

UOT 621.315.61

ELEKTRİK QAZ BOŞALMASINDA İŞLƏNMİŞ POLİMER-ZnO KOMPOZİTİNİN ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİ

ƏZİZOVA Ş.M.

Azərbaycan MEA Fizika İnstitutu

Polimer kompozisiyaların çoxnövlüyü və onlar əsasında alınan materialların geniş fiziki-kimyəvi xassə diapazonuna malik olması onların mikroelektronika və radiotexnikada istifadəsinə geniş imkan yaradır. Hal-hazırda keçiricilik xüsusiyyətinə malik olan modifikasiyalı polimerlərin axtarışı intensiv olaraq davam edir və elektrik sahəsinin təsiri altında qeyri-xətti xarakteristikaya malik olan kompozisiyalar işlənilib hazırlanır. Bu tədqiqatların uğurları elektron texnikasında istifadə olunan əsas komponentlərin texnologiyasında böyük yeniliyə səbəb ola bilər.

Polimer materialların, o cümlədən polimer kompozitlərin işlənməsi üçün müxtəlif təbiətli elektrik qaz boşalmalarından istifadə olunur [5-8]. Bunun əsas səbəbi elektrik qaz boşalmaları şəraitində enerjisi kifayət qədər olan elektron və ionların və kimyəvi cəhətdən aktiv olan kiçik molekullu oksigen tərkibli qaz məhsullarının sintez olunmasıdır. Elektrik qaz boşalması şəraitində belə faktorların yaranması polimerlərin intensiv olaraq qaz boşalması işlənməsini təmin edir. Çox sayda təcrübi nəticələr göstərir ki, polimer materiallarının və onların kompozitlərinin bircins işlənməsi üçün ən effektiv elektrik boşalması arakəsməli boşalmadır.

Ədəbiyyat məlumatlarına əsasən kompozit varistorların parametrləri polimer fazasının fiziki-kimyəvi strukturlarından və elektrofiziki xassələrindən çox asılıdır [1-4]. Ona görə də polimer fazasının müxtəlif elektrofiziki və kimyəvi şəraitlərdə işlənməsinin onun elektrofiziki parametrlərinə təsirinin öyrənilməsi kompozit varistorların həm texnologiyası, həm də nəzəriyyəsi baxımından mühüm əhəmiyyət kəsb edir.

Təqdim olunan işin əsas məqsədi arakəsməli boşalmanın polimer-ZnO əsaslı kompozitlərin elektrofiziki xassələrinə ($U_{aç}$, β , ε , ρ_V) təsirinin öyrənilməsidir.

Təcrübənin metodikası

Kompozitlərin alınması üçün polimer faza kimi yüksək sıxlıqlı polietilen (YSPE), keramik faza kimi isə aşqarlı (ZnO , Bi_2O_3 , MnO_2 , B_2O_3 , Sb_2O_3 , ZrO_2 , Al_2O_3) ZnO keramikası götürülmüşdür. Nümunələrin alınması aşağıdakı ardıcılıqla aparılmışdır:

Şixtənin komponentləri, aşqarlı sink oksid əsaslı varistor keramikası (K) və polietilen (PE) lazımı miqdarda çəkilir və farfor kürelə dəyirməyə 63 mkm və daha az ölçüyə qədər xırdalanır. Sonra alınmış qarışıq presformaya yerləşdirilir və aşağıdakı ardıcılıqla isti presdə preslənir:

a) əvvəlcə şixtə 20 dəqiqə müddətində $P=1MPa$ təzyiq altında ərimə temperaturuna qədər ($T = 160^{\circ}C$) qızdırılır; b) sonra presin təzyiqi $P = 15 MPa$ -la qədər qaldırılır, ərimiş şixtə bu təzyiqdə 5 dəqiqə müddətində saxlanılır:

b) alınmış kompozit varistor suda möhkəmlətmə üsulu ilə soyudulur. Bu üsulla soyudulmada nümunələr daha elastik alınır. $160^{\circ}C$ polietilenin ərimə temperaturudur. $160^{\circ}C$ -dən aşağı temperaturda ($T < 160^{\circ}C$), polietilen yaxşı ərimir. $160^{\circ}C$ -dən yuxarı temperaturda ($T > 160^{\circ}C$) isə nümunə yanır yəni, heç bir müsbət nəticə alınmır.

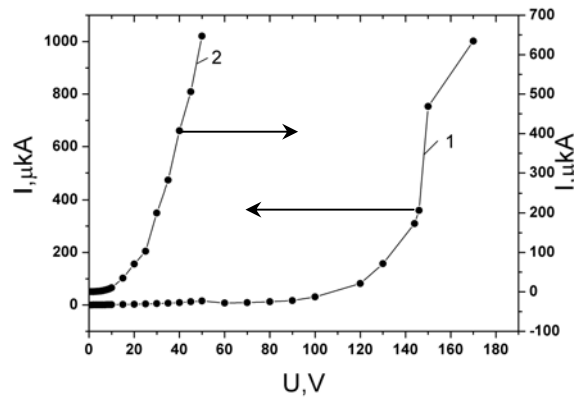
Presləmə təzyiqi 15 MPa-dır. Təzyiq 15 MPa-dan aşağı olduqda nümunə məsaməli olur və homogen tərkib alınmır. Presləmə təzyiqi 15 MPa-dan yuxarı olduqda isə müsbət effekt alınmır.

Bundan sonra gümüş pastasının köməyi ilə sintez olunmuş nümunələrin səthinə 10mm diametrdə ölçü elektrodları çəkilir, volt-ampər xarakteristikaları ölçülür. Bu xarakteristikalardan $\beta = \lg \frac{I_2/I_1}{U_2/U_1}$ formulasına əsasən onların qeyri-xəttilik əmsalı və açılma gərginlikləri təyin olunur.

Hazırlanmış kompozitlər elektrik qaz boşalması şəraitində işlənmişdir. Elektrik qaz boşalması sital-hava kompozit sistemində yaranmışdır. Elektrodlararası məsafə (0,5÷1) mm götürülmüşdür. Qaz boşalması zamanı tətbiq olunmuş yüksək gərginliyin amplitudu (2÷5) kV intervalında dəyişdirilmişdir. Təcrübə otaq temperaturunda aparılmışdır.

Təcrübi nəticələr və onların müzakirəsi

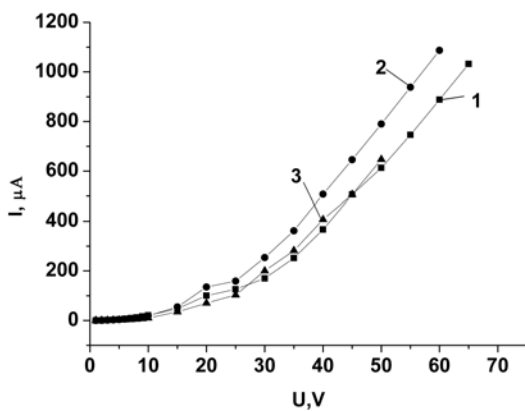
Elektrik qaz boşalmasının təsiri şəraitində işlənmiş və işlənməmiş Polietilen – ZnO kompozitinin açılma gərginliklərinin varistorun həcmi faizindən asılılıqlarının müqayisəsi şəkil 1 və şəkil 2-də verilmişdir.



Şəkil 1. $I=f(U)$. Boşalmadan əvvəl və boşalmadan sonra nümunənin volt-ampər xarakteristikası (60%K+40%PE).

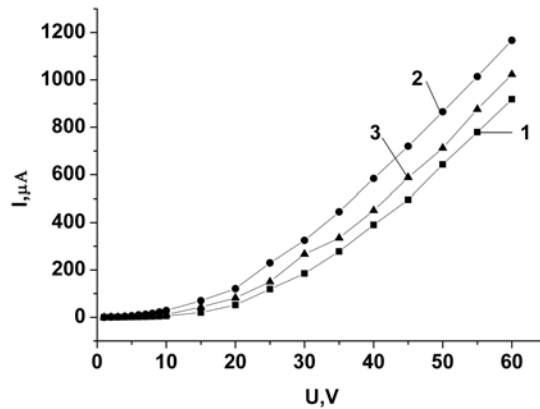
- 1- boşalmadan əvvəlki nümunə;
2- 3 dəqiqə qaz boşalmasında emal olunmuş nümunə.

Şəkil 1-dən görünür ki, qaz boşalması prosesindən sonra kompozitin açılma gərginliyi kəskin olaraq azalır (Açılma gərginliyi ($U_{aç}$) təqribən 120V-dan 20V-ə qədər azalır).



Şəkil 2. 3 dəqiqə qaz boşalmasında işlənmiş nümunələrin volt-ampər xarakteristikası

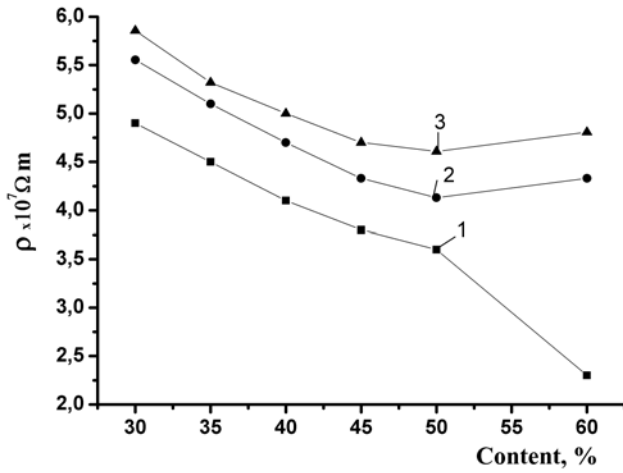
- 1- 30% K+70%Pe
2- 50% K+50%Pe
3- 60% K+40%Pe



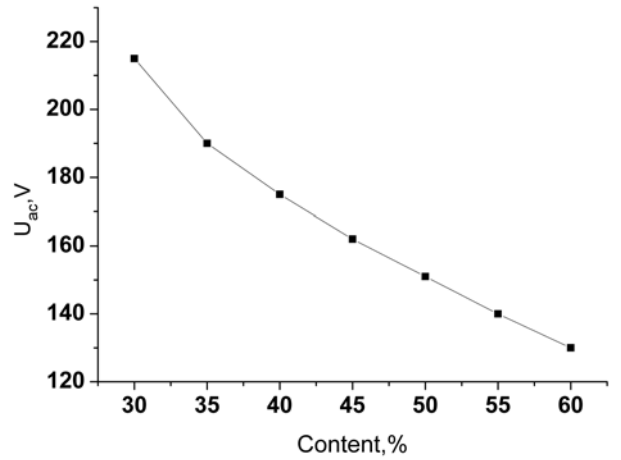
Şəkil 3. 10 dəqiqə qaz boşalmasında işlənmiş nümunələrin volt-ampər xarakteristikası

- 1- 30% K+70%Pe
2- 50% K+50%Pe
3- 60% K+40%Pe

Şəkil 2 və şəkil 3-dən görünür ki, qaz boşalma prosesi kompozitlərin volt-ampere xarakteristikasına da təsir edir.

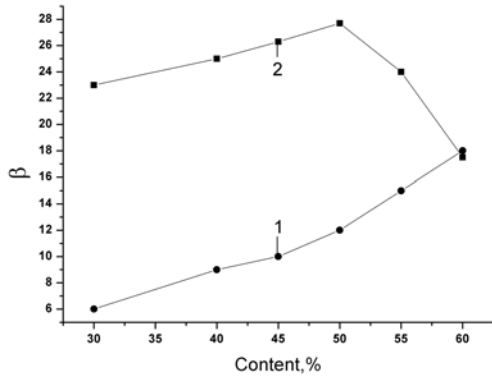


Şəkil 4. Xüsusi müqavimətin (ρ_v) nümunənin həcmi faizindən asılılığı
1- boşalmadan əvvəlki nümunə;
2- 3 dəqiqə boşalmada işlənmiş nümunə;
3- 10 dəqiqə boşalmada işlənmiş nümunə.

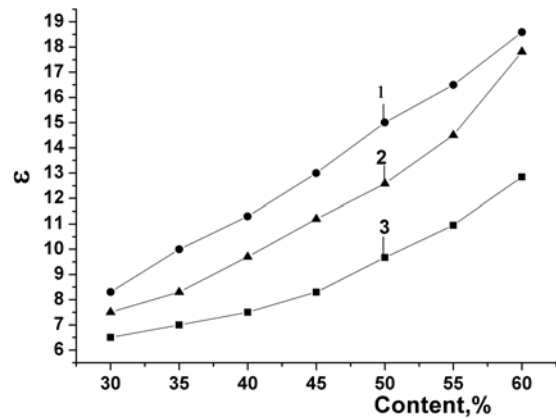


Şəkil 5. Qaz boşalmasından əvvəlki nümunələrin açılma gərginliyinin (U_{ac}) nümunənin həcmi faizindən asılılığı

Şəkil 5-dən görünür ki, qaz boşalmasından əvvəl kompozitin açılma gərginliyi doldurucunun faizindən asılı olaraq azalır.



Şəkil 6. Qeyri-xəttilik əmsalının (β) nümunənin həcmi faizindən asılılığı
1- boşalmadan əvvəlki nümunə;
2- 3 dəqiqə qaz boşalmasında emal olunmuş nümunə.



Şəkil 7. Dielektrik nüfuzluğunun (ϵ) nümunənin həcmi faizindən asılılığı
1- Boşalmadan əvvəlki nümunə;
2- 3 dəqiqə boşalmada işlənmiş nümunə;
3- 10 dəqiqə boşalmada işlənmiş nümunə;

Şəkil 4 və şəkil 7-də verilmiş nəticələrin analizindən aşağıdakı nəticəyə gəlmək olar:

1) qaz boşalmasında işlənmiş kompozitlərdə dielektrik nüfuzluğu (ϵ) ZnO-nun həcmi faizindən asılı olaraq, əvvəlcə xətti və təqribən 40% həcmi faizdən sonra qeyri-xətti olaraq artır.

2) Qaz boşalmasında işlənmiş kompozitlərin $\rho_V = f(\Phi)$ asılılığından aydın görünür ki, ρ_V əvvəlcə azalır, sonra isə müəyyən qədər artmağa meyl edir (şəkil 4).

Alınmış nəticələrin qaz boşalmasının təsirindən azalmasını izah edək.

Qaz boşalması zamanı kompozitin xassələrinin dəyişməsində polimer zəncirlərinin destruksiyası (C = O qrupunun yaranması) və həmin zəncirlərin tikilməsi (C-O-C körpülərinin yaranması) prosesləri üçün çox mühüm rol oynayır. Qaz boşalma prosesi zamanı kompozitin elektrofiziki xassələrinin dəyişməsinin əsas səbəbləri:

1) Qaz boşalma zonasından tədqiq edilən kompozitə injeksiya olan yüklü zərrəciklərin hesabına həcmi yükün yaranması;

2) Nümunənin səthində olan makromolekulların oksidləşmə destruksiyası nəticəsində yaranmış OH və C=O kiçik molekulyar birləşmənin nümunənin daxilinə diffuziyası;

3) Qaz boşalmasının təsirindən kompozitin strukturunun dəyişməsi nəticəsində polimerdə polyarizasiya proseslərinin dəyişməsidir.

Yuxarıdakıları nəzərə alsaq qazboşalmasından sonra alınmış nəticələri aşağıdakı kimi izah etmək olar:

Kompozitdə qaz boşalma prosesinin təsiri nəticəsində polyarizasiya prosesinin dəyişməsi kompozitin dielektrik əmsalının artmasına gətirib çıxarır. Hesab etmək olar ki, polikristallik ZnO keramik varistorlarda olduğu kimi kompozit varistorlarda da açılma gərginliyi (U_{ac}) kristallitlərarası potensial çəpərin qiyməti ilə təyin olunur. Kristallitlərarası potensial çəpərin qiyməti (φ), fazalararası sərhəddə mövcud olan ionlaşmış lokal səviyyələrin konsentrasiyasından (N_s), potensial çəpərin enindən (d), kompozitin dielektrik nüfuzluğundan (ϵ_k) asılıdır. Yəni,

$$\varphi = \frac{e^2 N_s}{2\epsilon_0 \epsilon_k} d^2 \quad (1)$$

kimi təyin olunur. Formuladan görünür ki, kompozitin dielektrik əmsalının artması potensial çəpərin hündürlüyünü azaldır. Potensial çəpərin hündürlüyü azaldıqda isə buradan keçən yüklü zərrəciklərin konsentrasiyası artır. Nəzərə alsaq ki,

$$\sigma = e\mu n \quad (2)$$

onda, (2) formulasına əsasən kompozitin elektrik keçiriciliyi artmalıdır. Beləliklə, ϵ -nin bütün həcmi faizlərdə artması onu göstərir ki, kompozitin açılma gərginliyi (U_{ac}) azalır.

Qeyd edək ki, kompozitin elektrofiziki xassələri qazboşalma prosesinin təsiri müddətindən də asılıdır. Təsir müddəti artdıqca elektrofiziki parametrlər də dəyişir. Bu onunla əlaqədardır ki, qaz boşalma prosesində enerji artdıqca qazboşalma zamanı yaranan ozon, azot oksidləri və s. kimi maddələrin konsentrasiyası çoxalır və onların kompozitə təsiri də artır. Bundan başqa qaz boşalma prosesi zamanı polimerin kristallik dərəcəsi də dəyişir - yəni, arta və yaxud azala bilər.

Ədəbiyyat [8] məlumatlarına əsasən kompozitin kristallaşma dərəcəsinin artmasına səbəb amorf fazanın azalması və nəticədə yeni kristallik fazanın yaranmasıdır. Kristallaşma dərəcəsinin azalmasına səbəb isə kristallitlərin ölçülərinin azalması ola bilər. Bu xassələrə aid alınmış təcrübə nəticələrinə gələcəkdə geniş baxılması nəzərdə tutulur.

-
1. *Azizova Sh.M., Bondyakov A.S., Hasanli Sh.M., Mekhtizadeh R.N.* Temperature dependence of electrophysical characteristics of varistors on basis ZnO. Second international Conference on technical and physical problems in power Engineering(TPE), 6-8 September 2004, Tabriz-Iran, pp.447-448.
 2. *Bidadi H., Azizova Sh.M., Hasanli Sh.M., Mehtizadeh R.N., Allazov M.R.* Electro physical characteristics of composite varistors. International conference on composite Science and technology. ICCT/5, 1-3 February, 2005, UAE p. 430-435.
 3. *Рамазанов М.А., Гасанлы Ш.М., Азизова Ш.М., Амиров Ш.Ш.* Варисторный эффект в композиционной системе полимер-керамика. Новые перспективные ма-

- териалы и технологии их получения (НПМ)-2004
4. *Шахтахтинский М.Г., Мамедов А.И., Курбанов М.А., Гарагашиев А.А.* Варисторный эффект в композитах полимер-полупроводник. Доклады АН Азерб. ССР, №7, 1987 г., ст. 110-115.
 5. *Джуварлы Ч.М. Вечхайзер Г.В., Леонов П.В.* Электрический разряд в газовом включении в высоковольтной изоляции, Баку, ЭЛМ, -1984 г.
 6. *A.M. Hashimov, Sh. M. Hasanli, R. N. Mehtizadeh, Kh. B. Bayramov, Sh. M. Azizova* Zinc Oxide and Polymer Based Composite Varistors, Physica status solidi, (c)3, No.8, p. 2871-2875(2006)/DOI 10.1002/pssc.200669536
 7. *A.M. Hashimov, Sh. M. Hasanli, R. N. Mehdizadeh, H. B. Bayramov., Sh. M. Azizova.* Features of electrophysical characteristics of zinc oxide and polymer based composite varistors, TPE-06 3rd International Conference on tec. And phys. prob. in power eng. Ankara, Turkey 2006, p. 659-661
 8. *Багиров М.А., Малин В.П.* Электрическое старение полимерных диэлектриков. Энциклопедия полимеров. Баку, Азерб. Гос. Издательство, 1987, 208 с.

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТА ПОЛИМЕРА – ZnO, ОБРАБОТАННОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ГАЗОВЫМ РАЗРЯДОМ

АЗИЗОВА Ш.М.

Из анализа полученных результатов установлено что, в исследованных образцах электрический разряд независимо от времени воздействия приводит, к росту электрической проницаемости, коэффициента нелинейности и удельного сопротивления и к переходу вольт-амперной характеристики к нелинейной зависимости в области низких напряжений.

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF THE COMPOSITE POLYMER-ZnO PROCESSED BY GAS ELECTRICAL DISCHARGE

AZIZOVA Sh.M.

From the analysis of the results found that, in the studied samples of electric discharge, regardless of time of exposure leads to an increase in the electrical permeability factor nonlinearity and resistivity and the transition to a volt-ampere characteristics of the nonlinear dependence of the low voltage.