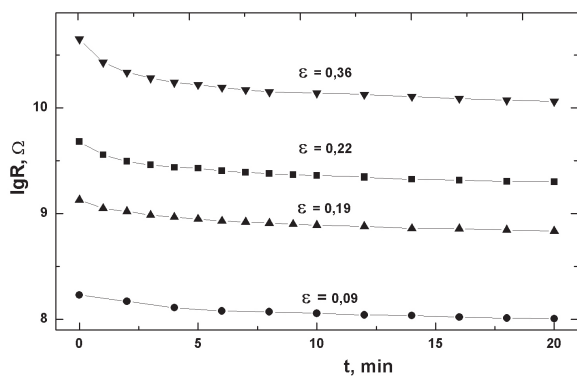
Mūsu pētījumos bija izmantoti nanokompozītu cilindriski paraugi, kuri izgatavoti poliizoprēna matricā, ievadot 10 masas daļu firmas DEGUSSA oglekļa nanodaļiņas ar vidējo diametru 30 nm koncentrācijā.

Elektrisko īpašību atkarība no ārējā spiediena un no laika pētīta divos variantos: bez parauga formas izmaiņu ierobežošanas; ar ierobežošanu.

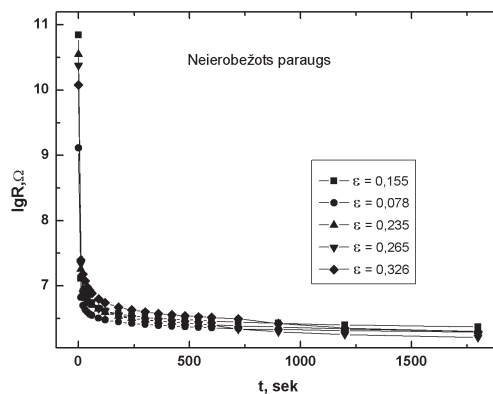
1. Saspiežot paraugus pie dažādām normālām slodzēm $\sigma = (10 \div 60) \cdot 10^5$ Pa sasniegtas dažādas

relatīvās mehāniskās deformācijas $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$.

Pēc tam paraugi 2 stundas turēti pie patstāvīga spiediena. Kā redzams 1.attēlā,



1.attēls Kompozīta pretestības logaritma atkarība no laika dažādās nemainīgās slodzēs.



2.attēls Elektriskās pretestības samazināšanās laikā pēc slodzes noņemšanas.

palielinot mehānisko slodzi uz paraugu, tā elektriskā pretestība ievērojami pieaug. Pie pastāvīgas slodzes $\sigma = \text{const}$ pretestība salīdzinoši lēni samazinās (divas reizes pirmo 5 sekunžu intervālā un vēl divas reizes divu stundu intervālā).

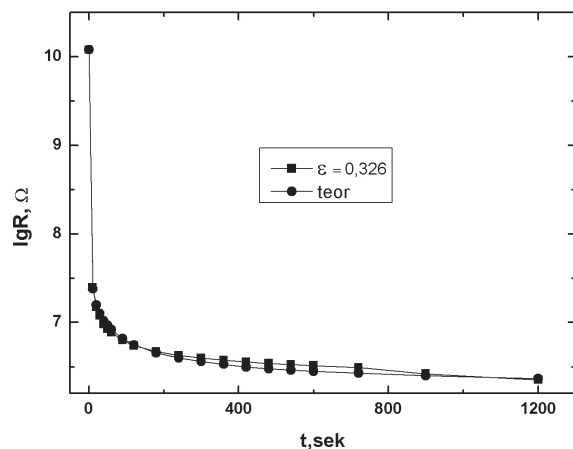
2. Pēc mehāniskās slodzes noņemšanas (un deformācijas izžušanas) elektriskā pretestība samazinās. Pie tam pirmo 10 ÷ 20 sekunžu intervālā pretestība samazinās ļoti ātri, bet tālāk pretestības samazināšanās ātrums palēninās. Ir nepieciešams dažu desmitu vai simtu stundu laika intervāls, lai paraugu parametri varētu atgriezties sākumstāvoklī (2.attēls).

3. Ar skaitliskām metodēm darbā aprēķināts pretestības samazināšanās ātrums, kas attēlots grafiski.

4. Literatūrā [3] uzrādīts, ka pēc slodzes noņemšanas pretestība laikā samazinās eksponenciāli. Eksperimentālai sakarībai pielāgojam Kolrausa izteiksmi [3]:

$$R = R_0 + R_m \exp \left[- \left(\frac{t}{\tau} \right)^\beta \right],$$

kur R_0 – pretestības asimptotiskais lielums pie $t \rightarrow \infty$ (praktiski $t = 1800$ s);
 R_m – parauga pretestība, kad darbojas mehāniskā slodze ($t = 0$) $R_m \gg R_0$.



3. attēls

Mūsu eksperimentā pie $\varepsilon = 0,326$, $R_0 = 1,9 \cdot 10^6 \Omega$, $R_m = 1,2 \cdot 10^{10} \Omega$, $\beta = 0,1$, $\tau = 0,109 \cdot 10^6$ s, kas dod apmierinošu sakritību ar eksperimentu (3.attēls).

5. Eksperimenti liecina, ka mehāniskas deformācijas rezultātā notiek molekulu ķēdīšu strukturāla pārkārtošanās un tā saglabājas visā slodzes darbības laikā. Pēc slodzes noņemšanas struktūras stāvoklis atgriežas pamatstāvoklī palēnināti un nelielas elektriskās pretestības izmaiņas saglabājas samērā ilgi, līdz $t = 10^6$ s.

Literatūra

1. J.N.Aneli et.al., J.Applied Polymer Science, V.74,199,601-621.
2. L.Flandin et.al., Compos.Sci.Technol.,2001,895-901.
3. J.C.Phillips, J.Non-Cryst.Solids,182,1995, 155-161.

Vladislavs Novikovs
 Āzenes 14-205, LV10-48, Rīga
 Tel.: 7089380; e-pasts tfi@ktf.rtu.lv