

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
BAKİ DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

Əlyazması hüququnda

XƏDİCƏ RAMİZ QIZI ƏHMƏDOVA

ALÜMİNİUM NANOHİSSƏCİKLƏRİNİN PE+TLINSE2
KOMPOZİTLƏRİNİN QURULUŞUNA VƏ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

2222.01 – Nanoquruluşların fizikası və texnologiyası

Fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi
dərəcəsi almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

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

BAKİ- 2016

Dissertasiya işi Azərbaycan Texniki Universitetinin Fizika kafedrasında yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

Eldar Mehralı oğlu Qocayev
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,
professor, Əməkdar Elm xadimi

Rəsmi opponentlər:

İzzət Məmməd qızı Əfəndiyeva
fizika üzrə elmlər doktoru, BDU-nun elmi
tədqiqat hissəsinin rəisi, Fizika Problemləri
Elmi Tədqiqat İnstitutunun “Yarımkeçiricilər
fizikası” şöbəsinin baş elmi işçisi

Müsafir Məzahir oğlu Quliyev

fizika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent, AMEA-
nın Radiasiya Problemləri İnstitutunun
aparıcı elmi işçisi

Aparıcı təşkilat:

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti,
Fizika kafedrası.

Müdafiə ____24/11_____ 2016-cı il, saat “____”-da Bakı Dövlət
Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən D.02.012 Dissertasiya Şurasının
iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ 1148, Bakı şəh., Z.Xəlilov küç., 23, BDU, əsas bina, 437 saylı
auditoriya

Dissertasiya ilə Bakı Dövlət Universitetinin elmi kitabxanasında tanış
olmaq olar.

Avtoreferat “____” _____ 2016-cı ildə göndərilmişdir.

**D.02.012 Dissertasiya
Şurasının elmi katibi:**

f.r.e.n., dos. M.R. Rəcəbov

TƏDQIQATIN ÜMUMİ SƏCİYYƏSİ

Mövzunun aktuallığı: Polimerlər və onların əsasında alınmış kompozisiya materialları dielektrik və elektret materiallar kimi praktikada geniş tətbiq olunurlar. Polimerlərin keyfiyyətli dielektrik xarakteristikalarına, o cümlədən, məxsusi elektrik müqavimətinə, elektrik möhkəmliyinə və s. malik olmaları səbəbindən onlardan izolyasiya materiallarının, elektron cihazlarının, kondensatorların hazırlanmasında, yüksək gərginlik maşınlarının, generatorların, həmçinin digər çoxsaylı qurğuların yaradılmasında geniş miqyasda istifadə olunur. Bu imkanlar müxtəlif mənşəli dolduruculardan istifadə edilməsilə alınan yeni tərkibli kompozitlərdə daha da artır. Polimer kompozisiyalarının çoxşaxəliliyi və onların əsasında fiziki-kimyəvi xassələri geniş miqyasda dəyişə bilən materialların alınma bilməsi, onlardan mikroelektronika və radiotexnikada konstruksiya materialları kimi istifadə edilməsinə geniş imkanlar açır. Məsələn, mikrosistem texnikası üçün müxtəlif tip yüksək məxsusi tutuma malik kondensatorların hazırlanması, kondensator köynəkləri arasında yerləşdirilmiş polimer təbəqələrin işçi gərginliyinin və dielektrik nüfuzluğunun artırılması ilə əldə edilir. Polimer əsaslı dielektriklərə qoyulan tələblər aşağıdakılardır: yüksək elektrik və mexaniki dözümlülük, istiliyə və elektrik sahəsinə davamlılıq, kimyəvi təsirlərə və radiasiyaya davamlılıq, ən əsası isə qiymətlərinin ucuz olmasıdır. Polimerlər çoxlu sayda eyni atom qruplaşmalarından ibarət uzun molekulaların kimyəvi rabitəsindən alınan materiallardır. Məmulatların yüksək keyfiyyəti, seçilmiş materiallar və texnoloji proseslər, texnikanın arzu olunan tələbatını ödəməlidir. Bunlar aşağıdakılardır: elektrik və mexaniki möhkəmlik, dielektrik nüfuzluğu, dielektrik itki bucağının tangensi və s. Kosmik aparatlarda, atom reaktorlarının elektroizolyasiya materiallarının hazırlanmasında, ötürücülərdə, enerji çevricilərində istifadə olunan polimerlər və onların əsasında alınan kompozitlər müxtəlif təsirlərə məruz qalırlar. Məlum olduğu kimi, polimerlər və onların əsasında alınan kompozisiya materialları kifayət qədər yüksək temperaturlarda xarici elektrik sahəsinin təsirinə məruz qaldıqdan sonra həcmi yük polyarlaşmasına uğrayaraq, elektret xassəsinə malik olurlar. Polimer materialların elektret xassələrindən elektroakustik qurğularda (pyzeoelektrik çevriciləri), hava təmizləyici qurğularda (elektret süzgəcləri), kseroqrafiyada (elektroqrafik materiallar) və s. geniş istifadə olunur. Elektret materialının əsas xarakteristikaları elektrik yükünün qiyməti və onun sabilliyi hesab olunur. Sabit maqnitlərin elektrik analoqu

olan elektretlər hazırda geniş miqyasda tətbiq olunur. Onlardan yeyinti texnikasından tutmuş xüsusi təyinatlı texnikaya qədər geniş miqyasda istifadə olunurlar.

Tələb olunan xassəli elektretlərin alınmasına ehtiyacın ödənilməsi, onların dielektrik və elektrik xassələrinin daha dərinlən və hərtərəfli öyrənilməsinə tələb edir.

Elektretlərə maraq polimerlər fizikasının və kimyasının sürətlə inkişaf etməsi ilə əlaqədardır. Praktikada tətbiq olunan elektretlərin əksəriyyəti polimer dielektriklərdir. Onlardan floropolimerləri, politetraflorotileni (PTFE), sopolimer heksaflorpropileni, tetraflorotileni göstərmək olar.

Polimer dielektriklərdə əvvəllər kristallik bərk cisimlərdə müşahidə edilən pyzeoeffekt kəşf edildikdən sonra, polimer pyezo- və seqnotoelektretlər də həmin materialların elektret xassələri ilə paralel olaraq intensiv sürətdə öyrənilir. Bu baxımdan, son illərdə həm aşağı, həm də yüksək təzyiqli polietilenlərə və polipropilenə üçqat birləşmələrdən və onların bərk məhlullarından əlavələr edilməklə yeni kompozisiya materiallarının alınması və tədqiqi ilə həm praktiki, həm də elmi baxımdan xüsusi əhəmiyyət kəsb edən maraqlı nəticələr alınmışdır. Belə ki, $\text{ASPE}+\text{TlInSe}_2$ kompozit materiallarının, xüsusi texnoloji rejim seçilməklə fiziki-kimyəvi analizləri aparılmış, elektrik və dielektrik xassələrinin öyrənilməsi ilə həmin kompozitlərin təmiz ASPE-dən dəfələrlə yüksək yaşama müddətinə malik elektretlər olması aşkar edilmişdir. Sonrakı tədqiqat işlərində yüksək sıxlıqlı polietilenə (YSPE) və polipropilenə (PP) TlInSe_2 və $\text{TlIn}_{1-x}\text{Sm}_x\text{Se}_2$ birləşmə və bərk məhlullarından müxtəlif miqdarda əlavələr etməklə alınan yeni kompozit materiallarının da təmiz YSPE və PP-dən dəfələrlə yüksək yaşama müddətinə malik elektretlər olması da eksperimental yolla təsdiq edilmişdir. Beləliklə, tamamilə aşkar görünür ki, həm aşağı, həm də yüksək təzyiqli polietilenlərə və polipropilenə yeni, perspektivli çoxkomponentli yarımqəçirici birləşmə və bərk məhlullardan əlavələr edilməsilə alınan yeni kompozit materialları maraqlı tədqiqat obyektləri hesab oluna bilər. Beləliklə, $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{III}}\text{C}_2^{\text{VI}}$ tip birləşmələrdən əlavələr etməklə alınan kompozitlərin tədqiqinin aktuallığı şübhəsizdir.

Dissertasiya işinin məqsədi:

TlInSe_2 əlavəli, aşağı sıxlıqlı polietilen əsaslı kompozit materiallarının səth quruluşlarına və xassələrinə nanohissəciklərin təsirinin araşdırılmasıdır.

Qeyd olunan məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlərin həll

edilməsi zəruri olmuşdur:

- müvafiq texnoloji rejimlər seçilməklə yeni sinif $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2$ və $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2 + y\text{həcm}\% \text{səthi Al}_2\text{O}_3$ ilə örtülmüş Al kompozitlərinin alınması;
- atom qüvvə mikroskopu üsulu (AQM) ilə $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2$ və $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2 + y\text{həcm}\% \text{səthi Al}_2\text{O}_3$ ilə örtülmüş Al kompozitlərinin səthlərinin mikroyeşillərinin əlavələrin və nanohissəciklərin miqdarından asılı olaraq tədqiq edilməsi ;
- kompozitlərin elektret xassələrinin, onların formalaşma mexanizmlərinin, dielektrik nüfuzluqlarının və dielektrik itki bucağının tangensinin temperatur və tezlik xarakteristikalarının tədqiqi;
- $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2$ kompozitlərində elektret effektinin formalaşmasında fiziki və texnoloji amillərin rolunun aydınlaşdırılması;
- $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2$ və $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2 + y\text{həcm}\% \text{səthi Al}_2\text{O}_3$ ilə örtülmüş Al kompozitlərində termostimullaşdırılmış depolyarlaşma spektrlərinin tədqiqi;
- $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2$ və $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2 + y\text{həcm}\% \text{səthi Al}_2\text{O}_3$ ilə örtülmüş Al kompozitlərində radiotermoluminissensiya effektinin tədqiqi;
- səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş alüminium nanohissəciklərinin $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2$ kompozitlərinin mexaniki gərginliyə və elektrik sahəsinin təsirinə qarşı dözümlülüklərinə təsirinin tədqiqi;
- $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2$ və $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2 + y\text{həcm}\% \text{səthi Al}_2\text{O}_3$ ilə örtülmüş Al kompozitlərinin tətbiq olunma imkanlarının araşdırılması.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

1. TlInSe_2 əlavəsinin və səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş alüminium nanohissəciyinin miqdarından asılı olaraq ASPE əsaslı kompozit materiallarının səthlərinin mikroyeşillərinin dəyişməsi.

2. Dielektrik nüfuzluğunun və dielektrik itki bucağının kənar amillərdən, əlavələrin və nanohissəciklərin miqdarından asılılıqlarının qanunauyğunluqları.

3. $\text{ASPE} + \text{TlInSe}_2$ kompozitlərinin elektrik xassələrinin temperaturdan və əlavələrin miqdarından asılılıqları.

4. $\text{ASPE} + \text{TlInSe}_2$ kompozitlərinin depolyarlaşma spektrlərinin əlavələrin və nanohissəciklərin miqdarından asılı olaraq dəyişməsinin qanunauyğunluqları.

5. $\text{ASPE} + \text{TlInSe}_2$ kompozitlərində radiotermoluminissensiya spektrlərinin xarakterinə səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş alüminium nanohissəciklərinin təsiri.

6. ASPE+TlInSe₂ kompozitlərinin mexaniki gərginliyə və xarici elektrik sahəsinə davamlılığına səthi Al₂O₃ ilə örtülmüş alüminium nanohissəciklərinin təsiri.

7. ASPE+xhəcm%TlInSe₂ və ASPE+xhəcm%TlInSe₂+yhəcm% səthi Al₂O₃ ilə örtülmüş Al tip kompozitlərinin təbii sahələri.

İşin elmi yeniliyi:

1. İlk dəfə olaraq ASPE-yə müxtəlif miqdarda TlInSe₂ birləşməsindən və alüminium nanohissəciklərindən əlavələr edilməklə yeni sinif kompozit materialları alınmışdır.

2. İlk dəfə olaraq ASPE+TlInSe₂ kompozitlərinin səthlərinin mikroyəfeyinin Atom Qüvvə Mikroskopu (AQM) ilə müqayisəli tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, kompozitlərin tərkibində əlavələrin və nanohissəciklərin miqdarını dəyişməklə onların səthlərindəki defektləri azaltmaq mümkündür.

3. İlk dəfə olaraq ASPE+TlInSe₂ kompozitlərinin dielektrik nüfuzluqlarının və itki bucaqlarının tangenslərinin (25Hz-1MHz) tezlik və 293-440 K temperatur intervallarında tədqiqatları aparılaraq, dielektrik nüfuzluqlarının böyüməsi, itki bucaqlarının tangenslərinin kəskin azalması müəyyən edilmişdir.

4. İlk dəfə olaraq ASPE+xhəcm%TlInSe₂ və ASPE+xhəcm%TlInSe₂+yhəcm%Al tip kompozitlərdə termostimullaşdırılmış depolyarlaşma spektrləri və radiotermoluminissensiya hadisəsi tədqiq edilmişdir.

İşin praktiki əhəmiyyəti. ASPE+xhəcm%TlInSe₂ və ASPE+xhəcm%TlInSe₂+yhəcm%Al səthi Al₂O₃ ilə örtülmüş Al kompozitlərinin xassələrinin tədqiqinə əsasən onların yaşama müddətinin təmiz ASPE-dən 8 dəfə yüksək olan keyfiyyətli elektret materialları olması, həmçinin lüminessent materiallar kimi istifadə edilə bilməsi müəyyən edilmişdir.

Tədqiqatın nəticələrinin aprobeşiyası. Dissertasiyanın əsas nəticələri aşağıdakı konfranslarda müzakirə edilmişdir: Magistrantların və gənc tədqiqatçıların “Fizika və astronomiya problemləri” mövzusunda Respublika Elmi konfransı (Bakı, 19 may 2012); “Opto, nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası” mövzusunda Fizikanın müasir problemləri VI Respublika konfransı (Bakı, dekabr 2012); XVIII Российский симпозиум по растровой электронной микроскопии и аналитическим методам исследования твердых тел, Российская Академия наук (Черноголовка, 3 июнь - 7 июнь 2013); Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 90 illiyinə

həsr edilmiş Gənc tədqiqatçıların I Beynəlxalq Elmi Konfransı, Qavqaz Universiteti (Bakı, 26 aprel 2013); Akademik B.M. Əsgərovun yubileyinə həsr olunmuş “Fizikanın aktual problemləri” mövzusunda Beynəlxalq konfrans (Bakı, 06 dekabr 2013); Седьмая международная научно-техническая конференция «Микроэлектронные преобразователи и приборы на их основе» (Баку-Сумгаит, 27-29 ноябр 2013); Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVIII Respublika konfransı, (Bakı, 19-20 dekabr 2013); Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 91-ci ildönümünə həsr edilmiş Gənc tədqiqatçıların II Beynəlxalq Elmi Konfransı, materiallar. Qavqaz Universiteti (Bakı, 18-19 aprel 2014); Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 91-ci ildönümünə həsr olunmuş “Gənclər və elmi-texniki tərəqqi” mövzusunda Tələbə və gənc tədqiqatçıların Respublika Elmi-Konfransı (Bakı, 5-7 may 2014); Azərbaycan xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr edilmiş Gənc tədqiqatçıların II Beynəlxalq Elmi Konfransı, Qavqaz Universiteti, (Bakı, 17-18 aprel 2015); BDU-nun fizika problemləri institutunun yaradılmasının 10 illiyinə həsr olunmuş “Opto, nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası” beynəlxalq konfransı, (Bakı, 25-26 dekabr 2015).

Dissertasiya işinin nəticələri həmçinin AzTU-nun Maşınqayırma fakültəsinin elmi Şuralarında, Fizika kafedrasının və “Nanosturukturların fizikası və texnikası” elmi-tədqiqat laboratoriyasının seminarlarında da müzakirə edilmişdir.

Dissertasiya işinin nəticələri 5-i xaricdə olmaqla 15 elmi məqalə və 11 konfrans materialı şəklində çap olunmuş, 1 patent alınmışdır.

Dissertssiyanın quruluşu və həcmi. Dissertasiya girişdən, 4 fəsildən, əsas nəticələrdən və istifadə olunan ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. İş şəkillərlə birlikdə 165 səhifədən, 41 şəkildən, 5 cədvəldən və 230 adda ədəbiyyat siyahısından ibarətdir.

TƏDQİQATIN ƏSAS MƏZMUNU

Girişdə dissertasiyanın mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, elmi yeniliyi, praktiki əhəmiyyəti və işin əsas müdafiə halları müəyyən edilmişdir. Burada həmçinin dissertasiyada baxılan məsələlər haqqında mövcud nəzəri və təcrübi işlərin qısa xülasəsi verilmişdir.

I fəsildə polimer matrisalı kompozitlər, onları fərqləndirən xüsusiyyətlər, habelə üzvi və qeyri üzvi mənşəli əlavələrin iştirakı ilə yeni

kompozisiya materiallarının alınması, xassələrinin tədqiq olunma səviyyələri və tətbiqolunma imkanlarının araşdırılmasına həsr edilmiş ədəbiyyat məlumatları toplanılaraq təhlil edilmiş, tədqiqat işinin mövzusunun aktuallığı əsaslandırılmışdır.

II fəsildə yeni sinif kompozitlərin alınmasında doldurucu kimi istifadə olunan TiInSe_2 birləşməsinin kristallıq və zona quruluşları, fiziki xassələrinin tədqiq olunma səviyyəsi, habelə perspektivli birləşmə kimi praktikada tətbiq olunma imkanları barədə məlumatlar verilmişdir. Bu fəsildə həmçinin $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TiInSe}_2$ və $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TiInSe}_2 + y\text{həcm}\%$ səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş Al kompozitlərinin alınma texnologiyası, xassələrinin tədqiqat üsulları, onlarda yüklərin səthi sıxlıqlarının ölçülməsi metodikası şərh edilmişdir. Göstərilən tip kompozitlərin əsasında alınmış elektretlərin elektrik səhələrinin və yüklərin effektiv səthi sıxlıqlarının təyini üsulu, habelə dielektrik nüfuzluğunun, dielektrik itki bucağının tangensinin temperaturdan və tezlikdən asılı olaraq tədqiqinə imkan verən üsul haqqında məlumatlar da bu fəsildə verilmişdir. Fəslin sonrakı bölümlərində kompozitlərdə radiotermoluminessensiya (RTL) və termostimallaşdırılmış depolyarlaşma (TSD) spektrlərinin tədqiqat üsulları, habelə mexaniki və elektrik dözümlülüklərinin tədqiqində istifadə olunan qurğu barədə məlumatlar da verilmişdir. Fəslin sonunda kompozitlərin səthlərinin mikroyəflərinin tədqiqində istifadə olunan atom qüvvə mikroskopu (AQM) üsulu və həmin üsulla kompozitlərin səthlərinin öyrənilmə texnologiyası barədə qısa məlumat verilmişdir.

III fəsildə AQM üsulundan istifadə etməklə $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TiInSe}_2$ və $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TiInSe}_2 + y\text{həcm}\%$ səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş Al kompozitlərinin 2D və 3D miqyaslarında alınmış təsvirləri verilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, alüminium nanohissəciklərinin təsirindən sonra kompozitlərin səthlərinin hamarlıq dərəcəsi artır. Həmçinin yarımkeçirici dolduruculu və nanohissəcik əlavəli $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TiInSe}_2$ və $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TiInSe}_2 + y\text{həcm}\%$ səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş Al kompozitlərinin dielektrik xassələrinin kənar amillərin təsirindən, doldurucunun və nanohissəciyin miqdarından asılı olaraq tədqiqinin nəticələri öz əksini tapmışdır. Göstərilən tip kompozitlərdə dielektrik nüfuzluğunun və dielektrik itki bucağının tangensinin temperaturdan asılılığı 293-440K, tezlikdən asılılığı isə 25Hz-1MHz intervallarında tədqiq edilmişdir. Dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin tezlik-temperatur xarakteristikalarının tədqiqinin nəticələri də bu fəsildə verilmişdir. O cümlədən, $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TiInSe}_2$ və $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TiInSe}_2 + y\text{həcm}\%$

səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş Al kompozitlərinin dielektrik nüfuzluqlarının və tangens itki bucaqlarının tezlikdən və temperaturdan asılı olaraq tədqiq olunmasının, dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin tezlik və temperatur asılılıqlarının tədqiqinin nəticələri də bu fəsilə şərh edilmişdir.

Müəyyən edilmişdir ki, kompozitlərin tərkibində TlInSe_2 doldurucusunun həcmi miqdarı artdıqca dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin artması baş verir. Dielektrik nüfuzluğunun belə dəyişməsi əsasən Maksvel-Vaqner polyarlaşması və komponentlərin səth enerjilərinin təsiri ilə kompozitin quruluşunun qeyri-dayanıqlı olması və TlInSe_2 -nin hissəciklərinin səthlərinin həmin birləşməni təşkil edən hissəciklərinin birlikdə səthlərindən kiçik olan klasterlər yaratması ilə əlaqədardır. Yəni klasterlərin sayının əlavənin həcmi miqdarının artması ilə artması hissəciklər arasındakı dielektrik təbəqələrin azalmasına, elektrik tutumunun və beləliklə də ϵ -un artmasına səbəb olur.

Səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş alüminium nanohissəciyi əlavə edilməklə alınan yeni tip nanokompozitlərin dielektrik nüfuzluqlarının dəyişmə xarakterləri də eyni olmuşdur. Lakin tərkibdə nanohissəciyin miqdarı artdıqca tədqiq olunan bütün oblastda ϵ'' -in qiymətcə azalması müşahidə edilir. Bu onunla əlaqədardır ki, nanohissəciklər kompozitin səthində mövcud olan boşluqları doldurur, bu da öz növbəsində elektrik müqavimətinin və dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin dəyişməsinə səbəb olur. Bu da o deməkdir ki, nanohissəciklərin miqdarını idarə etməklə tələb olunan dielektrik parametrlərə malik olan nanokompozitlər almaq mümkündür. Qeyd olunmalıdır ki, alüminium nanohissəciklərinin təsiri ilə $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2$ kompozitlərinin itki bucaqlarının tangensini azaltmaq mümkündür. Nanohissəciyin kompozitin tərkibində miqdarı artdıqca, kompozitin en kəsiyinə düşən nanohissəciklərin sayı artır ki, bu da kompozitin ümumi qalınlığında mövcud olan alüminiumun payına ekvivalentdir. Nanokompozit daxilində bir-birini qapayan klasterlərə elektrodlar arasında bir-birinə birləşdirilmiş aktiv müqavimətlər kimi baxmaq olar. Nanohissəciklər $\text{ASPE} + x\text{həcm}\% \text{TlInSe}_2$ kompozitlərinə nisbətən yüksək elektrik keçiriciliyinə malik olduğundan bütövlükdə kompozitin elektrik keçiriciliyi nanohissəciklər arasındakı kontakt-rabitə ilə müəyyən ediləcəkdir. Klasterlərin sərhədində dəyişən elektrik sahəsində sərbəst yüklərin toplanması və yenidən paylanması baş verir. Nəticədə dəyişən elektrik sahəsi yaranır. Məlum olduğu kimi aşağı tezliklərdə daxili elektrik sahəsi elektrik keçiriciliyinə uyğun olaraq, yüksək tezliklərdə isə dielektrik nüfuzluğuna uyğun olaraq baş verir. Deməli, nanokompozitin tərkibində

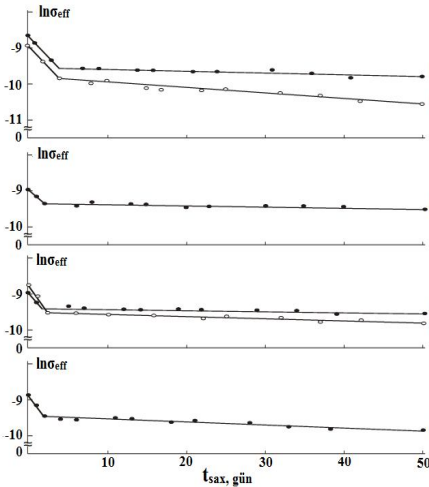
nanohissəciyin həcmi miqdarının artması ilə dielektrik nüfuzluğunun artması və dielektrik itki bucağının azalması yarımkeçiricilərdə və nanoklasterlərdə nisbətən qüvvətli daxili elektrik sahəsinin yaranması ilə izah oluna bilər. Sonda qeyd edək ki, tədqiq etdiyimiz nanokompozitlərin dielektrik nüfuzluqları müəyyən tezlik oblastında mənfəətli olur. Bu isə o deməkdir ki, həmin kompozitlərdə əsas rolunu elektron və ion polyarlaşmaları oynayır. Bu tip materialların praktikada geniş tətbiq olunması barədə dövrü elmi ədəbiyyatda kifayət qədər məlumatlar mövcuddur.

Fəslin sonrakı paragrafında $ASPE+xhəcm\%TiInSe_2$ və $ASPE+xhəcm\%TiInSe_2+yhəcm\%səthi Al_2O_3$ ilə örtülmüş Al tip kompozitlərdə elektret effektinin tədqiqinin nəticələri verilmişdir.

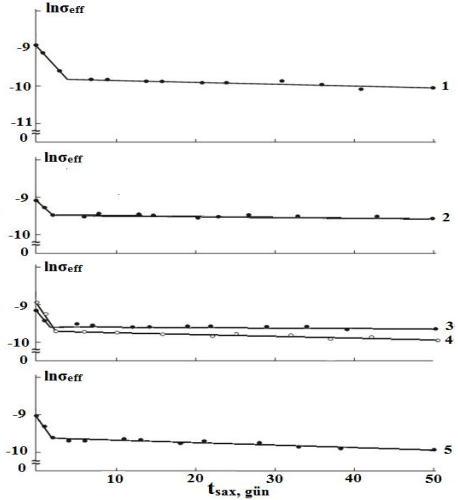
Tərkibində nanohissəcik olmayan eyni tip kompozitlərdə olduğu kimi bu materiallarda da kiçik saxlama müddətlərində yüklərin səthi sıxlıqlarının kəskin azalması müşahidə edilsə də, sonrakı mərhələdə saxlama müddətinin artması ilə səthi sıxlığın tədricən azalması müşahidə edilir. Yəni, materialın elektret halının pozulması uzun müddət davam edir. $ASPE+3həcm\%TiInSe_2+7həcm\% səthi Al_2O_3$ ilə örtülmüş Al tərkibli nümunədə yüklərin səthi sıxlığının 571 gün stabil qalması aşkar edilmişdir. Bu isə o deməkdir ki, həmin nümunə əsasında yaradılmış elektret yaşama müddəti təmiz ASPE əsaslı elektretlərin yaşama müddətindən 8 dəfə böyük qiymətə malikdir. Digər tərəfdən, müəyyən edilmişdir ki, nanohissəciklərin ASPE matrisalı, $TiInSe_2$ əlavəli kompozitlərə daxil edilməsi onların əsasında yaradılmış elektret materiallarının yaşama müddətlərini kifayət qədər uzun müddət saxlamasına imkan verir.

Tədqiq etdiyimiz $ASPE+xhəcm\%TiInSe_2$ və $ASPE+xhəcm\%TiInSe_2+yhəcm\% səthi Al_2O_3$ ilə örtülmüş Al polimer kompozitlərindən olan tacelektriklərin yaşama müddətlərinin $TiInSe_2$ doldurucusunun və alüminium nanohissəciyinin həcmi miqdarından asılılığı şəkil 1 və 2-də verilmişdir. Göründüyü kimi $ASPE+xhəcm\%TiInSe_2$ kompozitinin yaşama müddəti təmiz polietileninkindən çoxdur.

Alınmış nəticələrin təhlili göstərilmişdir ki, $ASPE+(3-5)həcm\%TiInSe_2$ tərkibli elektretlərin yaşama müddətləri təmiz polietilendən olan elektretlərin yaşama müddətindən 4.5-5.5 dəfə çoxdur. $ASPE+3həcm\%TiInSe_2+7həcm\% səthi Al_2O_3$ ilə örtülmüş Al tərkibli elektretlərin yaşama müddəti isə təmiz polietilendən olan elektretlərin yaşama müddətindən 8 dəfə çoxdur. Yəni $ASPE+xhəcm\%TiInSe_2$ tərkibli kompozitlər əsasında alınmış elektretlərin yaşama müddətlərinin $TiInSe_2$ doldurucusunun həcmi miqdarından asılılığı göstərir ki,



Şək. 1. ASPE+xhəcm%TIInSe₂ polimer kompozitlərin yüklərinin səthi sıxlıqlarının yaşama müddətindən asılılığı, burada 1-x=0; 2-x=1; 3-x=3; 4-x=5; 5-x=7; 6-x=10



Şək. 2. ASPE+xhəcm%TIInSe₂+yhəcm% səthi Al₂O₃ ilə örtülmüş Al polimer kompozitlərin nanotəsirdən sonra yüklərinin səthi sıxlıqlarının yaşama müddətindən asılılığı, burada 1- x=0; 2-x=3, y=7; 3-x=5, v=5; 4-x=7, v=3; 5-x=10.

doldurucunun miqdarının 3-5həcm% intervalında dəyişməsi halında elektretlərin yaşama müddətləri kifayət qədər yüksək olur.

Analoji asılılıq ASPE+xhəcm%TIInSe₂+yhəcm% səthi Al₂O₃ ilə örtülmüş Al nanokompozitləri üçün də qurulmuşdur. Şəkil 2-dən görüldüyü kimi göstərilən tip kompozitlərdə doldurucunun faizlə miqdarı 7, alüminium nanohissəciyinin miqdarı 3 olan nanokompozit əsasında alınmış elektretin yaşama müddəti təmiz polietilendən və ASPE+xhəcm%TIInSe₂ əsasında alınmış elektretlərin yaşama müddətlərindən yüksəkdir. Bu isə o deməkdir ki, nanohissəciklərin faizlə miqdarını dəyişməklə praktiki əhəmiyyət kəsb edən elektret materialının alınması mümkündür. Alınmış nəticələrə əsasən patent də alınmışdır.

Fəslin sonunda göstərilən tip kompozitlərin mexaniki və elektrik möhkəmliklərinin tədqiqinin nəticələri və onların idarə olunması imkanları araşdırılmışdır. Alınan nəticələrin analizi göstərir ki,

ASPE+xhəcm%TIInSe₂ və ASPE+xhəcm%TIInSe₂+yhəcm% səthi Al₂O₃ ilə örtülmüş Al kompozitlərinin mexaniki dağılma prosesinin və elektrik dağılma prosesinin aktivləşmə enerjiləri onların ilkin emalı zamanı dəyişmir. Həmçinin müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan kompozit materialların ilkin emalında mexaniki və elektrik uzunömürlülüklərin müşahidə olunan dəyişmələri struktur-həssas əmsalların dəyişməsi ilə bağlı olur. Bu səbəbdən də ASPE+xhəcm%TIInSe₂ və ASPE+xhəcm%TIInSe₂+yhəcm% səthi Al₂O₃ ilə örtülmüş Al kompozitlərinin sahənin təsiri ilə möhkəmlik xassələrinin dəyişməsi onların fiziki strukturlarının dəyişməsi ilə bağlıdır.

IV fəslin birinci yarımfəslində ASPE+xhəcm%TIInSe₂ və ASPE+xhəcm%TIInSe₂+yhəcm% səthi Al₂O₃ ilə örtülmüş Al tip kompozitlərdə termostimullaşdırılmış depolyarlaşma spektrinin tədqiqinin nəticələri verilmişdir.

TSD spektrlərini təhlil edərək polimerin tərkibində 1-5 həcm% TIInSe₂ əlavəsi olan kompozitlərdə daha dərin tutma mərkəzlərinin yaranması qənaətinə gəlmək olar. Bu halda taclamada injeksiya etmiş yüklərin tələləri (maksimum intensivliyinin və sahəsinin artması) və onların məskunlaşması (temperatur yerləşməsi yüksək temperaturlu oblasta doğru sürüşür) TSD – spektrində müşahidə edilən, böyük pikin fonunda müşahidə edilən inversiya pikinin meydana çıxmasını aşağıdakı kimi izah etmək olar: elektriclənmə zamanı tac boşalması prosesində həcmi yüklər sahəsində TIInSe₂ ilə polimerin sərhəddində fazalararası polyarlaşma (FP) baş verir. Bu polyarlaşmanın istiqaməti həcmi yüklərin sahələrinin əksinə yönəlir. Bu halda, depolyarlaşmada TSD spektrində fazalararası polyarlaşma ilə bağlı olan inversiya cərəyanı yaranır. Bu izahat Maksvel-Vaqner effekti ilə yaxşı uzlaşır. Bu modelə əsasən qeyri-bircins materialalarda yüklərin toplanması, amorf və kristallik fazaların keçiriciliklərinin fərqli olması ilə əlaqədardır. Belə materialın elektriclənməsi zamanı daşıyıcılar ya verilmiş fazalararası sərhəd yaxınlığında, ya da əksinə, keçiriciliyi daha böyük olan maddə yaxınlığında toplanır. Lokal cərəyanlarının fərqli olması, TSD cərəyanı yox edildikdə yüklərin dissipasiyasına gətirir, çünki bu halda cərəyanlar artıq əks istiqamətlərə axır. Qeyd olunmalıdır ki, bu maksimum, hər şeydən əvvəl TIInSe₂ hissəciklərinin sərhədlərindən yüklərin relaksasiyası ilə əlaqədardır, çünki əlavələrin miqdarının artması ilə pikin intensivliyi artır. TSD cərəyanının inversiyası digər polimerlərdə və kompozitlərdə də müşahidə edilir. Amma bu hadisələrin izahı barədə fərqli mülahizələr mövcuddur. Inversiya pikinin temperatur vəziyyətindən, səthin halından, polimer matrisasının və doldurucunun hallarından, polyarlaşmanın

təbiətindən və digər faktorlardan asılı olaraq, TSD əyrilərində müşahidə edilən əks işarəli cərəyanlar polimerlərdə mövcud olan dipolların yenidən düzülməsi ilə əlaqələndirilir. Bizim qənaətimizə görə müəyyən temperatur intervallarında müşahidə edilən maksimumlar polimerlərdə α - relaksasiya ilə əlaqədar müşahidə edilən maksimumun hissələridir. Dar intervalda meydana çıxan inversiya, çox ehtimal ki, fazalararası polyarlaşma və həcmi yük sahələrində həmin yüklərin həddindən çox polyarlaşması ilə TlInSe_2 –nin keçiriciliyinin azalması ilə əlaqədar ola bilər. Belə nəticəyə gəlmək olar ki, α –relaksasiya prosesinin temperatur halına, kompozit daxilində olan TlInSe_2 -nin həcmi miqdarı təsir edə bilər. Qeyd olunmalıdır ki, RTL-in spektral həssaslıq oblastı kiçik dolduruculu nümunələrdə demək olar ki, dəyişməz qalır. Lakin $x=20$ tərkibindən başlayaraq RTL effekti daha da kəskin şəkildə ifadə edilir və TlInSe_2 yarımkeçirici birləşməsinin $\text{ASPE}+x\text{həcm\%TlInSe}_2$ kompozitin tərkibində artması ilə bu effekt daha kəskin şəkildə meydana çıxır.

Fəslin sonrakı paragrafında kompozitlərin radiotermolumines-sensiya spektrinin tədqiqinin nəticələri verilmişdir. Polimerin qeyd olunan RTL-i polimer-qarışıq sisteminin xarakteristikasıdır və özündə parlaqlığın intensivliyinin temperaturdan mürəkkəb asılılığını əks etdirir. Əlavələrin əlavə edilməsi, bir qayda olaraq, interpretasiyanı mürəkkəbləşdirərək, sistemin heterogenliyini artırır. Müəyyən edilmişdir ki, ərimə temperaturundan aşağı temperaturlarda PE-nin vakuumlaşdırılması RTL əyrisinin daha çox dəyişməsinə gətirib çıxarır. Analoji nəticələr TlInSe_2 əlavəli polimerlər üçün də alınır. Yuxarıda qeyd edildiyi kimi, polimerin tərkibində TlInSe_2 əlavəsinin miqdarının artması ilə bütün maksimumların intensivlikləri artır və yüksək temperaturlu β -maksimumunun mövqeyi yüksək temperaturlara doğru yer dəyişir (3-5 əyriləri). İki vacib faktor qeyd etmək lazımdır. İntensivlik kimi həmçinin əlavə maksimumların mövqeyi də temperatur və tərkibin dəyişməsi ilə dəyişir. Bundan əlavə, $\text{ASPE}+x\text{həcm\%TlInSe}_2$ kompozitində TlInSe_2 əlavəsinin miqdarının artması ilə RTL əyrisi əhəmiyyətli dərəcədə dəyişir.

Məlum olduğu kimi, adətən RTL intensivliklərinin temperatur asılılıqlarında bir və ya bir neçə maksimum müşahidə edilə bilər ki, bu da şüalandırılmış nümunədə bir və ya bir neçə tip tələnin mövcud olmasını göstərir. Qeyri -üzvi maddələr üçün bu maksimumlar ümumi halda onların molekulyar yürlükləri ilə əlaqədar olmur. Üzvi maddələrdə RTL-in xarakterik əlaməti, ilk növbədə polimerlərdə, onunla əlaqədardır ki, RTL maksimumları müxtəlif kinetik və struktur keçidləri baş verən temperatur intervallarında müşahidə edilir ki, bu da makromolekulların müxtəlif

manqalarının və seqmentlərinin yürüklüklərinin donması, həmçinin polimerin kristallik və qeyri-kristallik oblastlarında molekulyar hərəkətləri ilə əlaqədardır. RTL–in intensivliyi makromolekulların müxtəlif hissələrinin yürüklükləri meydana çıxdıqda artmış olur. RTL ayrılmasının temperatur asılılıqlarının xarakteri polimerin quruluş xüsusiyyətlərindən və nümunənin termomexaniki mənşəyindən asılıdır. Kristallik polimerlərdə $I = f(T)$ ayrısındakı maksimumlar kinetik və faza keçidi oblastlarında, polimer çevirmələrdə, qeyri–kristallik nümunələrdə isə kinetik çevrilmələr (keçidlər) oblastlarında müşahidə edilir. RTL, polimerlərdə termolüminessensiya, həmçinin tələlərin tipi və yükləri tutma xüsusiyyətləri barədə məlumatlar almağa imkan verir. RTL üsulu ilə struktur keçidləri temperaturlarının qiymətləri (şüşələşmə, ərimə və s. temperaturlar) 77 – 300K intervalında hesablanı bilər. RTL ayrılmasında işıqlanma maksimumlarının formaları analiz edilir ki, bu da struktur keçidlərinin xarakterini araşdırmağa imkan verir. Molekulyar hərəkət prosesinin aktivləşmə enerjisini də təyin etmək olur, çünki relaksasiya keçidləri oblastında yerləşən maksimumlar qızdırma sürəti artdıqca yüksək temperaturlara doğru sürüşür. Bu üsulla yüksək molekululu birləşmələrin iki komponentli qarışıqlarının bircinslilik dərəcəsini və komponentlərin bir-birilə uyğunlaşmasını müəyyən etmək mümkündür. RTL üsulunun köməyiylə tərkibində aşağı molekululu doldurucular olan çoxkomponentli polimerlərin analizini aparmaq olur. Fəslin sonrakı bölümündə 25Hs–1MHs tezlik intervalında dielektrik nüfuzluğunun xəyali və həqiqi hissələrinin eksperimental qiymətlərinə əsasən göstərilən tip kompozitlərin optik sabitləri: sındırma əmsalı, udma əmsalı, qaytarma əmsalı, elektronların enerji itkisinin xarakterik funksiyası, optik–elektrik keçiriciliyinin xəyali və həqiqi hissələri təyin edilmişdir.

NƏTİCƏLƏR

1. İlk dəfə olaraq aşağı sıxlıqlı polietilenə TiInSe_2 yarımkeçirici birləşməsi və səthi oksidləşmiş alüminium nanohissəcikləri əlavə etməklə yeni sinif $\text{ASPE} + x\text{həcm\%TiInSe}_2 + y\text{həcm\% səthi Al}_2\text{O}_3$ ilə örtülmüş Al kompozisiya materialları alınmışdır, atom qüvvə mikroskopu üsulu ilə bu kompozitlərin səthlərinin mikroyüzləri öyrənilərək aşkar edilmişdir ki, alüminium nanohissəciklərinin təsiriylə kompozitlərin səthlərinin hamarlıq dərəcəsi artır.
2. 293–450K temperatur və 25Hs–1MHs tezlik intervallarında kompozitlərin dielektrik nüfuzluqları və dielektrik itki bucaqlarının tangensinin əlavənin, nanohissəciyin miqdarından tezlikdən və

temperaturdan asılılıqları tədqiq edilərək dəyişmə qanunauyğunluqları müəyyən edilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, tədqiq olunan nümunələrdə dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsi, alüminium nanohissəciklərinin kompozitin səthində mövcud olan boşluqları doldurması səbəbindən azalır.

3. $ASPE+xh\text{əcm}\%TlInSe_2$ və $ASPE+xh\text{əcm}\%TlInSe_2+yh\text{əcm}\%$ səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş Al tip kompozitlərdə yüklərin effektiv səthi sıxlıqlarının tədqiq edilməsi ilə müəyyən edilmişdir ki, 3-5həcm% $TlInSe_2$ əlavəli kompozitlər təmiz polietilendən 4.5-5.5 dəfə $ASPE+3h\text{əcm}\%TlInSe_2+7h\text{əcm}\%$ səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş Al kompoziti isə 8 dəfə yüksək yaşama müddətinə malik elektret materialdır.

4. İlk dəfə olaraq $ASPE+xh\text{əcm}\%TlInSe_2$ tip kompozitlərdə termostimullaşdırılmış depolyarlaşma spektrləri tədqiq edilmiş və spektrin xarakterinə alüminium nanohissəciklərinin təsiri araşdırılmışdır. Aşkar edilmişdir ki, TSD spektrində meydana çıxan piklər ayrı-ayrı komponentlər və fazalararası polyarlaşma nəticəsində həcmi yüklər sahəsində yaranan yüklərin tələlərdən azad olması ilə əlaqədardır.

5. $ASPE+xh\text{əcm}\%TlInSe_2$ və $ASPE+xh\text{əcm}\%TlInSe_2+yh\text{əcm}\%Al$ tip kompozitlərdə radiotermolüminessensiya spektri aşkar edilərək tədqiq edilmiş və müəyyən edilmişdir ki, polimerin tərkibində əlavənin miqdarı artdıqda maksimumların intensivlikləri artır və yüksək temperaturlu β – maksimumu yüksək temperaturlara doğru yer dəyişir.

6. $ASPE+xh\text{əcm}\%TlInSe_2$ və $ASPE+xh\text{əcm}\%TlInSe_2+yh\text{əcm}\%Al$ tip kompozitlərdə mexaniki və elektrik gərginliklərinə qarşı dözümlülükləri tədqiq edilmiş və dözümlülük sərhədləri müəyyən edilmiş, dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin tezlikdən asılılıq xarakteristikasına əsasən kompozitlərdə sındırma əmsalı, udma əmsalı, qaytarma əmsalı, elektronların enerji itkisinin xarakterik funksiyası təyin edilmişdir.

Dissertasiyanın əsas nəticələri müəllifin dərc olunmuş aşağıdakı elmi işlərində öz əksini tapmışdır:

1. Əhmədova X.R. Şüalanmaların $TlInSe_2$ birləşməsinin fotoelektrik xassələrinə təsirinin araşdırılması // Elmi əsərlər, fundamental elmlər №4, cild X(40), Bakı-2011, səh. 33-35
2. Qocayev E.M., Əhmədova X.R., Həsənova A.Q. $TlInSe_2$ -li kristallarda və polimer əsaslı kompozitlərdə radiotermolüminessensiya spektrlərinin tədqiqi // “Azərbaycan hava yolları” qapalı səhmdar cəmiyyəti milli aviasiya akademiyası Elmi məcmuələr, cild 14, №4, Bakı-2012, səh 17-21

3. Rəhimov R. S., Abbasov A. Ə., Bayramov Y. A., Musayev T. P., Əhmədova X.R. Polimerlərin və kompozisiya materiallarının davamlılıqlarının əsas xarakteristikaları və onların hesablanması // Elmi əsərlər fundamental elmlər. №4, cild XI(44), Bakı-2012. Səh. 68-73
4. Годжаев Э.М., Сафарова С.С., Кафарова Д.М., Гюльмамедов К.Д., Ахмедова Х.Р. Исследование микрорельефа поверхности и диэлектрических свойств композиций $ПП+TlIn_{0,98}Ce_{0,02}Se_2$ // Электронная обработка материалов, Молдова, 2013, 49(4), с.1-6
5. Qocayev E.M., Həsənova A.Q., Ramazanzadə A.M., Əhmədova X.R. ASPE+xhəc.% $TlInSe_2$ kompozitlərində termostimullaşdırılmış depolyarlaşma spektrlərinin tədqiqi // Journal of Qafqaz University, Physics An international journal, Vol. 1, number 2, 2013, p. 158-162
6. Годжаев Э.М., Ахмедова Х.Р., Гамзаева А.Ю., Османова С.С., Мехтиева Ш.М. Получение и исследование свойств новых композиционных материалов с полупроводниковым наполнителем // VIII Международный Симпозиум по фундаментальным и прикладным проблемам науки секция «физические науки», Том 1, Москва 2013, с. 112-123
7. Əhmədova X.R. YSPE əsaslı $TlInSe_2$ əlavəli kompozitlərin dielektrik xassələri // Doktorantların və gənc tədqiqatçıların XVIII Respublika konfransı, I cild, Bakı 20013, s. 27-30
8. Ахмедова Х.Р. Исследование микрорельефа поверхности и свойств композиции $ПЭ+ TlInSe_2$ // Elmi əsərlər fundamental elmlər, №2, cild 2, vol.2, Bakı 2013, s. 108-115
9. Qodjaev E.M., Ahmadova Kh.R., Safarova S.I., Osmanova S.S. Composite dielectric properties with nanoadditions of aluminum particles // Azerbaijan Journal of Physics, Volume XIX, Number 4, Section: En, 2013, p. 14-17
10. Gojayev E. M., Ahmadova Kh.R., Safarova S. I., Djafarova G. S, Mexdiyeva Sh. M. Effect of Aluminum Nano-Particles on Microrelief and Dielectric Properties of $PE+TlInSe_2$ Composite Materials // Open Journal of Inorganic Non-metallic Materials, 2015, 5, p. 11-19
11. Ахмедова Х.Р., Гараджаев Б.Г., Зейналов Ш.А. Влияние электрообработки на электрическую и механическую прочность композиций $ПЭНП+хоб\%TlInSe_2$ // Elmi əsərlər, fundamental elmlər, №2, cild 2, vol.2, Bakı 2014, s. 110-114
12. Годжаев Э. М., Ахмедова Х. Р., Байрамов Р. А., Мирзоева И. С. Исследование радиотермолюминесценции в композициях

ПЭНП+хоб% $\text{TlInSe}_2<\text{Al}>$, ПЭНП+хоб% TlIn_2Se_3 // Международный научный институт «Educatio» №2, 2015, часть 4, Новосибирск, с. 25-30

13. Gojayev E.M., Ahmadova Kh.R., Osmanova S.S., Zeynalov Sh., A. Investigation of surface structure and thermostimulated depolarization effect of composite materials with aluminum nanoparticles // American Journal of Nano Research and Applications, N 3(5), p. 89-93, 2015.
14. Əhmədova X.R. $\text{ASPE}+\text{xhəcm\%TlInSe}_2$ və $\text{ASPE}+\text{xhəcm\%TlInSe}_2+\text{yhəcm\%Al}$ kompozitlərində termostimul-laşdırılmış depolyarlaşma spektrinin tədqiqi // BDU-nun fizika problemləri institutunun yaradılmasının 10 illiyinə həsr olunmuş “Opto, nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası” beynəlxalq konfransı. Bakı-2015, səh 134-137
15. E.M.Qocayev, X.R.Əhmədova $\text{ASPE}+\text{xhəcm\%TlInSe}_2$ tip kompozitlərdə və $\text{ASPE}+\text{xhəcm\%TlInSe}_2+\text{yhəcm\%}$ səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş Al tip nanokompozitlərdə elektret effektinin tədqiqi // AJP Fizika, Volume XXII, №3, 2016, section:Az., s. 14-18
16. X.R.Əhmədova $\text{ASPE}+\text{xhəcm\%TlInSe}_2$ tip kompozitlərin və səthi Al_2O_3 ilə örtülmüş $\text{ASPE}+\text{xhəcm\%TlInSe}_2+\text{yhəcm\%Al}$ tip nano kompozitlərin optik sabitlərinin hesablanması // Elmi əsərlər, fundamental elmlər, №2, Bakı 2016, s. 32-39
17. Qocayev E.M., Osmanova S.S., Əhmədova X.R., Zeynalov Ş.Ə. Elektret üçün kompozisiya materialı Azərbaycan Respublikası Standartlaşdırma Metrologiya və Patent üzrə Dövlət Agentliyinin patent idarəsi, ilkin ekspertizanın müsbət nəticələri haqqında bildiriş, rəsmi bülleten № 8, tarix 31.08.2016 Patent (ixtira).

Влияние алюминиевой наночастицы на структуру и свойства композиционных материалов ПЭ+TlInSe₂

РЕЗЮМЕ

Работа посвящена исследованию влияния алюминиевой наночастицы на поверхностную структуру и свойства композиций наполненных тройным соединением TlInSe₂. В работе разработана технология получения композиций ПЭНП+хоб.%TlInSe₂ и ПЭНП+хоб.%TlInSe₂+уоб.%Al. Методами атомно-силового микроскопа исследовался микрорельеф поверхности указанных композитов. Так же были разработаны методы исследования диэлектрических, механических, люминесцентных свойств композиций.

В температурном 293-450К и частотном 25Гц-1МГц диапазонах исследовались температурные и частотные зависимости диэлектрической проницаемости и тангенс угла диэлектрической потери композиций. Исследовались температурно-частотные характеристики мнимой части диэлектрической проницаемости и диэлектрической потери указанных композиций. Исследовалось влияние наночастиц на механические и электрические прочности композиций ПЭНП+хоб.%TlInSe₂. Изучением эффективной плотности объемных зарядов выявлено, что композиции составами $3 \leq x \leq 5$ являются высококачественными электретыми материалами, время жизни которых в $4,5 \div 6$ раз, а в композитах ПЭНП+хоб.%TlInSe₂+уоб.%Al покрытых частицами Al₂O₃ в 8 раз больше чем у чистого ПЭНП. В работе исследовались спектры термостимулированной деполяризации в температурном интервале 300-500 К, влияние алюминиевой наночастицы на характер эффекта радиотермолюминесценции композиций ПЭНП+хоб.%TlInSe₂. Выявлено, что эти материалы могут быть успешно применены в люминесцентных устройствах. Определена энергия активации захваченных ловушками зарядов. На основе экспериментальных результатов по исследованию мнимой части диэлектрической проницаемости определены коэффициенты преломления, отражения, поглощения композиций ПЭНП+хоб.%TlInSe₂ и ПЭНП+хоб.%TlInSe₂+уоб.%Al покрытых частицами Al₂O₃.

Influence of aluminum nanoparticles on the structure and properties of polymer PE+TiInSe₂

SUMMARY

Work is devoted to the influence of aluminum nanoparticles on the surface structure and properties of the compositions filled with triple compound TiInSe₂. In this paper the technology of the preparation of compositions of LDPE + xvl.%TiInSe₂ and LDPE+xvl.%TiInSe₂+yvl.% Al surface is coated with Al₂O₃ by atomic force microscopy the surface microrelief of these composites. The same methods were developed for the study of dielectric, mechanical, fluorescent properties of the compositions. Methods of studying dielectric, mechanical, fluorescent properties of the compositions were developed. Temperature and frequency dependence of the dielectric constant and dielectric loss tangent tracks studied in the temperature range 293-450K and in the frequency range 25Hz-1MHz. We investigated the temperature and frequency characteristics of the imaginary part of the dielectric constant and dielectric loss of certain compositions. The influence of nanoparticles on the mechanical and electrical strength of the compositions LDPE+xvl.% TiInSe₂ has been studied. Study the effectiveness of space charge density revealed that the compositions LDPE+xvl.% TiInSe₂ ($3 \leq x \leq 5$) are high-quality electret materials. The certain electrets materials lifetime are $4,5 \div 6$ times higher than pure and the lifetime of composites LDPE+xvl.% TiInSe₂<+yvl.%Al surface is coated with Al₂O₃ are 8 times longer than pure. We investigated the spectra of thermally stimulated depolarization at temperatures 300-500 K, influence the aluminum nanoparticles on the nature of the effect radiothermoluminescence compositions LDPE+xvl.% TiInSe₂. It was found that these materials can be successfully used in fluorescent devices. Determined the activation energy of charges that captured by traps. Based on the experimental results on the imaginary part of the permittivity determined coefficients of refraction, reflection, absorption compositions LDPE+xvl.%TiInSe₂ and LDPE+xvl.%TiInSe₂+yvl.% Al surface is coated with Al₂O₃.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
БАКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

АХМЕДОВА ХАДИДЖА РАМИЗ КЫЗЫ

**ВЛИЯНИЕ АЛЮМИНИЕВОЙ НАНОЧАСТИЦЫ НА
СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ $\text{Pb}+\text{TlInSe}_2$**

2222.01 – Физика и технология наноструктур

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание научной степени
доктора философии по физике

БАКУ – 2016