

AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI
RADİASİYA PROBLEMLƏRİ İNSTİTUTU

Əlyazması hüququnda

ƏDALƏT ƏLİ qızı ŞÜKÜROVA

**“ORİENTASİYA OLUNMUŞ POLİETİLEN VƏ
POLİTETRAFTORETİLENLƏ SULFİDLƏR ƏSASINDA
NANOKOMPOZİTLƏRİN ELEKTROFİZİKİ XASSƏLƏRİNƏ
γ-ŞÜALANMANIN TƏSİRİ”**

2225.01 – Radiasiya materialşünaslığı

**fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün təqdim
edilmiş dissertasiyanın**

A V T O R E F E R A T I

BAKI-2017

Dissertasiya işi Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Radiasiya Problemləri İnstitutunda yerinə yetirilmişdir

Elmi rəhbərlər:

Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor **A.M.Məhərrəmov**

Fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, dosent **M.A.Nuriyev**

Rəsmi opponentlər:

Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor **R.S. Mədətov**

Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru **Ş.M. Həsənlı**

Aparıcı təşkilat: Bakı Dövlət Universiteti

(Nanomaterialların kimyəvi fizikası kafedrası)

Müdafiə «____» _____ 2017-ci il, saat____-da AMEA-nın Radiasiya Problemləri İnstitutunda fəaliyyət göstərən D.01.221 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: AZ 1143, B.Vahabzadə küçəsi 9.

Dissertasiya işi ilə AMEA-nın Radiasiya Problemləri İnstitutunun elmi kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat göndərilmişdir «____» _____ 2017-cı il

D.01.221 Dissertasiya Şurasının

Elmi katibi,

k.ü.e.d., prof.

T.N. Ağayev

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Son zamanlar mexaniki, elektrofiziki, maqnit, foto- və optik, elektroaktivlik kimi bir çox maraqlı xassələrinə görə müxtəlif təyinatlı, polimer əsaslı nanomaterialların, yəni nanokompozitlərin alınmasına və tədqiqinə maraq xeyli artmışdır. Tədqiqatlar göstərir ki, müxtəlif kimyəvi təbiətli komponentlərin kombinasiyası bəzi hallarda daha üstün xassəli materialların yaranmasına səbəb olur. Kompozitlərin xassələrinə doldurucunun təsiri onun konsentrasiyasından, ölçülərindən, aqreqasiya dərəcəsi (paylanması) asılı olduğu kimi, polimer matrisa ilə doldurucunun qarşılıqlı təsirindən də çox asılıdır. Polimer əsaslı nanokompozitlərdə fazalararası qarşılıqlı təsirlərin, kompozitin ayrı – ayrı komponentlərinin strukturunu (fiziki və kimyəvi), səthlərinin aktivliyini, elektrofiziki xassələrini və fazalararası sərhəddin elektrik yük halının tədqiqinin böyük perspektivi vardır. Doldurucularının ölçüləri nanometr həddində olan kompozitlər içərisində polimer-Cu₂S və polimer-CdS böyük maraq kəsb edir. Belə ki, polimerlə yaxşı fotokatalitik aktivliyə malik Cu₂S və CdS kimi doldurucular əsasında yüksək kimyəvi və termik stabilliyə malik kompozitlərin tətbiqi, ilk növbədə onların elektrofiziki və fotokatalitik xassələrinə əsaslanan günəş çeviricilərində, foto- və optoelektronikada və qaz sensorlarında istifadəsini nəzərdə tutur.

Polimer nanokompozitlər bir çox üsullarla, komponentlərin mexaniki qarışığından, nanohissəciklərin polimerin məhluluna və ya ərintisinə qarışdırılması ilə və yaxud nanohissəciklərin iştirakı ilə polimerləşmənin aparılması ilə formalaşdırıla bilər. Bu zaman komponentlər sisteminin uyğunluğu qeyri üzvü doldurucunun homogen paylanmasının əldə edilməsi üçün vacib şərtədir. Sonda alınmış materialın xassələri matrisa ilə doldurucunun fazaları arasında qarşılıqlı təsir ilə müəyyən olunur. Bu təsir zəif olduqda qeyri üzvü komponent hissəciklərinin aqlomerasiyası güclənir və doldurucunun polimerin həcmində qeyri bərabər paylanması baş verir. Bu problemi aradan qaldırmaq üçün kompozitə sintez zamanı doldurucunun fazalararası sərhəddə səth enerjisini aşağı salan və uyğunluq effektini artıran müxtəlif əlavələr daxil edilir. Əgər biz nanokompozitlərin formalaşdırılması zamanı matrisa qismində məsələli polimer materiallardan istifadə edərixsə yuxarıda dediyimiz çatışmamazlığı aradan qaldırmış olarıq. Məsələli struktura malik matrisalardan istifadə olunması polimerin həcmində ikinci komponentin daxil edilməsinə imkan yaratmaqla yanaşı, bu məsələlərdə gedən reaksiyaların hesabına nanohissəciyin bilavasitə həcmə

formalaşmasını da təmin edir. Şüşəvari amorf və kristallik polimerlər əsasında nanoməsəmli strukturlara malik matrisaların yaradılması metodlarından biri polimer təbəqələrinin kreyzinqinə əsaslanan onların orientasiyalı dartılmasıdır. Bu üsul polimer matrisa ilə uyğunsuzluğa malik geniş diapazonda müxtəlif sistemlərin onun həcmində sintezinə imkan verir. Buna görə də kreyzinq üsulu ilə nanoməsəmli strukturlu polimer matrisaların alınmasına, bu məsələlərdə qeyri üzvü komponentlərin formalaşmasına, alınmış nanokompozitlərin qamma şüalanmadan öncə və sonra elektrofiziki və aktiv xassələrinin tədqiqinə həsr olunmuş təqdim edəcəyimiz bu işin aktuallığı heç bir şübhə doğurmur.

Dissertasiya işinin məqsədi: Sənaye istehsalı olan polimerlərdən polietilen və politetraforetilen təbəqələrdə adsorbsion aktiv maye mühitində orientasiyalı dartılma üsulu ilə nanoməsəmli strukturlar yaratmaq, bu nanoməsələrdə yarımkeçirici A^2B^6 qrupu birləşmələrindən CdS, Cu_2S nanohissəciklərini formalaşdıraraq, alınmış nanokompozitlərin elektrofiziki və aktiv xassələrinə γ -şüalanmanın təsirini tədqiq etməkdir.

Tədqiqat obyektləri. Sənaye istehsalı olan aşağı sıxlıqlı polietilen (ASPE) və politetraforetilenin (PTFE) nazik təbəqələrinin orientasiyalı dartılması ilə alınmış nanoməsəmli polimer matrisalarda kimyəvi sorbsiya üsulu ilə CdS və Cu_2S nanohissəciklərinin formalaşdırılması nəticəsində əldə edilmiş kompozit nümunələridir.

Göstərilən məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlərin həlli nəzərdə tutulmuşdur:

- polietilen və politetraforetilen təbəqələrdən adsorbsion aktiv maye mühitində orientasiyalı dartılma üsulu ilə nanoməsəmli quruluşa malik strukturların yaradılması
- alınmış nanoməsəmli quruluşa malik polimer matrisalarda kimyəvi sorbsiya üsulu ilə müxtəlif konsentrasiyada CdS, Cu_2S nanohissəciklərinin formalaşdırılması ilə ASPE/CdS, ASPE/ Cu_2S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin alınması
- polietilen və politetraforetilen təbəqələrdən adsorbsion aktiv maye mühitində orientasiyalı dartılma üsulu ilə alınmış nanoməsəmli quruluşa malik polimer matrisaların atom güc mikroskopu (AGM) və İQ spektroskopiyaya üsulu ilə tədqiqi
- ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/ Cu_2S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin AGM, skanedici elektron mikroskopu (SEM), İQ və UB spektroskopiyaya üsulu ilə tədqiqi

- ASPE və PTFE təbəqələri əsasında 3, 6, 9 tsikldə formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin qamma şüalanmadan əvvəl və sonra sabit elektrik sahəsində səthi və həcmi xüsusi müqavimətinin (ρ) temperatur asılılığının tədqiqi
- ASPE və PTFE təbəqələri əsasında 3, 6, 9 tsikldə formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin qamma şüalanmadan əvvəl və sonra dəyişən elektrik sahəsində elektrofiziki parametrlərinin (ϵ , $\text{tg}\delta$, ρ) temperatur, tezlik asılılıqlarının tədqiqi
- ASPE və PTFE təbəqələri və onlar əsasında 3, 6, 9 tsikldə formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin qamma şüalanmadan əvvəl və sonra elektret xassələri və yük halının tədqiqi

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. Sənaye istehsalı olan həlledicilərin təsirinə davamlı, kristallaşa bilən polimerlər (PE, PP, PTFE, PETF və c.) əsasında nanokompozitlərin alınması imkanları;
2. Polietilen və politetraforetilen təbəqələrdən adsorbsion aktiv maye mühitində orientasiyalı dartılma üsulu ilə nanoməsəmli quruluşa malik strukturların yaradılması və alınmış nanoməsəmli polimer matrisalarda kimyəvi sorbsiya üsulu ilə formalaşa bilən yarımkeçirici birləşmələr əsasında nanokompozitlərin alınması;
3. ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin elektrofiziki xassələrinə qamma şüalanmanın təsirinin araşdırılması;
4. ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin elektret xassələrinə qamma şüalanmanın təsirinin araşdırılması;
5. Alınmış ASPE/CdS nanokompozitinin elektrik xassələrinə termik işlənmənin təsirinin araşdırılması;
6. ASPE və PTFE təbəqələri əsasında ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərində elektrofiziki və elektret xassələrinin formalaşmasında fazalararası sərhəddə baş verən elektron – ion, polyarlaşma proseslərinin rolu.

Elmi yeniliklər.

1. Polietilen və politetraforetilen təbəqələrdən adsorbsion aktiv maye mühitində orientasiyalı dartılma üsulu ilə alınmış nanoməsəmli polimer matrisalarda kimyəvi sorbsiya üsulu ilə müxtəlif konsentrasiyada CdS,

Cu₂S nanohissəciklərinin formalaşdırılması ilə ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitləri alınmışdır;

2. ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərində struktur dəyişiklikləri araşdırılmışdır;

3. ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin qamma şüalanmadan əvvəl və sonra sabit elektrik sahəsində səthi (ρ_s) və həcmi (ρ_v) xüsusi müqavimətinin temperatur asılılığı tədqiq edilmişdir;

4. ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin qamma şüalanmadan əvvəl və sonra dəyişən elektrik sahəsində elektrofiziki parametrlərinin (ϵ , $\text{tg}\delta$, ρ) temperatur, tezlik asılılığı tədqiq edilmişdir;

5. ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin elektrofiziki xassələrinə qamma şüalanmanın təsir mexanizmi müəyyənləşdirilmişdir;

6. ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin elektret xassəsinə və yük halına qamma şüalanmanın təsiri tədqiq edilmişdir;

7. ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitləri əsasında nisbətən yüksək stabilliyə malik elektretlər alınmışdır.

İşin praktiki əhəmiyyəti.

1. Göstərilən üsul orientasiya oluna bilən digər polimerlər əsasında kimyəvi sorbsiya üsulu ilə formalaşdırıla bilən istənilən birləşmənin nanohissəcikləri əsasında nanokompozitlərin alınması üçün istifadə oluna bilər.

2. Qamma şüalanma ilə modifikasiya olunmuş ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitləri opto- və fotohəssas qurğuların aktiv elementi kimi istifadə oluna bilər.

3. Qamma şüalanma ilə modifikasiya olunmuş ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitləri əsasında elektret və fotoelektret xassələrə malik polimer materialların yaradılması imkanları göstərilmişdir.

Tədqiqatın nəticələrinin aprobeşiyası. İşin əsas nəticələri aşağıdakı konfranslarda məruzə edilmişdir:

M.M.Məlikzadənin 100 illik yubileyinə həsr olunmuş “Nüvə enerjisinin dinc məqsədlərlə istifadəsi perspektivləri” konfransı, 2010, Bakı; I Beynəlxalq « Nanotexnologiyalar və onların texnikada tətbiqi» elmi

konfransı, 2010, Bakı; A.A.Qəribovun 60 illik yubileyinə həsr olunmuş “Radiasiya və ətraf mühit” konfransı, 2010, Bakı; “Alternativ və bərpa olunan enerji mənbələrindən istifadənin perspektivləri” Respub. konf. materialları, 2011, Bakı; “Nüvə enerjisindən dinc məqsədlərlə istifadə perspektivləri” IV Beynəlxalq konf., 2011, Bakı; International Conf. “Nuclear Science and its Application”, 2012, Samarkand; The V International conf. “Perspectives of peaceful use of nuclear energy”, 2012, Bakı; Rad.tədq. və onların praktiki aspektləri VIII konf., 2013, Bakı; VII Eurasian Conf. «Nuclear Science and ITS Application», 2014, Bakı; “Makromolekullar kimyası, üzvi sintez və kompozit materiallar” Respub. elmi konf., Sumqayıt, 2016.

Nəşrlər. Dissertasiyanın mövzusu üzrə 7 məqalə (3 iş xarici ölkələrdə və 4 iş isə ölkəmizdə) və 11 tezis nəşr edilmişdir.

Dissertasiya işinin quruluşu, həcmi və əsas məzmunu. Dissertasiya işi giriş, dörd fəsil, nəticələr və istinad olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İşin ümumi həcmi 183 səhifədən, o cümlədən: 62 şəkil, 5 cədvəl və 188 adda istinad olunmuş ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

Girişdə tədqiqatların aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, alınan nəticələrin elmi yeniliyi, nəzəri və praktiki əhəmiyyəti, müdafiəyə çıxarılan müddəalar göstərilmişdir.

Birinci fəsildə polimer və onlar əsasında hazırlanmış nanokompozitlərin alınması və elektrofiziki xassələrinin ionlaşdırıcı radiasiya ilə modifikasiyası məsələlərinə baxılmışdır. Aparılan elmi ədəbiyyat mənbələrinin analizi nəticəsində polimerlərin həcmində adsorbsion aktiv maye mühitində orientasiyalı dartılma üsulu ilə məsaməli strukturların formalaşdırılması və bu məsamələrə digər bir komponentin doldurulması ilə nanokompozitlərin alınması mümkünlüyü göstərilmişdir. Tətbiq olunan bu metod nisbətən yeni olmaqla yanaşı, kifayət qədər geniş imkanlara malikdir. Tədqiqatlar göstərir ki, bu üsulla yalnız müxtəlif polimer-polimer nanokompozitlərini deyil, həm də polimer-qeyri üzvü birləşmələr tipdə nanokompozitlərin alınması mümkündür.

Bu fəsildə polimerlərin və polimer əsaslı kompozitlərin elektrofiziki xassələrinə γ -radiasiyanın təsiri mexanizminin çox az tədqiq olunan bir elm sahəsi olduğu və bu istiqamətdə araşdırmaların hələ də aktuallığını saxladığı göstərilmişdir. Aparılan tədqiqat işləri əsasən müxtəlif növ polimerlərin və kompozitlərin radiasiya fizikası və kimyasını əhatə etsə də,

ionlaşdırıcı radiasiyanın polimer əsaslı nanokompozitlərə təsiri çox az öyrənilmişdir.

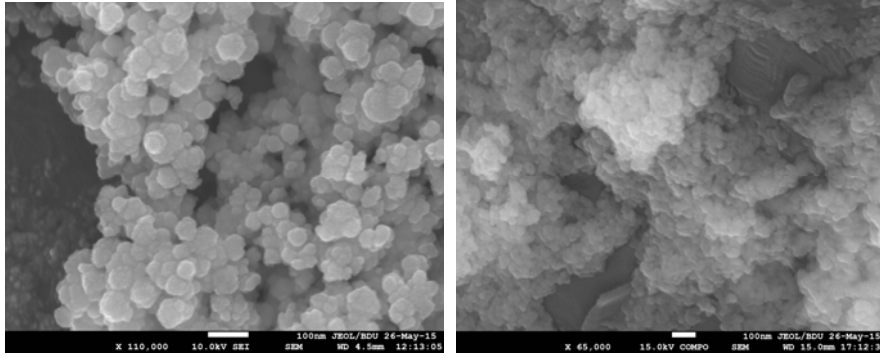
İkinci fəsildə polimer təbəqələrdə orientasiyalı dartılma üsulu ilə nanoməsaməli strukturların formalaşdırılması və onlar əsasında ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin alınma texnologiyası, komponentlərin seçilməsi, onlar haqqında ilkin məlumat verilmişdir. Bundan başqa nanokompozitlərin İQ- spektroskopiya üsulu, AGM və SEM ilə tədqiqi metodu da bu fəsildə təsvir olunmuşdur. Nanokompozitlərin γ -şüalanması və elektrofiziki xassələrinin ölçülməsi metodikası, taclı boşalma metodu ilə polyarizasiyası və elektret yükləri sıxlığının ölçülməsi, termostimüləndirilmiş depolyarizasiya üsulu ilə yük halının tədqiqi metodikası və eksperimental qurğuların təsviri də bu fəsildə öz əksini tapmışdır.

Üçüncü fəsildə polietilen və politetraftoretlen təbəqələrdən adsorbsion aktiv maye mühitində orientasiyalı dartılma üsulu ilə alınmış nanoməsaməli quruluşa malik strukturların və nanoməsaməli polimer matrisalarda kimyəvi sorbsiya üsulu ilə 3, 6, 9 tsikldə CdS, Cu₂S nanohissəciklərinin formalaşdırılması ilə hazırlanmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin AGM, SEM, İQ spektroskopiya üsulu ilə tədqiqindən alınmış nəticələrin müqayisəli analizi verilmişdir.

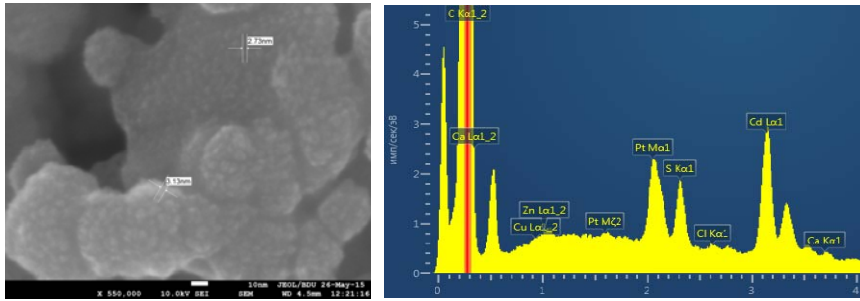
Polimer matrisada formalaşan nanohissəciklərin tərkibi, strukturu və ölçüləri haqqında konkret bir fikir söyləmək üçün alınmış strukturların səthinin böyük ayırdetmə qabiliyyətinə malik SZMU-L5 tipli skanedici elektron mikroskopu (SEM) ilə tədqiqatı həyata keçirilmişdir. Orientasiya olunmuş ASPE və PTFE təbəqələri əsasında, 9 tsikldə formalaşdırılmış ASPE/CdS (a) və PTFE/CdS (b) nanokompozitlərinin SEM şəkilləri təqdim olunmuşdur (şək.1.). Dissertasiyada verildiyi kimi, tsikllər sayının artması ilə nanohissəciklərin ölçülərinin artmasının şahidi oluruq. Artıq ASPE/9tsiklCdS kompoziti üçün ölçüləri 10-90 nm intervalında dəyişən CdS hissəciklərindən təşkil olunmuş strukturlar, PTFE/9tsiklCdS kompoziti üçün isə ölçüləri 30-100 nm intervalında dəyişən hissəciklərdən təşkil olunmuş strukturlar (şək.1, a və b) müşahidə edirik.

Güman edirik ki, bu hissəciklər özü də daha kiçik hissəciklərin aqlomerasiyası nəticəsində yaranır. Sonuncu, ASPE/9tsiklCdS kompozitinin daha çox böyüdülmüş şəkilləri (şək.2,a) bunun doğru olduğunu söyləməyə əsas verir. Belə ki, hər bir hissəciyin daha kiçik hissəciklərdən təşkil olunduğu çox aydın görünür və bu hissəciklərin

ölçüləri 10 nm-dən kiçikdir. Əvvəlki şəkildə müşahidə etdiyimiz 10-90 nm intervalında ölçüyə malik hissəciklər görürük ki, daha kiçik hissəciklərdən formalaşmış aqlomeratlardır.



Şək.1. ASPe/9tsiklCdS(a) və PTFE/9tsiklCdS(b) nanokompozitlərinin SEM ilə çəkilmiş şəkilləri



Şək.2. ASPe/9tsiklCdS (a) kompoziti və onun enerjiyə görə dispers rentgen spektroskopiya (EDRS) metodu ilə çəkilmiş spektrləri (b).

SEM tədqiqatları ilə eyni zamanda həm ASPe/CdS həm də PTFE/CdS kompozitlərinin enerjiyə görə dispers rentgen spektroskopiya (EDRS) metodu ilə spektrləri çəkilmiş (şək.2,b), tərkib analizi aparılmış və çoxlaylı EDRS şəkilləri - komponentlərin müəyyən layda paylanma xəritəsi də çəkilmişdir. ASPe/CdS kompozitlərinin EDRS spektrlərində CdS nanohissəciklərinin tərkibini əks etdirən Cd və S elementlərinə məxsus

kifayət qədər güclü reflekslərlə (maksimumlarla) yanaşı Cu altlığa, səthə çökdürülmüş Pt və polimer matrisaya aid karbona (C) və ftora (F) məxsus digər reflekslər də müşahidə olunur.

ASPE və PTFE təbəqələri əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, ASPE/Cu₂S və PTFE/CdS nanokompozitlərinin qamma şüalanmadan əvvəl və sonra sabit elektrik sahəsində səthi və həcmi xüsusi müqavimətinin (ρ) temperatur asılılığı, dəyişən elektrik sahəsində elektrofiziki parametrlərinin (ϵ , $\text{tg}\delta$, ρ) temperatur, tezlik asılılığı nəticələrinin müqayisəli analizi də bu fəsildə verilmişdir.

İlkin ASPE, oriyentasiya olunmuş ASPE və onun əsasında formalaşdırılmış ASPE/Cu₂S kompoziti üçün $\lg\rho = f(1/T)$ asılılığının müqayisəli analizindən görünür ki, onların başlanğıc qiymətləri 293-393K temperatur intervalında bir - birinə yaxın olub, təqribən $\sim 4 \cdot 10^{13} \div 8 \cdot 10^{13} \text{Om} \cdot \text{m}$ həddindədir. Polimer və kompozit üçün ρ_v -nin müqayisə oluna bilən qiymətləri, polimer matrisada nanohissəciklərin miqdarının perkolyasiya sərhəddindən aşağı olduğundan xəbər verir. Bu nümunələrin Arrenius koordinatlarında qurulmuş $\lg\rho = f(1/T)$ asılılığında iki düzxətli hissə müşahidə olunur (şək.3). $\lg\rho = f(1/T)$ asılılığında düzxətli hissələrin mailliyinə görə müəyyən olunmuş E_a aktivləşmə enerjisi aşağıdakı cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl

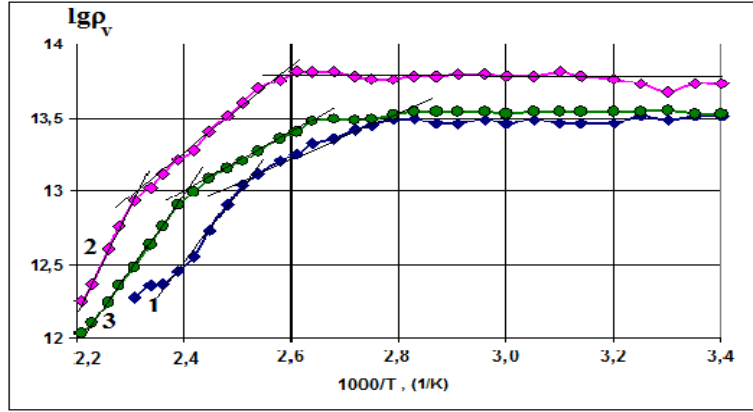
Həcmi və səthi xüsusi müqavimət üçün $\lg\rho=f(1/T)$ asılılığından hesablanmış E_a aktivləşmə enerjisinin qiymətləri

Nümunə	E_a , həcm üzrə	
	E_{a1} , eV	E_{a2} , eV
ASPE, ilkin	0,11	0,48
ASPE, orient. olun.	0,31	0,59
ASPE/Cu ₂ S, nanokomp.	0,17	0,42

Aktivləşmə enerjisi qiymətlərinin müqayisəli analizinə görə deyə bilərik ki, formalaşma zamanı aparılan proseslər nümunələrin keçiricilik mexanizminə fərqli təsir edir. Asılılıqlardan göründüyü kimi, orientasiya olunmuş ASPE ilkin polimerlə müqayisədə termik davamlı olmaqla yanaşı həm də nisbətən yüksək xüsusi müqavimətə malikdir (şək.3. əyri1).

Bu nümunələrin $\lg\rho=f(1/T)$ asılılığından hesablanmış aktivləşmə enerjisinin qiyməti ilkin ASPE üçün $\sim 0,11\text{eV}$ və $\sim 0,48\text{eV}$ olduğu halda orientasiya olunmuş ASPE üçün $\sim 0,31\text{eV}$ və $\sim 0,59\text{eV}$ ətrafındadır.

Orietasiya olunmuş ASPE nümunəsinin nisbi termik stabilliyi (davamlılığı) və yüksək aktivləşmə enerjisi qiymətinə malik olması hesab edirik ki, orientasiyadan sonra fibrillərdə polimer zəncirlərinin və makromolekulların mexaniki gərgin vəziyyətdə olması ilə yanaşı daha nizamlı quruluşun nəticəsidir. Bildiyimiz kimi adsorbsion aktiv mühitdə polimerlərin orientasiyalı dartılması zamanı nümunənin səthindən başlayaraq həcmində doğru genişlənən kreyzlər şəklində məsaməli strukturlar yaranır. Kreyzlərin divarları arasında fibrillərdən ibarət əlaqə mövcuddur, mexaniki dartılma zamanı fibrilləri təşkil edən polimer zəncirlərinə və makromolekullara nisbətən böyük mexaniki gərginlik düşür və bu gərginlik makromolekulların yürüklüyünün, nəticədə elektrik keçiriciliyinin aşağı düşməsinə səbəb olur.



Şək.3. İlkin ASPE, orientasiya olunmuş ASPE və ASPE/Cu₂S nanokompozitinin $lg\rho=f(1/T)$ asılılığı

Müəyyən temperaturdan sonra orientasiya olunmuş nümunələrin xüsusi müqaviməti daha sürətlə düşməyə məruz qalır ki, bunun da səbəbi mexaniki gərginlik altında olan makromolekulların yürüklüyünün daha kəskin dəyişməsidir.

ASPE üçün müşahidə olunan $lg\rho=f(1/T)$ asılılığına görə demək olar ki, temperaturun artımı nümunənin həcmində və səthində polimer matrisanın struktur vahidlərinin yürüklüyünü artıraraq orientasiya olunmuş polimerin elektrik keçiriciliyini dəyişir. ASPE/Cu₂S nanokompozitlərində isə nanohissəciklər məsamələrdə formalaşaraq makromolekulların

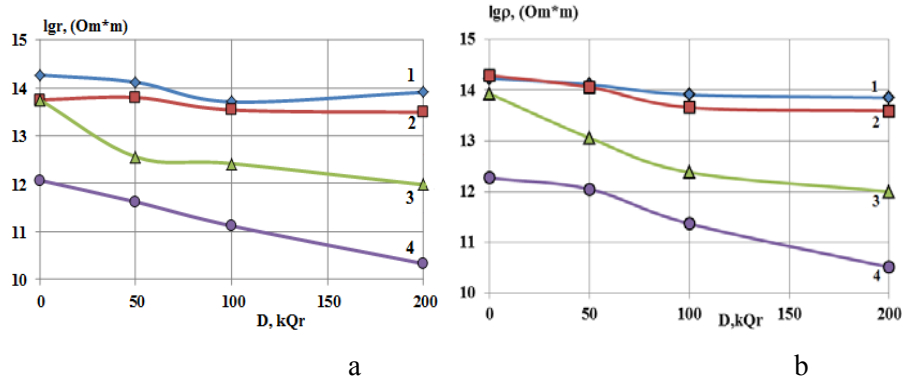
yürüklüyünün azalmasına və termik davamlılığın (stabilliyin) artmasına səbəb olur. Digər tərəfdən matrisaya məxsus molekulyar zəncirin struktur vahidlərinin nanohissəciyin səthi ilə qarşılıqlı təsirdə (bağlı) olması kompozitin elektrik keçiriciliyinə məxsus aktivləşmə enerjisinin azalmasına və qismən keçiriciliyin artmasına səbəb olur. Bu ilkin ASPE, orientasiya olunmuş ASPE və ASPE/Cu₂S nanokompozitinin müqayisəli asılılığında özünü daha yaxşı göstərir (şək. 3).

Şüalandırılmış ASPE/CdS nanokompozitlərinin asılılıqlarının aşağıtemperaturlu hissəsində (293-353K) müşahidə olunan minimum şüalanma dozasının artması ilə aradan çıxır, yuxarıtemperaturlu hissədə (353-423K) isə polimerdə olduğu kimi, doza artdıqca artan meyl bucağına malik əyrilər müşahidə edirik. Arrenius koordinatlarında qurulmuş bu asılılıqlardan keçiricilik prosesinin aktivləşmə enerjisi hesablanmış və göstərilmişdir ki, keçiricilik prosesinin aktivləşmə enerjisi qamma şüalanmanın dozası artdıqca artır. Bu ionlaşdırıcı radiasiyanın kompozitlə qarşılıqlı təsirindən keçiricilik mexanizminə təsir edə bilən tikilmə və destruksiya kimi struktur dəyişmələrindən xəbər verir.

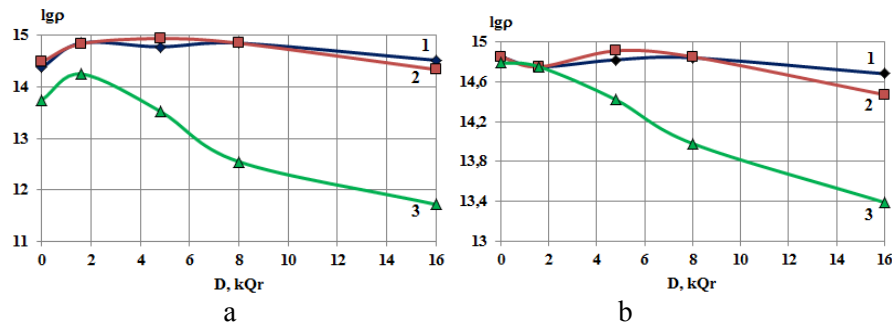
Şəkil 4-də ilkin və müxtəlif dozada şüalandırılmış ASPE/3ts.CdS və ASPE/6ts.CdS kompozitləri üçün $\lg\rho=f(1/T)$ asılılığından alınmış ρ -nun müxtəlif temperatura uyğun qiymətlərinin şüalanma dozasından asılılığı təqdim edilmişdir. Göründüyü kimi, aşağı temperaturlarda (293-323K) xüsusi müqavimətin qiyməti hər iki kompozit üçün təqribən eyni qaydada, çox az dəyişir. Əsas dəyişikliklər yuxarı temperaturlar oblastında (373-423K) müşahidə olunur və ASPE/3ts.CdS kompozitinin 373K temperatura uyğun xüsusi müqavimətinin dəyişməsinin əsas hissəsi polimerin miqdarının çox olması səbəbindən aşağı dozalara (50kQr) düşür. ASPE/6ts.CdS kompozitləri üçün bu dəyişmə doldurucunun miqdarının artması ilə polimer-doldurucu qarşılıqlı təsirinin artması səbəbindən daha yuxarı dozalara (100kQr) qədər davam edir. Bu kompozitlərin daha yüksək temperaturlarda (423K) ölçülmüş $\lg\rho=f(D)$ asılılığında polimer zəncirlərinin mütəhərriqliyinin artması səbəbindən monoton olaraq azalma müşahidə olunur.

Oxşar asılılıqlar şəkil 5-də PTFE/3ts.CdS və PTFE/6ts.CdS kompozitləri üçün təqdim edilmişdir. Burada da aşağı temperaturlarda (298 və 373K) xüsusi müqavimətin qiyməti hər iki kompozit üçün təqribən eyni qaydada, çox az, xəta daxilində dəyişir. Nəzərəçarpacaq dəyişikliklər yuxarı temperaturlar oblastında, xüsusi müqavimətin 473K temperatura uyğun qiymətlərində müşahidə olunur. PTFE/3ts.CdS kompoziti üçün

473K temperatúra uyğun xüsusi müqavimətinin dəyişməsinin əsas hissəsi polimerin miqdarının çox olması səbəbindən aşağı dozalara (8kQr) düşür.



Şək. 4 ASPE/3ts.CdS (a) və ASPE/6ts.CdS (b) nanokompozitlərinin müxtəlif temperatúra uyğun xüsusi müqavimətinin şüalanma dozalarından asılılığı: 1-293K; 2-323K; 3-373K; 4-423K



Şək.5. PTFE/3ts.CdS və PTFE/6ts.CdS kompozitlərinin müxtəlif temperatúra uyğun xüsusi müqavimətinin şüalanma dozalarından asılılığı: 1-298K; 2-373K; 3-473K;

PTFE/6ts.CdS kompozitləri üçün bu dəyişmə doldurucunun miqdarının və polimer zəncirlərinin mütəhərrikiyinin artması səbəbindən daha yuxarı dozalara (16kQr) qədər davam edir.

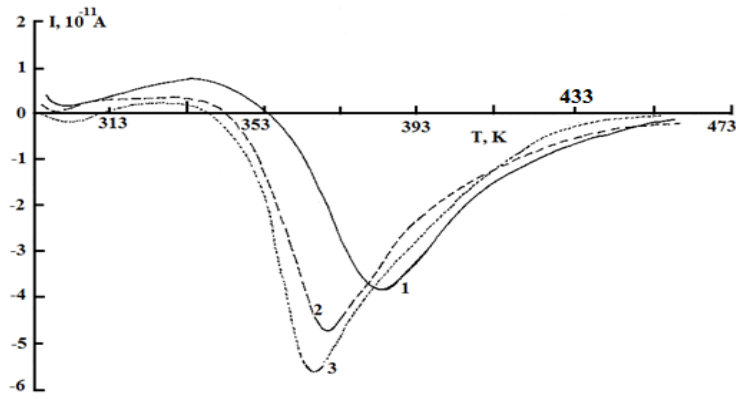
γ-şüalarla modifikasiya olunmuş polimerlər əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS nanokompozitlərinin termik işlənməsi zamanı səthə yaxın hissədə formalaşdırılmış nanohissəciklər kompozitin həcminə nüfuz edərək aktivləşmə enerjisinin dəyişməsinə səbəb olan səthi aktiv

mərkəzlərin (energetik səviyyələrin) məhvinə səbəb olur və bununla da aktivləşmə enerjisinin qiyməti stabilləşir. Göstərilmişdir ki, nanokompozitə qamma şüalanmanın təsirindən sonra polimer matrisada yaranan struktur dəyişiklikləri matrisa-nanohissəcik arasında formalaşan fazalararası sərhəddin xarakteristikasını dəyişərək nanokompozitin elektrofiziki xassələrinin dəyişməsinə səbəb olur.

Dördüncü fəsilə ASPE və PTFE təbəqələri və onlar əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS, və PTFE/CdS nanokompozitlərinin elektret xassələri və yük halının qamma şüalanmadan əvvəl və sonra tədqiqi nəticələrinin müqayisəli analizi öz əksini tapmışdır.

Əvvəlcədən şüalandırılmış matrisa əsasında formalaşdırılmış PTFE/3tsiklCdS kompozitlərinin TSD cərəyanları maksimumunun şüalanma dozasının artması ilə yüksək temperaturlara tərəf sürüşməsi bir tərəfdən aşağı dozalarda şüalandırılmış polimer təbəqələrinin daha yaxşı orientasiya qabiliyyətinə malik olması və yığılan yüklərin dərin tələlərdə tutulması, digər tərəfdən formalaşan polimer-hissəcik fazalararası sərhəddində qarşılıqlı təsirin yüksəlməsi ilə əlaqədardır.

6 sayılı şəkildə əvvəlcədən müxtəlif dozalarda şüalandırılaraq 3 tsikldə formalaşdırılmış PTFE/CdS kompozitlərinin TSD cərəyanları spektrinə məxsus əyriyə verilmişdir. Spektrlərin müqayisəli analizi göstərir ki, şüalanma dozasının artması ilə TSD cərəyanları maksimumu aşağı temperaturlara tərəf sürüşür. Eyni qanunauyğunluq 6 tsikldə formalaşdırılmış kompozit nümunələri üçün də özünü doğruldur. Hesab edirik ki, bunun səbəbi aşağı dozalarda şüalandırılmış polimer təbəqələrinin daha yaxşı orientasiya qabiliyyətinə malik olmasıdır ki, bu da daha dərin kreyzlərin yaranmasına və yüksəkməsaməli strukturların formalaşmasına səbəb olur. Nəticədə nanohissəciklər polimer matrisanın daha dərin qatlarında formalaşmış olur, matrisa ilə qarşılıqlı təsir artır və yığılan yük də daha dərin tələlərdə tutulmuş olur. Şüalanma dozasının artması ilə polimer matrisanın mexaniki xassələrinin, yəni orientasiya qabiliyyətinin pisləşməsi baş verir, kreyzlərin ölçüləri və konsentrasiyası kiçilir. Bu isə öz növbəsində yaranan nanohissəciklərin səthdə və səthyanı oblastda formalaşaraq aşağı enerjili tələlərdə stabilləşmiş yüklərin konsentrasiyasının artmasına və TSD cərəyanları maksimumunun yerini dəyişərək aşağı temperaturlar oblastına sürüşməsinə səbəb olur.

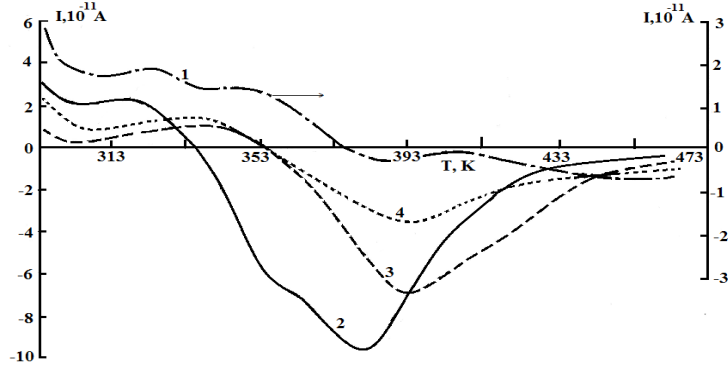


Şək.6. Əvvəlcədən müxtəlif dozalarda şüalandırılaraq formalaşdırılmış PTFE/3tsCdS nanokompozitlərinin TSD cərəyanları spektrləri:
 1 – $D = 1,7 \text{ kQr}$; 2 – $D = 4,2 \text{ kQr}$; 3 – $D = 8,4 \text{ kQr}$

İndi formalaşdırıldıqdan sonra müxtəlif dozalarda şüalandırılmış PTFE/3tsCdS nanokompozitlərinin elektret xassələri və yük halını araşdıraraq. Bu halda γ - şüalanma ümumilikdə nanokompozitlə, yəni eyni zamanda həm matrisa, həm də formalaşmış nanohissəcik ilə qarşılıqlı təsirdə olur. 7 sayılı şəkildə 3 tsiklə formalaşdırılmış PTFE/CdS nanokompozitinin ionlaşdırıcı şüalanmadan əvvəl və sonra alınmış TSD cərəyanları spektrləri verilmişdir. TSD spektrlərinin müqayisəli analizi əsasında γ -şüalarla $D=1,7 \text{ kQr}$ dozaya kimi şüalandırılmış nümunədə daha çox yük yığıldığını söyləmək olar.

Tədqiqatlar bu tendensiyanın PTFE/CdS nanokompozitlərinin tərkibində doldurucunun miqdarı dəyişdikdə də belə doğru olduğunu söyləməyə əsas verir. PTFE/CdS nanokompozitlərinin qamma şüalanmasından sonra onların bütün həcmi boyunca radikallar və sərbəst yüklər yaranır. Həm şüalanma, həm də şüalanmadan sonrakı dövrdə polimer nanokompozitin səthində və səthyanı müəyyən qalınlığında yaranan makroradikallar isə onun yük halının və elektroaktiv xassələrinin dəyişməsinə səbəb ola bilər. Yuxarıda dediyimiz kimi PTFE üçün radikal yaranmanın maksimumu udulma dozasının $2-5 \text{ kQr}$ oblastına düşür. Bizim, yük halının dəyişməsinə görə aldığımız nəticənin, başqa tədqiqatçıların işlərindən alınan nəticələr ilə müqayisəsi kiçik dozalarda şüalandırılmış PTFE/CdS nanokompozitlərində yaranan radiasiya defektlərinin konsentrasiya və qiymətinin daha yüksək olduğunu

söyləməyə əsas verir, doza artdıqca isə matrisada gedən destruksiya səbəbindən bu parametrlərin nisbətən azalması müşahidə olunur. Nəticədə yığılmış yükün nisbətən yüksək qiymətləri şüalanma dozasının nisbətən aşağı qiymətlərinə təsadüf edir və TSD spektrlərindən görüldüyü kimi, şüalanma dozası artdıqca maksimumun amplitudu azalır və o, yüksək temperaturlara tərəf yerini dəyişir. Belə ki, şüalanma dozası artdıqca polimer matrisanın zəif hissələrində, kreyzlər oblastındakı fibrillərdə destruksiya prosesləri güclənir və polimer zəncirlərində destruksiya nəticəsində yaranan elementlər özünü energetik baxımdan dərin tələlər kimi apararaq formalaşdırılan CdS nanohissəciklərinin səthi ilə qarşılıqlı təsire girir və TSD maksimumlarının yüksək temperaturlara tərəf sürüşməsinə səbəb olur (3 əyrisi).



Şək. 7. PTFE/3tsikCdS nanokompozitinin ilkin və müxtəlif dozalarda γ -şüalanmadan sonra alınmış TSD cərəyanları spektrləri:
1 – ilkin PTFE/CdS; 2 – $D = 1.7\text{kQr}$; 3 – $D = 4.2\text{kQr}$; 4 – $D = 8.4\text{kQr}$

Lakin, elmi təcrübələrin göstərdiyi kimi, dozanın sonrakı artımı kompozitin əsası olan matrisada destruksiyanın güclənməsi səbəbindən fəzalararası sərhəddə məxsus strukturun dağılmasına və TSD spektrlərində maksimuma məxsus amplitudun yenidən azalmasına səbəb olur (əyri 4). Digər tərəfdən elmi ədəbiyyatdan məlumdur ki, ionlaşdırıcı şüalanmanın təsirindən polikristallik CdS nanohissəciklərinin amorf fazasının kristallaşması səbəbindən hissəciklərin ölçüsünün artması, yəni, nanohissəciklərin klasterləşməsi prosesi baş verir. Hissəciklərin ölçülərinin artması isə məlum olduğu kimi, effektiv səthin və uyğun olaraq yığılan

yükün konsentrasiyasının azalmasına səbəb olur. TSD spektrlərində 453-473K temperatur intervalında ilkin PTFE matrisaya məxsus geniş energetik spektrə malik dərin tələlərdə tutulmuş həcmi yüklərin sərbəstləşməsi ilə yaranan enli maksimum müşahidə olunur.

Sonda deyə bilərik ki, formalaşdırıldıqdan sonra şüalandırılmış PTFE/CdS nanokompozitlərin yük halında və elektret xassələrində γ -şüalanmanın təsiri zamanı dozanın qiymətindən asılı olaraq baş verən dəyişikliklərin səbəbi radiasion defektlərin və kvazistabil radikalların konsentrasiya paylanmasıdakı fərqlərdir. Bu fərqlər polimer-nanohissəcik fazalararası qarşılıqlı təsirin xarakterinin dəyişməsinə və nəticədə TSD cərəyanları spektrlərinə məxsus maksimumlar arasında nisbət də dəyişməsinə səbəb olur.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Polietilen və politetraftoretillen təbəqələrin orientasiyalı dartılma ilə kreyz olunmuş strukturlarının məsamələrində kimyəvi sorbsiya üsulu ilə formalaşdırılan və 3-100 nm ölçülü CdS, Cu₂S nanohissəcikləri əsasında nanokompozitlər alınmış və ilk dəfə onların strukturuna və elektrofiziki xassələrinə γ -şüalanmanın təsiri öyrənilmişdir.
2. Müəyyən edilmişdir ki, ASPE və ASPE/Cu₂S əsaslı nanokompozitlərin $lg\rho=f(1/T)$ asılılığı aktivləşmə enerjisi $E_a=0,11-0,31eV$, $0,42-0,59eV$ və $0,17-0,42eV$ intervalında dəyişən, müxtəlif meyl bucağına malik iki düzxətli hissədən ibarətdir. Kompozit üçün aktivləşmə enerjisinin azalması polimerdə və polimer-nanohissəcik fazalararası sərhəddində qarşılıqlı təsirin xarakteri ilə müəyyən olunur.
3. Göstərilmişdir ki, adsorbsion aktiv maye mühitində kreyz olunmuş polietilen əsasında formalaşdırılmış ASPE/CdS kompozit nümunələrinin elektrik xassələrində termik işlənmədən sonra baş verən dəyişikliklər, RTL spektrlərindən müəyyən olunan β -keçilərdə 5-7K temperatur sürüşmələrindən göründüyü kimi, polimerin strukturunun və polimer-nanohissəcik qarşılıqlı təsirinə dəyişməsi ilə bağlıdır.
4. Müəyyən edilmişdir ki, γ -şüalanmanın təsirindən (PTFE: $D=1,6\div 16$ kQr; PE: $D=50\div 200$ kQr) polimer matrisada gedən tikilmə və destruksiya prosesləri strukturun və matrisa-nanohissəcik fazalararası sərhəddinin adgeziv xarakteristikasının dəyişməsinə və bu da nanokompozitin elektrofiziki xassələrinin və yük halının dəyişməsinə şərtləndirir.
5. γ -şüalandırılmış ($D=1,7\div 8,4$ kQr) və kreyz olunmuş PTFE matrisa əsasında alınan PTFE/CdS nanokompozitlərində yük halının dəyişməsinin səbəbi γ -şüalanmadan sonra matrisanın oriyentasiya qabiliyyətinin zəncirlərarası destruksiya prosesləri hesabına zəifləməsi və bioqrafik məsamələrin kiçilməsi nəticəsində səthdə və səthyanı oblastda yaranan aşağı enerjili tələlərdə stabilləşmiş yüklərin konsentrasiyasının artmasıdır.
6. Müəyyən edilmişdir ki, PTFE/CdS nanokompozitlərində γ -şüalanmanın təsiri ilə ($D=1,7\div 8,4$ kQr) yük halının dəyişməsinin səbəbi dozadan asılı olaraq matrisada defektlərin və kvazistabil radikalların konsentrasyon paylanmasıdakı fərqlərdir.

**DİSSERTASIYANIN ƏSAS NƏTİCƏLƏRİ ÜZRƏ ÇAP
OLUNMUŞ ELMİ İŞLƏRİN SİYAHISI**

1. Магеррамов А.М., Нуриев М.А., Садыгов Х.А., Шукюрова А.А. Электрические свойства нанокмозитов ПЭНП/Cu2S// Матер. I Межд. науч. конф. «Нанотехнологии и применение их в технике», Ваку, АТУ, 2010, с.58-61
2. Магеррамов А.М., Нуриев М.А., Шукюрова А.А., Аллахъяров Э.А. Нанокмозиты на основе одноосноориентированных полимеров //Матер. I Межд. науч. конф. «Нанотехнологии и применение их в технике», Ваку, АТУ, 2010, с.98-101
3. Магеррамов А.М., Нуриев М.А., Шукюрова А.А., Электретные свойства наноструктурированных пленок политетрафторэтилена. Пластические массы, 2012, №10, с.9-11
4. M.A. Nuruyev, A.M. Maharramov, A.A. Shukurova, I.M. Nuriyev, Electric properties of LDPE-CdS nano-composites on the base of pre-irradiated polymer //Fizika jour.,2014, vol.XX №4, p.31-33
5. M.A. Nuruyev, A.M. Maharramov, A.A. Shukurova, I.M. Nuriyev, Influence of heat treatment on the conductivity and radiothermoluminescence of nanocomposites LDPE-CdS obtained by the method of crazing in liquid media// International Journal of Materials Science and Applications, 2014, 3(6-1), pp.7-10
6. Магеррамов, М.А. Нуриев, А.А. Шукюрова, Ориентации облученных пленок полиэтилена низкой плотности и электропроводность его композиций с наночастицами - Cu2S// Перспективные материалы, 2015, №5, с.62-68
7. A.M. Maharramov, M.A. Nuruyev, A.A. Shukurova, S.M. Nuriyev, Effekt of γ -radiation the charge state of PTFE/CdS nanocomposites// Journal of Radiation Researchs, vol.2, №1, 2015, pp.18-25
8. Магеррамов А.М., Нуриев М.А., Шукюрова А.А. Влияние γ -облучения на механические и электрические свойства нанокмозитов полиэтилен-Cu2S// М.М.Мәкикзадәнин 100 illik yubileyinə həsr olun.konf., 2010, Bakı, s.75-77
9. А.М.Мәһәргәмов, М.А.Нуриев, Х.А.Садıқов, Ә.Ә.Şüküрова Politetraфторетиленин orientasion dartılması ilə formalaşdırılmış

- nanoməsəmali strukturların elektret xassələri// “Radiasiya və ətraf mühit “ A.A.Qəribovun 60 illik yubileyinə həsr olunmuş konf. Bakı, 2010, s.31-32
10. Магеррамов А.М., Нуриев М.А., ШукюроваА.А. Нанокмозиты на основе Cu₂S и γ-облученных пленок ПЭ// “Altern. və bəgra olunan enerji mənbələri” Respub. konf. materialları, 2011, с.85-87
 11. Магеррамов А.М., Нуриев М.А., Садыгов Х.А., ШукюроваА.А. Оптические характеристики полимерных композитов ПЭПП с наночастицами сульфида кадмия//IV междун. конф. Инс. радиац. проблем НАНА, Баку, 2011, с.120
 12. Nuriev M.A., Maharramov A.M., Sadigov X.A., ШукюроваА.А. Features orientational drawing γ-Irradiation of Polyethylene in the Liquid Medium //International Conf. “Nuclear Science and its Application”, Samarkand, september 25-28, 2012, pp.203-204
 13. Nuriev M.A., Maharramov A.M., Шукюрова А.А., Nuruyev I.M. Electrical Properties of PLD-CdS Nanocomposites Based on Pre-Irradiated Polymers// International Conf. “Nuclear Science and its Application”, Samarkand, september 25-28, 2012, pp.204-206
 14. М.А. Нуриев, А.М. Магеррамов, Х.А. Садыгов, Шукюрова А.А. Воздействие γ-облучения на электрические свойства нанокмозитов// The V International conf. “Perspectives of peaceful use of nuclear energy”, Baku, 2012, p.120
 15. М. А. Нуриев, А. М. Магеррамов, А.А. Шукюрова, А.А. Набиев Зарядовое состояние электретов из нанокмозитов ПТФЭ/CdS// Rad.tədq. və onların praktiki aspektleri VIII konf. 20-21 noyabr, 2013, Bakı, Azərbaycan, s.69
 16. М.А. Nuriyev, А.М. Maharramov, А.А. Shukurova, Influence of gamma irradiation on charge state of nanocomposites PTFE/CdS// VII Eurasian Conf. «Nuclear Science and ITS Application», Baku, 2014, pp. 244-245
 17. М.А. Nuruyev, А.М. Maharramov, V.G. Nikolskiy, А.А. Shukurova Charge state of nanocomposites PTFE/CdS formed on the basis o pre-irradiated polytetrafluoroethylene//VII Eurasian Conf. «Nuclear Science and ITS Application», Baku, 2014, pp. 242-243
 18. А.М. Магеррамов, М.А. Нуриев, А.А.Шукюрова, А.И.Гасымова Действие γ- облучения на диэлектрические свойства нанокмозитов на основе крейзованных полиэтилен/CdS// “Макромолекулар кимyası, üzvi sintez və kompozit materiallar” Resp. elmi konf., Sumqayıt, 2016, s.103-105.

АДАЛЕТ АЛИ кызы ШУКЮРОВА

Влияние γ -излучения на электрофизические свойства нанокompозитов на основе ориентированного полиэтилена и политетрафторэтилени с сульфидами

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена изучению влияния γ -излучения на электрофизические свойства нанокompозитов на основе ориентированного полиэтилена низкой плотности (ПЭНП) и политетрафторэтилена (ПТФЭ) в порах которых, методом послойной хемосорбции сформированы наночастицы сульфида кадмия (CdS) и сульфида меди (Cu₂S) с размерами частиц 10-100нм. Эти материалы могут быть применены в качестве активного материала в различной области науки и техники.

Показано, что в зависимости от цикла формирования изменяется размер и концентрация наночастиц в полимерной матрице и соответственно, электрофизические свойства композитов. Диапазон воздействия гамма радиации для композитов на основе ПЭНП составила $\sim 50 \div 200$ кГр, а для композитов на основе ПТФЭ, $\sim 1,6 \div 16$ кГр. Воздействие гамма радиации при низких дозах приводит к сшиванию, а при высоких дозах к деструкции в полимерной матрице и межфазном слое полимер-наполнитель, который сопровождается изменением электрофизических параметров нанокompозитов.

Установлено, что у композитов ПТФЭ/CdS полученных на основе предварительно облученных и крейзованных ПТФЭ причина изменения зарядового состояния является результатом релаксации накопленного заряда стабилизированных в глубоких энергетических ловушках созданных воздействием ионизирующего излучения. А причина изменения зарядового состояния у композитов ПТФЭ/CdS на основе крейзованных ПТФЭ и облученных после их формирования является разницей концентрационного распределения дефектов, квазистабильных радикалов в полимерной матрице и кластеризация наночастиц CdS после воздействия γ - излучения сопровождающейся уменьшением эффективной поверхности межфазного слоя.

Effect of γ -radiation on the electrophysical properties of nanocomposites based on oriented polyethylene and polytetrafluoroethyleni with sulphides

SUMMARY

The thesis is devoted to the study of the effect of γ -radiation on the electrophysical properties of nanocomposites based on oriented low-density polyethylene (LDPE) and polytetrafluoroethylene (PTFE) in the pores of which, by layer-by-layer chemisorption, nanoparticles of cadmium sulfide (CdS) and copper sulfide (Cu₂S) with particle sizes of 10 -100nm. These materials can be used as active material in various fields of science and technology.

It is shown that, depending on the formation cycle, the size and concentration of nanoparticles in the polymer matrix and, accordingly, the electrophysical properties of the composites change. The gamma radiation exposure range for LDPE-based composites was $\sim 50 \div 200$ kGy, and for composites based on PTFE, $\sim 1.6 \div 16$ kGy. The effect of gamma radiation at low doses leads to cross-linking, and at high doses to degradation in the polymer matrix and the interfacial layer of the polymer-filler, which is accompanied by a change in the electrophysical parameters of the nanocomposites.

It has been established that for PTFE / CdS composites obtained on the basis of previously irradiated and crazed PTFE, the reason for the change in the charge state is the result of the relaxation of the accumulated charge stabilized in deep energy traps created by ionizing radiation. The reason for the change in the charge state of PTFE / CdS composites based on crazed PTFE and irradiated after their formation is the difference in the concentration distribution of defects, quasi-stable radicals in the polymer matrix, and clustering of CdS nanoparticles after exposure to γ radiation accompanied by a decrease in the effective interface surface.

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА
ИНСТИТУТ РАДИАЦИОННЫХ ПРОБЛЕМ**

На правах рукописи

АДАЛЕТ АЛИ кызы ШУКЮРОВА

**“ВЛИЯНИЕ γ -ИЗЛУЧЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ
ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА И
ПОЛИТЕТРАФТОРЭТИЛЕНА С СУЛЬФИДАМИ”**

2225.01 –Радиационное материаловедение

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

**диссертации на соискание ученой степени
доктора философии по физике**

Баку – 2017