

UDK 541(64+15):537.7

**γ -ŞÜALARLA MODİFİKASIYA OLUNMUŞ YÜKSƏK SIXLIQLI
P OLİETİLEN/ α -Fe₂O₃ KOMPOZİTLƏRİNİN DİELEKTRİK XASSƏLƏRİ**

**A.M.MƏHƏRRƏMOV*, M.N.BAYRAMOV*, N.Ş.ƏLİYEV*, B.Ə.MƏMMƏDOV*,
R.S.ABDULLAYEV**, D.C.ƏSGƏROV***, A.N.NƏBİYEV***

AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu
AZ 1143, Bakı, B.Vahabzadə, 9
Dövlət Radiotezliklər İdarəsi**
AZ1010, Bakı, Y.Səfəraliyev, 702
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti***
AZ 1010, Bakı, Azadlıq pr., 20
arifm50@yandex.ru*

Daxil olub: 22.02.2019
Çapa verilib: 01.03.2019

REFERAT

Doldurucunun həcmi payından asılı olaraq YSPE/ α -Fe₂O₃ kompoziti nümunələrin dielektrik parametrləri (ϵ' , $\text{tg}\delta$) dəyişən cərəyanda ilkin və γ -şüalanmanın təsirindən sonra ölçülmüşdür. Müəyyən olunmuşdur ki, γ -şüalanmanın 300kQr udulma dozasının kompozit sisteminin dielektrik xassələrinə təsiri molekulyar hərəkətin spektrinin dəyişməsi ilə deyil, nümunələrdə stabilləşən yükdaşıyıcıların yığılması və bir qədər az dərəcədə radiolizin tutulma mərkəzləri kimi çıxış edən molekulyar məhsulları ilə şərtlənir. Kompozitin quruluş və dielektrik xassələrinə şüalanmanın təsirinin temperatur asılılığı relaksasiya xarakterlidir.

Açar sözlər: polimer, kompozit, γ -şüalanma, dielektrik nüfuzluğu, dielektrik itki bucağı, keçiricilik, polyarlaşma.

GİRİŞ

Müasir dövrdə elektronika texnologiyasının inkişafında yeni polimer kompozit materialların (PKM) yaradılması ən aktual məsələlərdən biridir. Belə materialların alınması və tətbiqi elektron qurğularının ölçülərinin kiçildilməsi, elektrik yükləri və enerjinin məqsədli köçürülməsinin mürəkkəb funksiyalarını həyata keçirməyə imkan verir. Bununla əlaqədar son illərdə polimerlər əsasında xüsusi və praktiki vacib elektrofiziki xassələrə malik yeni kompozit materialların hazırlanması sahəsində metal oksidlərinin mikro- və nanohissəciklərinə malik materialların yaradılması geniş vüsət almışdır [1-7]. Polimer matrisalara nanohissəciklərin daxil edilməsinə imkan verən kompleks metodlar işlənmişdir. Belə kompozitlər yeni sensorların, fotoçeviricilərin, müxtəlif tip vericilərin, pyezomaterialların [3-8] və s. yaradılması zamanı tətbiqi cəhətdən bir sıra qeyri-adi və perspektivli elektrofiziki və optik xassələrə malik olmaları baza material kimi istifadəsi üçün onları yararlı edir [5]. Məlumdur ki, kompozit sistemdə polimer

matrisa və qeyri-üzvi fazanın qarşılıqlı təsiri nəticəsində formalaşan fazalararası struktur onların aktiv xassələrinə böyük təsir göstərir [9-11]. Odur ki, yeni polimer kompozitlərin quruluş və elektrofiziki xassələrinə (ϵ , $\text{tg}\delta$, ρ , σ) γ -şüaların təsiri ilə modifikasiya tədqiqi böyük elmi-praktiki əhəmiyyət kəsb edir. Digər tərəfdən, bununla əlaqədar, yeni PKM-in işlənməsi zamanı dielektrik nüfuzluluğunun həqiqi (ϵ') və xəyali (ϵ'') hissəsi, dielektrik itki bucağının tangensi ($\text{tg}\delta$), elektrik keçiriciliyinin parametrlərinin (ρ_v , ρ_s) dəyişikliyinə əsas qanunauyğunluqlarının temperatur və tezlik dispersiyası haqqında geniş informasiyanın olması vacibdir [8,12-17]. Göstərilən tədqiqat işlərində PE/ α -Fe₂O₃ kompozitlərində radiasion effektlər az tədqiq olunmuşdur.

Kosmik elektron cihazların istismarı, atom energetikası qurğuların, sürətləndiricilərin işlənilməsində istifadə olunan PKM müxtəlif növ şüalanmanın təsirinə davamlı olmalıdır [13-16]. Məlumdur ki, ionlaşdırıcı şüalanmanın təsiri nəticəsində müxtəlif işarəli yüklər–elektron-ion

cütlü əmələ gəlir. Bu yüklər polimer kompozitlərin quruluşuna və elektrofiziki parametrlərinə təsir edərək onun sıradan çıxması ilə nəticələnə bilər. Digər tərəfdən məlumdur ki, [2,9,11,15] radiasiyanın təsiri zamanı polimer və polimer kompozit materiallarda bir neçə proses: destruksiya, polimer zəncirlərarası tikilmə, sərbəst radikalların əmələ gəlməsi və s. baş verə bilər. Odur ki, bunları nəzərə almaqla polimer kompozit materialların (PKM) radiasiya ilə modifikasiyası proseslərinin öyrənilməsi elektron, kabel və elektrotexnika sənayesi üçün maraqlı kəsb edir. Bu materiallara radiasiya və istilik davamlılığı, mexaniki möhkəmlik, kiçik dielektrik itkiləri, geniş temperatur intervalında yüksək nəmlik şəraitində elektroizolyasiya xassəsinin saxlanılması və s. kimi müəyyən tələblər qoyulur [11,18,19]. Dispers oksid doldurucular kristallaşan polimerlərin (PE, PP və s.) strukturuna və üstmolekulyar quruluşuna (ÜMQ), radiasiya-kimyəvi çevrilmələrin effektivliyinə və istiqamətinə təsir göstərir [9,15]. Poliolefinlərin doldurucularla və daha sonra yüksək enerjili şüalarla (e^- , γ , UB) modifikasiya edilməsi yeni xassəli materialların yaradılmasına imkan yaradır.

İşin məqsədi - γ -şüalarla modifikasiya olunmuş, YSPE/ α -Fe₂O₃ kompozitlərin dielektrik xassələrinin tədqiqidir.

TƏCRÜBƏ BÖLMƏSİ

YSPE/ α -Fe₂O₃ kompozit nümunələrini almaq üçün polimer matrisa kimi götürülən tozşəkilli yüksək sıxlıqlı polietilen (marka 20806-024, $\bar{M} = 95000$, kristallaşma dərəcəsi 52%, ərimə temperaturu $T = 130^\circ\text{C}$, sıxlıq $0,93\text{q/sm}^3$, $\rho_v = 1 \cdot 10^{16}\text{Om}\cdot\text{sm}$) doldurucu kimi istifadə olunan α -Fe₂O₃ (sıxlıq $\rho = 5,3\text{q/sm}^3$, dispersliyi $10\div 15\text{mkm}$, xüsusi müqavimət $\rho_v = 1 \cdot 10^7\text{Om}\cdot\text{sm}$) dəmir-3 oksid tozu ilə birlikdə farfor qabda qarışdırılır. Alınan bu homogen qarışıqdan hidravlik pressdə 15MPa təzyiqdə 423K temperaturda 5 dəqiqə saxlanılmaqla, sonradan 273K -də (su-buz qarışığında) soyutmaqla qalınlığı $140\div 200\text{mkm}$ və diametrləri $20\div 40\text{mm}$ ölçüdə olan kompozit nümunələr alınır [13]. Doldurucunun kompozitdə faizlə həcmi payı $5\div 20\%$ olmuşdur. α -Fe₂O₃ oksidi maqnit lentlərinin hazırlanmasında istifadə olunur, istiliyə və radiasiyaya davamlılığı ilə fərqlənir.

YSPE/ α -Fe₂O₃ kompozit nümunələrin ilkin və γ -şüalanmanın təsirdən sonra dielektrik parametrlərinin $\epsilon'(T)$ və $\text{tg}\delta(T)$ ölçmələri dəyişən cərəyanda 1kHz tezlikdə E7-20 impedansın köməyi ilə aparılmışdır.

Kompozitlərdə dielektrik nüfuzluğunun hesablanması üçün müxtəlif modellər təklif edilmişdir. YSPE/ α -Fe₂O₃ kompozit nümunələri üçün ϵ' hesabat qiyməti doldurucunun kompozitdə həcmi payı $\varphi = 5\div 20\%$ olduqda Tareyev-Lixteneker modelinə uyğun verilmişdir [4,22,23]

$$\lg \epsilon_c = y_1 \lg \epsilon_1 + y_2 \lg \epsilon_2, \quad (1)$$

burada ϵ_1 və ϵ_2 - polimer və doldurucunun dielektrik nüfuzluqları, y_1 və y_2 bu komponentlərin faizlə həcmi miqdarıdır.

Kompozit nümunələr $T = 293\text{K}$ temperaturunda gücü $3,5 \cdot 10^2\text{Qr/saat}$ və şüalanma mənbəyi ^{60}Co olan MPX- γ -25M tipli qurğuda $D = 500\text{kQr}$ udulma dozasına qədər γ -şüalandırılmışdır.

ALINAN NƏTİCƏLƏRİN İZAHI

İlkin YSPE/ α -Fe₂O₃ kompozit nümunələrinin dielektrik parametrlərinin (ϵ' və $\text{tg}\delta$) temperatur asılılıqları $\epsilon'(T)$ və $\text{tg}\delta(T)$ əvvəllər aparılmış tədqiqatlarda verilmiş və alınan nəticələr işdə [10] verilmişdir.

Cədvəl 1-də şüalandırılmamış ($D = 0$) YSPE və YSPE/ α -Fe₂O₃ kompozit nümunələrinin dielektrik parametrlərinin (ϵ' və $\text{tg}\delta$) $T = 293\text{K}$ -də təcrübü və hesabat qiymətləri göstərilmişdir. Hesabat qiymətlərindən (Cədvəl 1) göründüyü kimi, alınan kompozitlərin strukturu 0-3 rabitəlidir [15].

Bizim fikrimizcə [7-10] otaq temperaturundan başlayaraq 413K temperatura qədər qızdırılmaqla şüalandırılmamış təmiz YSPE/ α -Fe₂O₃ nümunələrində həcmi payı $5\div 20\%$ olan halda $\epsilon'(T)$ asılılıqlarında təmiz YSPE-nin dielektrik nüfuzluğunun ϵ' dəyişmə xarakteri az fərqlənir (Cədvəl 1). Doldurucunun kiçik miqdarlarında ϵ' -in artımı Maksvell-Vaqner polyarlaşması ilə izah olunur [20,21], YSPE/20 həcm.% α -Fe₂O₃ nümunələrdə ϵ' -in qiyməti 293K -də 2,3-dən böyüyərək 403K -də 8,3-ə çatır (Cədvəl 1).

Cədvəl 1

Şüalandırılmamış (D=0) YSPE və YSPE/α-Fe₂O₃ kompozit nümunələrinin dielektrik parametrlərinin (ε' və tgδ) T=293K temperaturda və 1kHz tezlikdə təcrübi və hesabat qiymətləri

α-Fe ₂ O ₃ -ün miqdarı, Φ, həcm %	Temperatur, T, K	Dielektrik nüfuzluğunun təcrübi qiyməti, ε'	Dielektrik nüfuzluğunun hesabat qiyməti, ε' _{hes.}	Dielektrik itki bucağının tangensi, tgδ
0	293	2,36	2,25	0,008
	333	2,25		0,0082
	343*	2,24		0,019
	403	2,80		0,0083
5	293	2,90	2,68	0,095
	333*	2,98		0,135
	343*	3,00		0,079
	403	4,21		0,108
10	293	3,22	3,07	0,142
	333*	3,87		0,374
	403	5,80		0,287
20	293	3,85	3,84	0,237
	333*	6,00		0,546
	403	8,30		0,708

*-ε'(T) və tgδ(T) asılılıqlarında yaranan müvafiq piklərə uyğun olan temperaturalar (Φ = 0 ÷ 5 % olduqda ε' və Φ = 0 olduqda tgδ üçün-343K; Φ = 10÷20% olduqda ε' və Φ = 5÷20% olduqda tgδ üçün - 333K).

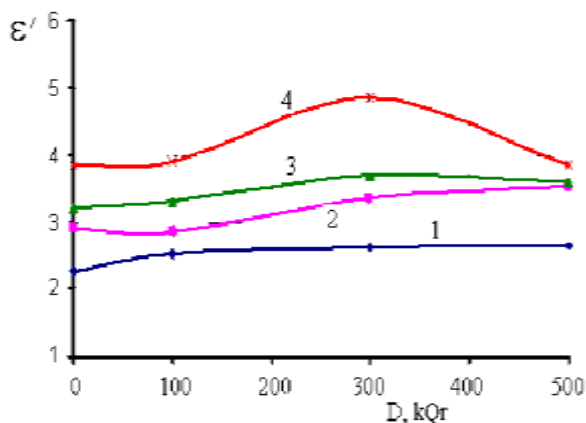
Doldurucunun yüksək miqdarında kompozit nümunələrinin ε' qiymətlərinin artması klasterlərin böyüməsi və hissəciklər arasındakı dielektrik laylarının qalınlığının azalması ilə müşayət olunur və bu da elektrik tutumunun artmasına, o cümlədən ε'-in də qiymətinin böyüməsinə səbəb olur [20]. Cədvəl (1)-dən o da görünür ki, ε' -in (1) formulu ilə hesablanmış qiyməti təcrübi qiymətlərindən müəyyən qədər kiçikdir.

Şüalandırılmamış (D=0) ilkin YSPE və YSPE/α-Fe₂O₃ kompozit nümunələrinin dielektrik itki bucağının tgδ-nın T=293K temperaturda təcrübi qiymətləri tgδ-nın Cədvəl 1-dən göründüyü kimi, kompozitdə α-Fe₂O₃ doldurucusunun miqdarı 20% olduqda daha böyük qiymət alır. Kompozitdə doldurucunun miqdarının artması ilə tgδ-nın artması keçiriciliyin böyüməsi ilə əlaqədardır. YSPE və onun kompozitlərinin tgδ-nın temperatur asılılıqları arasındakı fərqlər Cədvəl 1-dən görünür. Temperaturun 363K-dən 388K-nə qədər artması nəticəsində YSPE-də dielektrik itki bucağının dəyişməsi nəzərə çarpmayan dərəcədədir. Kompozit nümunələr üçün isə tgδ=f(T) asılılıqlarında dəyişmələr nəzərə çarpacadır. Temperaturun 333÷343K-ə qədər artımında kompozitlərdə

tgδ-nın da kəskin böyüməsi baş verir və maksimuma çatır, sonra azalaraq 353÷363K-də minimumdan keçir. Temperaturun sonrakı böyüməsi ilə dielektrik itkisinin qiyməti yenidən böyüyür. tgδ-nın yüksək temperaturda (383÷388K) böyüməsi, YSPE kristallitlərinin əriməsi ilə şərtlənir. Digər tərəfdən 353÷413K temperatur intervalında tgδ qiymət artması keçiriciliyin böyüməsi ilə bağlı ola bilər. Belə ki, həm polimer matrisanın seqmental mütəhərrikiyinin artması, həm də α-Fe₂O₃ hissəciklərinin matrisanın həcmində yaratdığı yükdaşıyıcılarla əlaqələndirmək olar [10,11].

Şəkil 1-də müxtəlif stexiometrik tərkibli təmiz YSPE və α-Fe₂O₃ kompozitlər üçün dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin ε'(D) dozadan asılı olaraq dəyişməsi göstərilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, α-Fe₂O₃ doldurucusunun konsentrasiyası artdıqda, otaq temperaturunda ε'=2,3-dən 3,8-ə qədər (YSPE+20%α-Fe₂O₃) böyüyür. Şüalanma dozası artdıqda, YSPE+20% α-Fe₂O₃ kompozit nümunəsində ε' -in qiyməti çox zəif artır. Onu da qeyd etmək lazımdır ki, doldurucunun həcm payı 10 və 20% olan nümunələrdə başlanğıcda ε' nəzərə çarpmayan dərəcədə böyüyür və D=300kQr dozada maksimuma çatır və dozasının

sonrakı artımı 500kQr-ə çatdıqda stabil qiymətlər alır. Göstərilən ekspoziya dozasında YSPE+20% α -Fe₂O₃ kompozit nümunəsində ϵ' -in qiyməti 4,8 təşkil edir, belə ki, təqribən 26% böyümə müşahidə olunmuşdur. ϵ' -in şüalanmanın udulma dozəsindən belə asılılığının xarakteri zəncirdaxili peroksid radikallarının yaranması və $R + O_2 \leftarrow \rightarrow RO_2$ reaksiyası üzrə yox olması ilə izah olunur [13,24,26]. Digər tərəfdən şüalanmanın udulma dozəsindən böyüməsi ilə polimerdə zəncirlərərsə tikilmə prosesləri doyma halına çatır. Bununla birlikdə T=300K temperaturda PE-də γ -kvantların təsiri ilə polifenil sərbəst radikalların $-CH(CH=CH)_n \cdot \dot{C}H_2$ əmələ gəlir ki, polimer matrisasının və onun əsasında bütün kompozitlərin xassələrinin dəyişməsinə müəyyən edən əsas faktor məhz kristal quruluşun nizamlılığının pozulması prosesi və həmçinin dipol elementlərinin sayının (C=O qrupları dipol momenti $9,35 \cdot 10^{-30}$ Kl m-dir) artmasıdır ki, bu da ϵ' -in böyüməsinə gətirir [9].

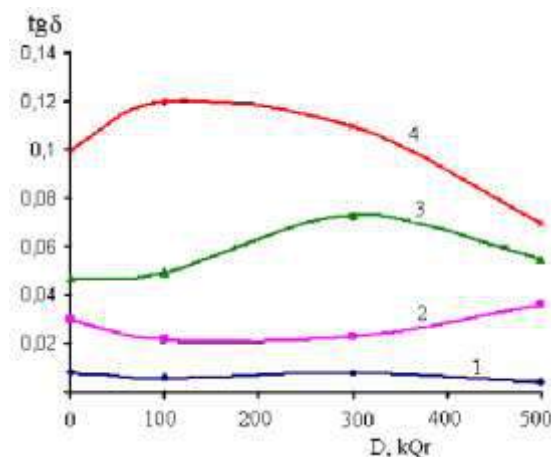


Şəkil 1

YSPE+ α -Fe₂O₃ kompozitlərinin dielektrik nüfuzluğunun (ϵ') şüalanma dozəsindən (D) asılılığı: 1 - YSPE, 2 - 5%, 3 - 10%, 4 - 20% α -Fe₂O₃.

Tədqiq olunan nümunələrin $tg\delta$ -nin şüalanma dozəsindən (D) asılı olaraq dəyişməsinin nəticələri Şəkil 2-də verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, YSPE matrisasında doldurucunun həcmi payı 20% olduqda $tg\delta$ təmiz YSPE-dəki $tg\delta=0,008$ -dən YSPE+20% α -Fe₂O₃ kompozitində $tg\delta=0,1$ -ə qədər artmışdır. Şəkildən həmçinin görünür ki, göstərilən udulma dozəsi oblastında D-nin artması ilə kompozitlərin $tg\delta$ -nin qiyməti artaraq 100 və 300kQr dozalarda $tg\delta$ maksimumdan keçir və daha sonra stabil

qiymət alır. Başlanğıcda -da müşahidə olunan böyümə oksidləşmiş qrupların (əsasən həll olmuş oksigenin hesabına əmələ gələn) və polietilen matrisanın doymamış rabitələrinin və üstmolekulyar quruluşun dəyişməsi YSPE+5% α -Fe₂O₃ nümunələrində D-nin artması ilə $tg\delta$ -a (100 kQr-də) minimuma çatır, (100÷300)kQr intervalında praktik olaraq sabit qalır. Təmiz YSPE üçün $tg\delta$ -nin qiyməti dozanın 500kQr qiymətində praktik olaraq dəyişmir.



Şəkil 2

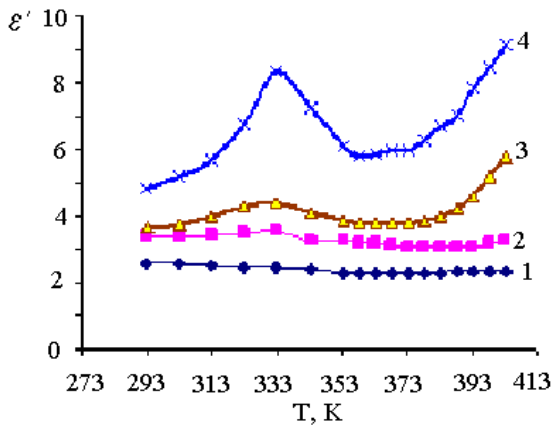
YSPE+ α -Fe₂O₃ kompozitlərinin $tg\delta=f(D)$ asılılığı: 1 - YSPE, 2 - 5%, 3 - 10%, 4 - YSPE+20% α -Fe₂O₃.

YSPE/ α -Fe₂O₃-lə kompozit nümunələrinin γ -şüa ilə modifikasiya edilməsi nəticəsində $\epsilon'=f(T)$ asılılığının xarakterində baş verən dəyişmələrə baxaq.

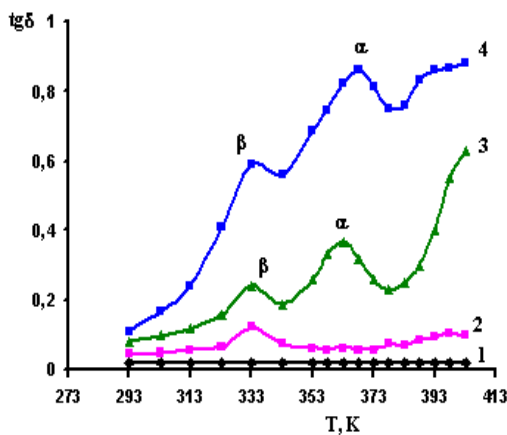
Şəkil 3 (a,b) 300kQr dozada şüalandırılmış YSPE+ α -Fe₂O₃ kompozit nümunələrinin dielektrik nüfuzluğunun ϵ' və dielektrik itkisi bucağı $tg\delta$ temperatur asılılıqları verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, (Şək.3, əyri 1) təmiz YSPE nümunəsində praktik olaraq dəyişiklik olmamışdır, T=353K-də ϵ' -də nəzərə çarpmayan dəyişmə müşahidə olunmuşdur. YSPE+ α -Fe₂O₃ kompozit sistemində göstərilən şüalanma dozəsində T=333K-də bütün nümunələrdə dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin maksimumu müşahidə olunmuşdur (əyri 2, 3, 4).

Təmiz YSPE-də γ -şüalanmadan sonra T=293K-də $\epsilon'=2,62$ olmuşdur, YSPE+20% α -Fe₂O₃ kompozit sistemində isə $\epsilon'=4,84$ təşkil etmişdir (təqribən 1,85 dəfə artmışdır). YSPE+5% α -Fe₂O₃ və YSPE+10% α -Fe₂O₃ nümunələrində

T=333K-də ϵ' -də müşahidə olunan maksimum (müvafiq olaraq 3,58 və 4,42), YSPE+20% α -Fe₂O₃ nümunəsində müşahidə olunan maksimumdan ($\epsilon'=8,3$) kifayət qədər kiçikdir. İlkin şüalanmamış (Şək.3, D=0) və D=300 kQr udulma dozasında şüalanmış nümunələri (şək.3) müqayisə etsək görürük ki, γ -şüalanmadan sonra YSPE+ α -Fe₂O₃ kompozit sistemində $\epsilon'=f(T)$ asılılığının xarakteri dəyişmir, ancaq dielektrik parametrlərin (ϵ' , tg δ) qiyməti dəyişir. Şüalanmadan əvvəl 293K temperaturda ϵ' və tg δ -nın qiymətləri iş [10]-də cədvəl şəklində verilmişdir. Şüalanmadan sonra isə YSPE+ α -Fe₂O₃ kompozit sistemində dielektrik nüfuzluğunun (ϵ') və dielektrik itki bucağının (tg δ) qiymətləri dəyişmişdir.



a



b

Şəkil 3

YSPE+ α -Fe₂O₃ kompozitlərinin D=300kQr şüalanma dozasından sonra $\epsilon'=f(T)$ (a) və tg $\delta=f(T)$ (b) asılılıqları: 1-təmiz YSPE, 2 - 5%, 3 - 10%, 4 -YSPE+20% α -Fe₂O₃.

Şəkil 3 (b)-də D=300kQr şüalanma dozasında dielektrik itki bucağının (tg δ) temperatur ası-

lılığı tg $\delta=f(T)$ verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, şüalanma dozası tg δ -nın da qiymətinin dəyişməsinə səbəb olmuşdur. Cədvəl 1 ilə (ilkin) şəkil 3-ü (şüalanmış, D=300kQr) müqayisə etsək görürük ki, doldurucunun həcmi payı 10 və 20% olan nümunələrdə T=293K-də şüalanmış nümunələrdə tg δ -nın qiyməti kifayət qədər azalmışdır, temperaturun 363K qiymətindən sonra dielektrik itkilərinin artması müşahidə olunur.

Şəkil 3 (b)-dən görünür ki, 2-ci əyridəki pikin amplitudası kiçikdir və bu da doldurucunun konsentrasiyasının miqdarı və yükdaşıyıcıların yürüklüyünün azalması ilə bağlı ola bilər. 3-cü və 4-cü əyriyərdən göründüyü kimi, doldurucunun konsentrasiyasının miqdarı artdıqda hər iki əyridə 333 və 363K-də müşahidə olunan piklər uyğun olaraq β - və α - relaksasiya proseslərinə uyğun gəlir. Burada, β - həm də α - relaksasiya pikləri polimer zəncirlərinin seqmental hərəkəti ilə bağlıdır. Digər tərəfdən onu da qeyd edək ki, γ -şüalanmanın təsirindən sonra relaksasiya prosesi sürətlənir və temperaturun artması sistemdəki kinetik vahidlərin yürüklüyünü artırır və bu da keçiriciliyin yüksəlməsini şərtləndirir [11,22,22,26]. Şəkildən göründüyü kimi (Şək.3 (b), əyri 4), şüalanma YSPE+20% α -Fe₂O₃ kompozit nümunələrinə daha güclü təsir etmişdir, beləki, 363K-də alınan ikinci pikin amplitudası digər nümunələrlə müqayisədə kifayət qədər böyükdür. Onu da qeyd edək ki, γ -şüalanma dozasının YSPE+ α -Fe₂O₃ kompozit sisteminin elektrofiziki xassələrinə təsirləri və onlarda radiasion-kimyəvi proseslərin rolu hər bir kompozit sistemi üçün individualdır [7, 24].

Şəkil 3 (b)-də D=300kQr şüalanma dozasında dielektrik itki bucağının tg δ -nın temperatur asılılığı tg $\delta=f(T)$ verilmişdir. Şəkildən göründüyü kimi, şüalanma dozası tg δ -nın da qiymətinin dəyişməsinə səbəb olmuşdur. Cədvəl 1 ilə Şəkil 3 (b)-ni (D=300kQr) müqayisə etsək görürük ki, doldurucunun həcmi payı 10 və 20% olan nümunələrdə T=293K-də şüalanmış nümunələrdə tg δ -nın qiymətinin dəyişməsi relaksasion təbiətlidir, yəni temperaturun artma sürəti ilə piklərin maksimumları aşağı temperaturlara sürüşür.

Şəkil 3.(b)-dən görünür ki, 2-ci əyridəki pikin amplitudası kiçikdir və bu da doldurucunun konsentrasiyasının miqdarı və yükdaşıyıcıların yürüklüyünün azalması ilə bağlı ola bilər. 3-cü və

4-cü əyriyədən görüldüyü kimi, doldurucunun konsentrasiyasının miqdarı artdıqda hər iki əyridə 333 və 363K-də müşahidə olunan piklər uyğun olaraq β - və α -relaksasiya proseslərinə uyğun gəlir. Burada, həm β -, həm də α -relaksasiya pikləri polimer zəncirlərinin mikrobroun hərəkəti ilə bağlıdır, γ -şüalanmanın ($D=300\text{kQr}$) təsirindən sonra nisbi intensivlikləri dipol qruplarının və seqmentlərin orientasiyası ilə təyin olunur. Onu da qeyd etmək ki, temperaturun artması sistemdəki kinetik vahidlərin yürüklüyünü artırır və bu da keçiriciliyin yüksəlməsini şərtləndirir [11,24,26]. 20% α - Fe_2O_3 peroksid radikalların formalaşması və toplanması ilə yaxşı korrelyasiya edir. Odur ki, hesab etmək olar ki, məhz həmin peroksid radikalları faktiki olaraq yükün yığılması prosesini müəyyən edir. [25,26] müəlliflərin fikrincə doza effektləri birbaşa sərbəst radikalların əmələ gəlməsi və onların öz aralarında polimerin quruluşunda xarakterik postradiasion dəyişikliklər əmələ gətirən rekombinasiyasının nəticəsidir. Bundan başqa, tədqiq olunan nümunələrdə γ -şüalanma zamanı keçiricilikdə müşahidə olunan böyüməni polimer zəncirlərinin üç ölçülü quruluş əmələ gətirən tikilmə prosesləri, bundan sonrakı azalmasını isə oksidləşmə destruksiyası ilə əlaqələndirmək olar. [24-26]-in müəllifləri təsdiq edirlər ki, polietilen matrisanın elektrik keçiriciliyi elektrodlardan injeksiya olunan yükdaşıyıcılarla deyil, γ -şüalanma zamanı yaranan yükdaşıyıcılarla və zəncirlərarası radiasion-kimyəvitikilmə prosesləri ilə bağlıdır. Şüalanma dozasının artması ilə tələlərdə tutulmuş elektronların konsentrasiyası da artır: şüalanma dozası nə qədər böyük olarsa, yükdaşıyıcıların sayı da bir o qədər çoxdur.

Onu da qeyd etmək ki, γ -şüalanma polimer kompozit materiallarında relaksasiya proseslərini sürətləndirir və relaksasiya müddəti azalır. Bununla əlaqədar olaraq $\text{YSPE}+5\%\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ kompozit nümunəsində 1kHs tezlikdə Maksvell relaksasiya müddətinin qiymətləri (2) düsturuna əsasən hesablanmışdır. $\tau_M=6,5\cdot 10^{-3}\text{san.}$ -dən $3,81\cdot 10^{-3}\text{san.}$ -dək azalır və bu da keçiriciliyin artması ilə bağlıdır

$$\tau_M = \frac{\varepsilon'\varepsilon_0}{\sigma}, \quad (2)$$

burada σ -elektrik keçiriciliyi, ε' -dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsi, ε_0 -elektrik sabitidir ($\varepsilon_0=8,85\cdot 10^{-12}\text{F/m}$). Bu nəticə [20-22,25,26] müəlliflərinin γ -şüalanmanın həm struktur, həm də relaksasiya proseslərini əhəmiyyətli dərəcədə sürətləndirməsi haqqındakı nəticə ilə uyğunluq təşkil edir.

Beləliklə, doza effektləri, yəni γ -şüalanmanın udulma dozasının kompozitlərin elektrofiziki xassələrinə təsiri, hər şeydən əvvəl, molekulyar hərəkətin spektrinin dəyişməsi nisbətən aşağı şüalanma dozasının $D<20\text{-}30\text{Qr}$ qiymətlərində müşahidə olunur ki, bu isə stabilləşən yükdaşıyıcıların yığılması ilə bağlı ola bilər.

Şəkil 3 (b) əyri 4-dən görüldüyü kimi, şüalanma $\text{YSPE}+20\%\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ kompozit nümunələrinə daha güclü təsir etmişdir, belə ki, 363K-də alınan ikinci pikin amplitudası digər nümunələrlə müqayisədə kifayət qədər böyükdür. Onu da qeyd etmək ki, γ -şüalanma dozasının $\text{YSPE}+\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ kompozit sisteminin elektrofiziki xassələrinə təsirləri və onlarda radiasion-kimyəvi proseslərin rolu hər bir kompozit sistemi üçün individualdır [7,18,24-26].

Onu da qeyd etmək lazımdır ki, şüalanmadan sonra tgd -da müşahidə olunan böyümə postradiasion oksidləşmə proseslərlə və PE matrisanın doymamış rabitələrinin və amorf luq dərəcəsinin dəyişməsi ilə də əlaqədar ola bilər.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Müəyyən edilmişdir ki, γ -şüalanmanın udulma dozasının kompozitlərin elektrofiziki xassələrinə təsiri, molekulyar hərəkətin spektrinin dəyişməsi ilə deyil, şüalanan materiallarda struktur-kinetik proseslər nisbətən aşağı dozalarda ($200\div 300\text{kQr}$) baş verir.

2. γ -şüalanmanın udulma dozasının kompozitlərin quruluş və dielektrik xassələrinə təsirinin temperatur asılılığı postradiasion və struktur relaksasiya xarakterlidir.

1. А.М.Лотонов, Н.Д.Гаврилов, Э.Ю.Крамаренко, Е.И.Алексеева, П.Ю.Попов, Г.В.Степанов. *Влияние наночастиц железа на диэлектрические свойства полидиметилсилоксана в окрестности температур кристаллизации и стеклования*, ВМС, Б, **48** (2006)1898-1902.
2. N.Guo, A.Sara, Di Benedetto, P.Tewari, T.M.Lanagan, A.M.Ratner, J.T.Marks. *Nanoparticle, Size, Shape and Interfacial Effects on Leakage Current Density, Permittivity and Breakdown Strength of Metal Oxide- Polyolefin Nanocomposites: Experiment and Theory*, Chem. Mater., **22** (2010) 1567-1578.
3. F.Hussain, M.Hojjati, M.Okamoto, E.R.Gorga. *Polymer matrix Nanocomposites, Processing, Manufacturing and Application*, Jour. of Composite Materials, **40** (2006) 1511-1575.
4. T.Ramanatham, S.Stankovich, D.A.Dikin, H.Liu, H.Shen, S.T.Nguyen, L.C.Brinson. *Graphitic Nanofillers in PMMA Nanocomposites- An Investigation of Particle Size and Dispersion and Their Influence on Nanocomposite Properties*, Jour. of Polym. Sci.: Part B: Polymer Physics, **45** (2007) 2097-2112.
5. A.Tolstov, V.Matyushov, D.Klymchuk. *Hibrid polymer/nanocrystalline TiO₂ composites prepared via low-temperature inmatrix crystallization of titania*, Polymers, №123 (2010) 1-13.
6. D.Yang. *Advances in nanocomposites-Synthesis, characterization and industrial applications*, Eds. Boreddy S.R.Reddy Rijeka. Croatia: In Tech., **2** (1) (2011) 857-882.
7. N.Sh.Aliyev, A.M.Magerramov, M.M.Guliyev, R.S.İsmayilova. *The dependence of dielectric parameters and electric conduction of composite on the base of polyethylene and iron oxide on radiation dose*, Azerbaijan Journal of Physics FİZİKA, **XXI** (2015) 27-29.
8. О.С.Гефле, С.М.Лебедев, Ю.П. Похолков. *Частотные спектры комплексной диэлектрической проницаемости композиционных диэлектриков на основе поливинилхлорида*, Изв. Томского политех. универ., 310 №1 (2007) 87-91.
9. В.П.Гордиенко, В.Г.Сальников. *Действия УФ-облучения на структуру и свойства при повышенной температуре кристаллизующейся системы: линейный полиэтилен- наноразмерный диоксид кремния*, Пластические массы, №б (2013) 5-10.
10. Н.Ш.Алиев, А.М.Магеррамов, М.М.Кулиев, Р.С.Исмайилова. *Электрофизические свойства композитной системы полиэтилен высокой плотности/ α -Fe₂O₃*, Перспективные материалы, №10 (2014) 22-27.
11. А.П.Тютнев, В.С.Саенко, Е.Д.Пожидаев, Н.С.Костюков. *Диэлектрические свойства полимеров в полях ионизирующих излучений*, Книга 5, М.Наука, (2005) 453.
12. М.А.Курбанов, А.О.Оруджев, Р.И.Наджафов, С.Н.Мусаева. *О межфазных пространственных зарядах и связанных с ними эффектах в активных диэлектрических композитах*, Труды третьей Международной конференции «Электрическая изоляция-2002», Санкт-Петербург, (2002) 78-81.
13. А.М.Магеррамов. *Структурное и радиационное модифицирование электретных, пьезоэлектрических свойств полимерных композитов*, Баку: Элм, (2001) 327.
14. Ю.М.Поплавко, Л.П.Переверзева, И.П.Раевский. *Физика активных диэлектриков*. Ростов: Изд-во ЮФУ, (2009) 480.
15. Б.И.Сажин, А.М.Лобанов и др. *Электрофизические свойства полимеров*, Под. ред. Б.И.Сажина, Л.: Химия, (1986) 224.
16. Д.Н.Садовничий, А.П.Тютнев, Ю.М.Милехин, С.А.Хатипоов. *Радиационная электропроводность полимерных композиций, наполненных дисперсными оксидами*, Химия выс. энерг., **37** (2003) 436-441.
17. В.П.Гордиенко. *Радиационное модифицирование композиционных материалов на основе полиолефинов*, Киев, Наукова думка, (1985) 176.
18. А.М.Магеррамов, Ф.Г.Гилимянов, В.О.Кругляк, А.М.Лобанов, М.А.Багиров. *Влияние влаги на диэлектрические свойства при сверхвысоких частотах высоконаполненных композитов на основе полипропилена*, Пластические массы, №5 (1993) 19-21.
19. А.М.Магеррамов, А.М.Пашаев, З.А.Ибрагимов, А.Ш.Гасанов. *Электретная штора для воздушного фильтра автомобиля*, Труды Межд. Конф. «Научно-технический прог. Совр. Авиации», Баку, февраль, (2009) 103-106.
20. А.В.Ванников, В.К.Матвеев, А.П.Сичкарь, А.П.Тютнев. *Радиационные эффекты в полимерах*, Диэлектрические свойства, Изд-во «Наука», М., (1982) 272.
21. В.А.Соцков. *Экспериментальное исследование влияния проводящих фрактальных фаз на диэлектрическую проницаемость композитов*, ЖТФ, **83** (2013) 85-89.
22. В.А.Соцков. *Электрофизические характеристики макросистем диэлектрик-проводник*,

- диэлектрик-полупроводник, ФТП, 39* (2005) 269-275.
23. А.М.Магеррамов, Р.Л.Мамедова, И.М.Исмаилов, Х.В.Багирбеков. *Диэлектрические свойства нанокomпозитов полипропилен/наноглин типа Na+-монтмориллонит в режиме нагрева-охлаждения, ЖТФ, 87* (2017) 1367-1370.
24. А.П.Тютнев, В.С.Саенко и др. *Радиационная электропроводность полимеров при длительном облучения, Химия выс. энерг., 40* (2006) 364-375.
25. Ю.Н.Смирнов, С.Р.Аллаяров, В.А.Лесничая, Ю.А.Ольхов, Г.П.Белов, Д.А.Диксон. *Влияние гамма-радиации на полимерные композиты на основе термопластичных матриц, Химия выс. энерг., 43* (2009) 505-511.
26. Э.Э.Финкел, Р.П.Брагинский. *Радиационное модифицирование полиолефинов, Радиационная химия полимеров, М, Наука, (1973) 188-305.*

DIELECTRIC PROPERTIES OF HIGH-DENSITY POLYETHYLENE / α -Fe₂O₃ MODIFIED BY γ -IRRADIATION COMPOSITES

A.M.MAHARRAMOV, M.N.BAYRAMOV, N.Sh.ALIYEV, B.A.MAMEDOV, R.S.ABDULLAYEV, D.C.ASKEROV, A.N.NABIYEVA

Depending on the volume of fillers, the dielectric parameters (ϵ' , $\text{tg}\delta$) of the initial and after the influence of γ -irradiation of composite samples were measured in an alternating current field. It was established that more than the absorbing dose of γ -irradiation of 300kGy per dielectric parameters of the composite system was determined not by a change in the molecular mobility spectrum but by the accumulation in the samples of stabilizing charge carriers and slightly by the molecular products of radiolysis acting as centers of traps. The temperature dependence of the effect of irradiation on the structure and dielectric properties of the composite had a relaxation character.

ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОМПОЗИТОВ ПОЛИЭТИЛЕН/ α -Fe₂O₃ ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ γ -ОБЛУЧЕНИЕМ

А.М.МАГЕРРАМОВ, М.Н.БАЙРАМОВ, Н.Ш.АЛИЕВ, Б.А.МАМЕДОВ, Р.С.АБДУЛЛАЕВ, Д.Дж.АСКЕРОВ, А.Н.НАБИЕВА

Диэлектрические параметры (ϵ' , $\text{tg}\delta$) композитных образцов исходных и после γ -облучения измерялись в поле переменного тока в зависимости от объема наполнителей. Установлено что, влияние поглощающей дозы γ -облучения 300кГр на диэлектрические параметры композитной системы обуславливается не изменением спектра молекулярной подвижности, а накоплением в образцах стабилизирующих носителей зарядов и немногими молекулярными продуктами радиолитиза, выступающими в качестве центров ловушек. Температурная зависимость влияния облучения на структуру и диэлектрические свойств композита имеет релаксационный характер.