

**ASPE<sub>+x</sub> HƏCM% TlInSe<sub>2</sub> TİP KOMPOZİTLƏRDƏ VƏ ASPE<sub>+x</sub> HƏCM%  
TlInSe<sub>2+y</sub> HƏCM% SƏTHİ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> İLƏ ÖRTÜLMÜŞ  
Al TİP NANOKOMPOZİTLƏRDƏ ELEKTRET EFFEKTİNİN TƏDQIQI**

**E.M. QOCAYEV, X.R. ƏHMƏDOVA**

*Azərbaycan Texniki Universiteti*  
AZ 1073, Bakı ş., H. Cavid pr.,25.  
[geldar-04@mail.ru](mailto:geldar-04@mail.ru)

İşdə ASPE<sub>+x</sub>həcm % TlInSe<sub>2</sub> tip kompozitlərdə və ASPE<sub>+x</sub> həcm % TlInSe<sub>2+y</sub> həcm% səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al tip nanokompozitlərdə elektret effektinin yarımqeçirici və nanohissəciyin miqdarından asılılığının tədqiqinin nəticələri verilmişdir.

**Açar sözlər:** səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al nanohissəciyi, ASPE, yaşama müddəti, yüklərinin effektiv səthi sıxlığı

**PACS:** 72ş80 Tm, 73ş61ş Ph, 73.63.Fg.

### Giriş.

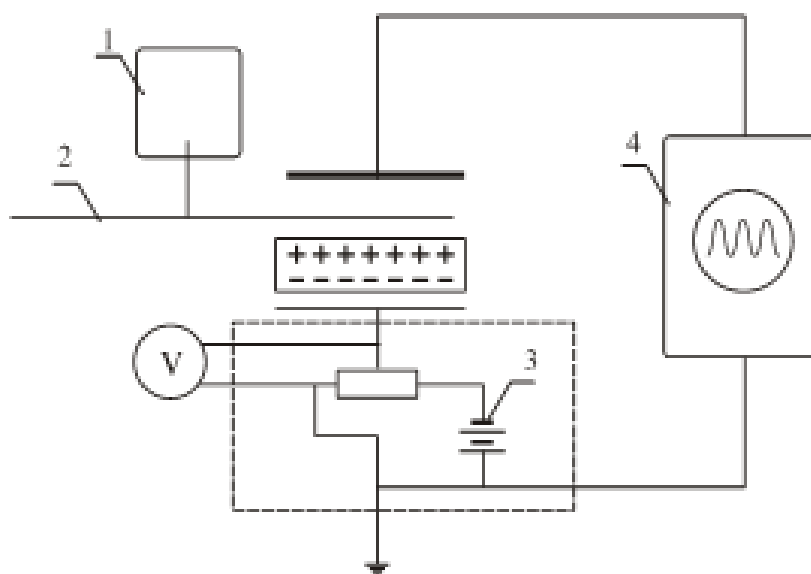
Elektretlərə maraq polimerlər fizikasının və kimyasının sürətlə inkişaf etməsi ilə əlaqədardır. Praktikada tətbiq olunan elektretlərin əksəriyyəti polimer dielektriklərdir. Onlardan flüor polimerləri, politetraftoretleni (PTFE), sopolimer heksaflüorpropileni, tetraflüoretleni göstərmək olar. Polyarlaşmış halını uzun müddət saxlayan dielektrik-elektret materiallarının tətbiqolunma sahələri sürətlə genişləndiyindən, daha stabil və yüksək elektret xarakteristikalı materialların alınması dövrümüzün aktual məsələlərindən biri hesab oluna bilər. Tələb olunan xassəli elektretlərin alınmasına ehtiyac, onların dielektrik və elektrik xassələrinin daha dərinə və hərtərəfli öyrənilməsinə tələb edir.

Son illər müxtəlif sıxlıqlı polimerlərə müxtəlif mənşəli materiallardan nanohissəciklər əlavələr etməklə alınan yeni tip kompozitlərin və nanokompozitlərin tədqiqi geniş vüsət almışdır [1-5]. O cümlədən, aşağı sıxlıqlı polietilenə (ASPE) yarımqeçirici maddələrdən əlavələr etməklə yeni tip kompozitlər alınaraq tədqiq edilməkdədir [6-7]. Bu işdə ASPE-yə TlInSe<sub>2</sub> birləşməsindən və səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al nanohis-

səciklərindən əlavələr etməklə alınan kompozitlərin elektret xassələrinin tədqiqi barədə məlumatlar verilir.

### Eksperimentin metodikası.

Tac boşalması üsulu ilə dielektrik materialların polyarlaşdırılması praktikada geniş yayılmışdır. Bu üsul sadəliyi, asanlıığı və müəyyən səth potensialına və yüklərin səth sıxlıqlarına malik elektretlərin alınmasına və bunun üçün az vaxt sərf olunmasına imkan verməsi ilə fərqlənir [8, 9]. Şəkil 1-də kompozitlərdə elektret yüklərinin səthi sıxlıqlarını ölçmək üçün istifadə olunan qurğunun sxemi verilmişdir. Qurğu, üzərinə 1 elektromühərriki bərkidilmiş ağır metallik, silindrik gövdəyə malikdir. Elektromühərrikin valına dörd qanadlı 2 pəri bərkidilmişdir. Qanad torpaqlanmış elektrodla yuxarı ölçmə elektrodu arasında nümunənin yerləşdiyi hissədə olur. Qanadın fırlanması zamanı elektret tərəfindən yaradılmış sahədən yuxarı ölçmə elektrodunun ekranlaşması baş verir ki, bu da elektrodla ardıcıl qoşulmuş 4 ossilloqrafında dəyişən siqnalın yaranmasını kompensə edən gərginlik nizamlayıcısı ilə tənzimləməklə, 3 sabit gərginlik mənbəyinə verilir və ossilloqraf vasitəsilə qeyd olunur.



Şəkil 1. Yüklərin səthi sıxlığını ölçmək üçün qurğu.

Elektretlərin yüklərinin effektiv səthi sıxlığı kompensasiyalı induksiya üsulu ilə

$$\sigma_{eff} = \frac{\varepsilon U_k}{2\pi d} = \frac{\varepsilon_0 U_k}{d}, \quad (1)$$

düsturla hesablanır. Qeyd edək ki, təyin olunan  $\sigma_{eff}$  elektretlə elektrod arasındakı məsafədən asılı olmur. Effektiv yükün işarəsi  $U_k$ -nin işarəsinə əsasən təyin edilir. Təsvir olunan üsul sadədir, dəqiqliyi yüksəkdir. Həmin düsturda  $\sigma_{eff}$ -yüklərin səthi sıxlığı (Kl/m<sup>2</sup>),  $d$ - elektret nümunənin qalınlığı (mkm),  $\varepsilon$ - dielektrik nüfuzluğu əmsalı,  $\varepsilon_0$ - elektrik sabiti  $8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m,  $U_k$ - gərginlikdir (V). Yüklərin səthi sıxlıqlarının işarəsi verilən gərginliyin işarəsinə görə voltmetrlə təyin edilir. Alınmış nəticələrin  $\ln \sigma_{eff} = f(t_{sax})$  şəklində qrafiki qurularaq,

$$\tau = \frac{t_{sax1} - t_{sax2}}{\ln \sigma_2 - \ln \sigma_1} \quad (2)$$

ifadəsinin köməyi ilə yüklərin  $\tau$  relaksasiya müddətləri təyin edilir. Burada  $\sigma_1$  və  $\sigma_2$  müvafiq olaraq  $t_{sax1}$  və  $t_{sax2}$  müddətlərində yüklərin səthi sıxlıqlarıdır.

#### Eksperimental nəticələr və onların müzakirəsi.

ASPE+x həcm% TlInSe<sub>2</sub> kompozitlərinin yüklərinin səthi sıxlıqlarının eksperimental tədqiqinin nəticələri şəkil 2- də verilmişdir. Tədqiqatlar təmiz ASPE və tərkibində 1, 3, 5, 7 və 10 həcm % TlInSe<sub>2</sub> olan kompozitlərdə aparılmışdır. Şəkildən görüldüyü kimi xarakterik olaraq tədqiq olunan kompozitlərdə saxlama müddətlərinin əvvəllərində yüklərin səthi sıxlıqları əvvəlcə nisbətən kəskin azalır və daha sonra uzun müddət, praktiki olaraq cüzi azalmalar müşahidə edilir (şəkil 2). Amma  $x=3-5$  qiymətlərinə müvafiq kompozitlərdə yüklərin səthi sıxlıqlarının uzun müddət dəyişməz qalması aşkar edilmişdir. Bu nəticələrdən görünür ki, ASPE+3həcm% TlInSe<sub>2</sub> və ASPE+5 həcm% TlInSe<sub>2</sub> tərkibli kompozitlər üçün  $\ln \sigma_{eff} = f(t_{sax})$ - dəyişmə xarakteri digər kompozitlərdən fərqlənir. Belə ki, ASPE+(3-5) həcm% TlInSe<sub>2</sub> tərkibli elektretlərin yaşama müddətləri təmiz ASPE-nin yaşama müddətindən 4.5-5.5 dəfə (təqribən 335-400gün) böyük

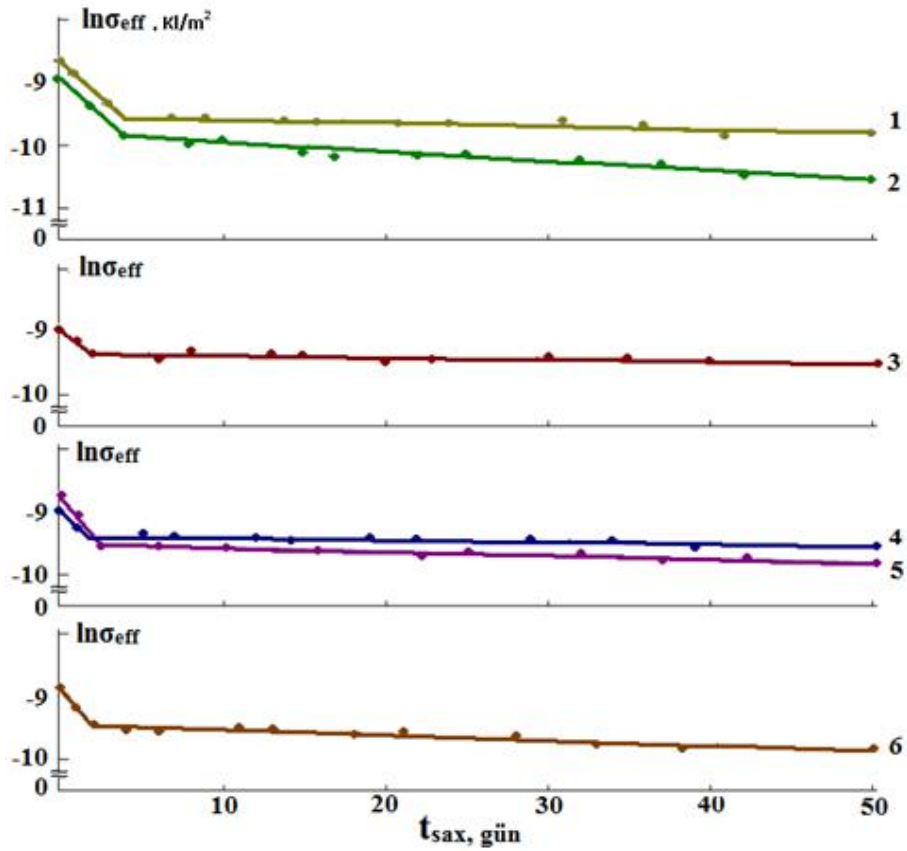
olur. Bu, onunla əlaqədar ola bilər ki, ASPE-yə əlavə edilmiş TlInSe<sub>2</sub> yarımkeçirici doldurucusunun müəyyən qiymətlərində yüklərin səthi sıxlıqlarının stabilliyinə nail olunur və bu da elektret effektinin kifayət qədər uzun müddət davam etməsinə gətirib çıxarır. Bizim fikrimizcə elə bu səbəbdən kompozitlərin elektret halının maksimal saxlanılma müddəti 3-5 həcm% TlInSe<sub>2</sub> doldurucuları ilə təmin olunur (şəkil 2). Tələlərin sayının optimal qiymətdən çox olması materialın elektret xassələrini pisləşdirir.

Yüklərin səthi sıxlıqlarının eksperimental tədqiqi tərkibinə 50nm ölçülü alüminium nanohissəcikləri əlavə edilmiş və səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş ASPE, ASPE+3həcm% TlInSe<sub>2</sub>+7həcm% səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al(2), ASPE+5həcm% TlInSe<sub>2</sub>+5həcm% səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al(3); həcm ASPE+7həcm% TlInSe<sub>2</sub>+3həcm% səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al (4), ASPE+10həcm% TlInSe<sub>2</sub>+10həcm% səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş (5) tərkibli kompozitlərdə də aparılmışdır. Alınmış nəticələr şəkil 3-də verilmişdir. Tərkibində nanohissəcik olmayan eyni tip kompozitlərdə olduğu kimi bu materiallarda da kiçik saxlama müddətlərində yüklərin səthi sıxlıqlarının kəskin azalması müşahidə edilsə də, saxlama müddətinin sonrakı artması zamanı səthi sıxlığın tədricən azalması müşahidə edilir. Yəni, materialın elektret halının pozulması uzun müddət davam edir. ASPE+3həcm% TlInSe<sub>2</sub>+7həcm% səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al tərkibli nümunədə yüklərin səthi sıxlıqlarının 571 gün stabil qalması aşkar edilmişdir. Bu isə o deməkdir ki, həmin nümunə əsasında yaradılmış elektretin yaşama müddəti, təmiz ASPE əsaslı elektretlərin yaşama müddətindən 8 dəfə böyük qiymətə malikdir. Yəni müəyyən miqdarda müəyyən edilmişdir ki, nanohissəciklərin ASPE matrisalı, TlInSe<sub>2</sub> əlavəli kompozitlərə daxil edilməsi, onların əsasında yaradılmış elektret materiallarının yaşama müddətlərini kifayət qədər uzun müddət sabit saxlamasına imkan verir. Tədqiq etdiyimiz ASPE+xhəcm% TlInSe<sub>2</sub> və ASPE+x həcm% TlInSe<sub>2+y</sub> həcm% səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al polimer kompozitlərindən olan tacelektretlərin yaşama müddətlərinin TlInSe<sub>2</sub> doldurucusunun və səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş alüminium nanohissəciyinin həcmi miqdarından asılılığı şəkil 4, 5-də və cədvəldə verilmişdir.

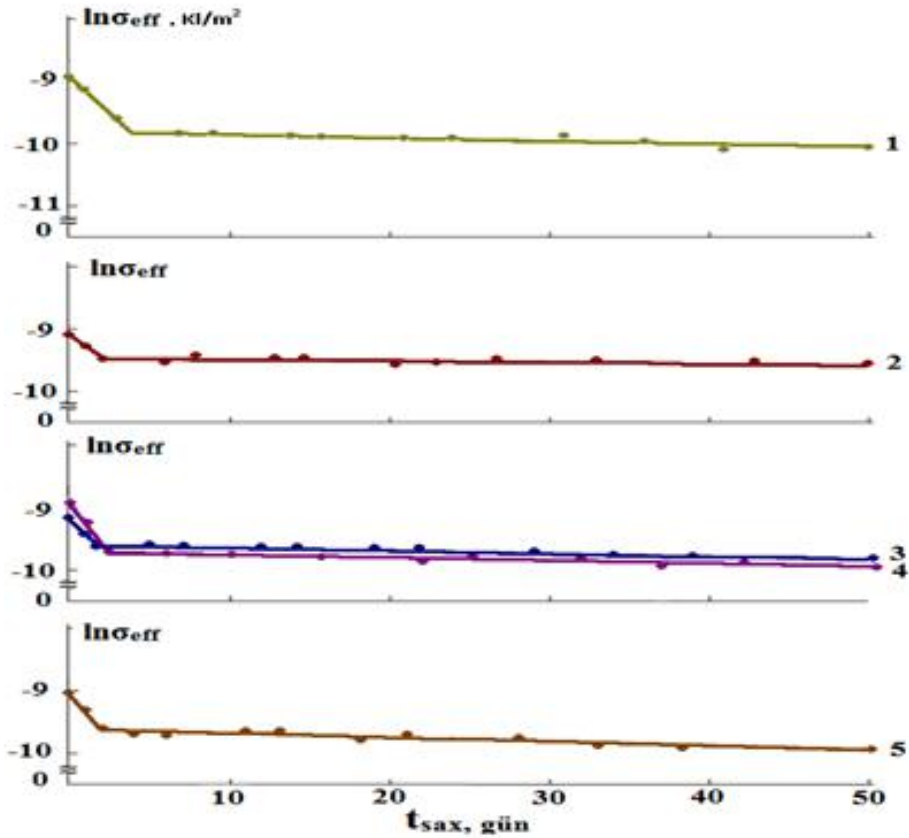
#### Cədvəl

Elektretlərin yaşama müddətlərinin əlavələrin və nanohissəciklərin miqdarından asılılıqları

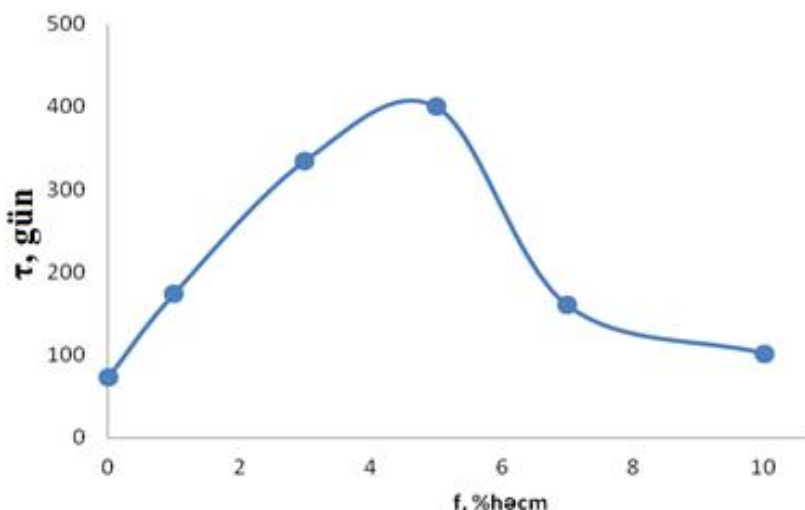
ASPE+x həcm% TlInSe <sub>2</sub> x%	$\tau$ , gün	ASPE+x həcm% TlInSe <sub>2+y</sub> həcm% səthi Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ilə örtülmüş Al		$\tau$ , gün
		x%	y%	
10	102	10	10	153
7	160	3	7	571
5	400	5	5	307
3	335	7	3	211
1	174	0	0	73
0	73			



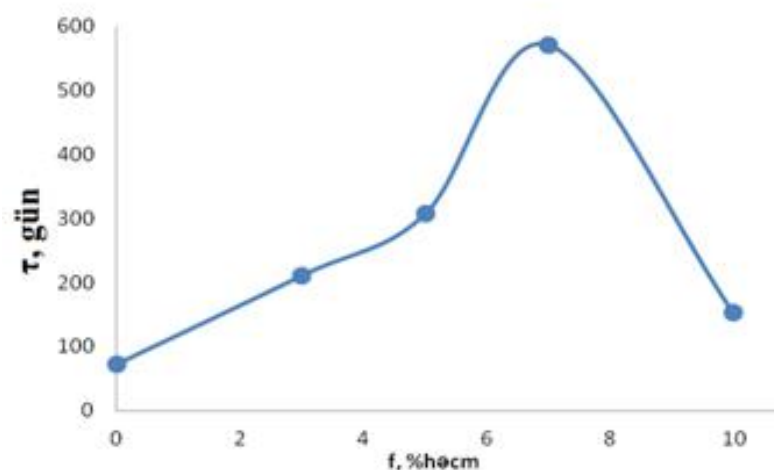
Şəkil 2. ASPE+x həcmi % TIInSe<sub>2</sub> polimer kompozitlərin yüklərinin effektiv səthi sıxlıqlarının saxlanma müddətindən asılılığı, burada 1- x=0; 2- x=1; 3- x=3; 4- x=5; 5- x=7; 6- x=10.



Şəkil 3. ASPE+x həcmi % TIInSe<sub>2</sub>+y həcmi % səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al nanokompozitlərinin yüklərinin səthi sıxlıqlarının saxlanma müddətindən asılılığı, burada 1- x=0; 2- x=3, y=7; 3- x=5, y=5; 4- x=7, y=3; 5- x=10, y=10



Şəkil 4. ASPE<sub>+x</sub>həcm % TlInSe<sub>2</sub> tərkibli tacelektriklərin yaşama müddətlərinin TlInSe<sub>2</sub> doldurucusunun həcmi miqdarından asılılığı, burada x=0; 1; 3; 5; 7; 10.



Şəkil 5. ASPE<sub>+x</sub>həcm % TlInSe<sub>2+y</sub> həcm% səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al kompozitlərin əsasında tacelektriklərin yaşama müddətlərinin TlInSe<sub>2</sub> doldurucusunun və səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al nanohissəciyinin həcmi miqdarından asılılığı, burada x=0; 3; 5; 7; 10 və y=0; 3; 5; 7; 10

### Nəticə.

ASPE<sub>+x</sub>həcm% TlInSe<sub>2</sub> kompozitlərinin və ASPE<sub>+x</sub>həcm% TlInSe<sub>2+y</sub> həcm% səthi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ilə örtülmüş Al nanokompozitlərinin elektret xassələrinin təd-

qiqi ilə müəyyən edilmişdir ki, yarımkeçirici əlavəsinin və nanohissəciklərin miqdarının optimal qiymətlərini müəyyən etməklə, kifayət qədər yüksək yaşama müddətinə malik yeni tip elektret materialları almaq mümkündür.

- [1] В.Г. Бойцов, Д.А. Рычкову. Полимерные электреты в инновационных технологиях, РФФИ (грант 02-02-17049).
- [2] Wu Yne-Hua., Xia Jhong Fu., An Jhen-Lian. Influence of DC corona charge on electrets state of PTEE electrets porous film. China.:Acta physic. Sin. y., 2004, т.53, №9, р.3146-3151.
- [3] В.В. Бурда, М.Ф. Галиханов, И.Ю. Гороховатский, Е.А. Карулина, О.В. Чистякова. Электретное состояние в композитных материалах на основе полиэтилена высокого давления с нанодисперсными наполнителями SiO<sub>2</sub> Тр. XII междунар. конф. «Физика диэлектриков». 23-26 Мая 2011. Санкт- Петербург. Сиб: РГПУ, с. 165-168
- [4] Э.М. Годжаев, С.С. Османова, Э.А. Аллахяров, Ш.А. Зейналов. Вестник Таджикского Технического Университета, Душанбе, 2008, №4, с.12-19.
- [5] А.Ф. Бутенко, А.Е. Сергеева, С.Н. Федосов. М.: Жур. Физика и химия твердого тела. Г. 2007, т. 8, №3, стр. 634-637.
- [6] Э.М. Годжаев, С.С. Сафарова, Д.М. Кафарова, К.Д. Гольмамедов, Х.Р. Ахмедова. Электронная обработка материалов, Молдова, 2013, 49(4), с.1-6.

- [7] Э.М. Годжаев, Х.Р. Ахмедова, А.Ю. Гамзаева, С.С. Османова, Ш.М. Мехтиева. 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.
- [8] М.Ф.Галиханов, И.Ю.Гороховатский, А.А.Гулякова, Д.Э. Темнова, Е.Е. Фомичева. Известия РГПУ им. А.И. Герцена, 2011, №138, с.25-34.
- [9] Д.Е. Темнов, Е.Е. Фомичева. Electret properties of polyethylene composite films with talc. Proceedings of the international conference nanomaterials: applications and properties. 2013vol. 2 no 3, 03ncnn48(2pp).

**Е.М. Qojayev, Kh.R. Ahmadova**

**THE STUDY OF THE ELECTRET EFFECT OF LDPE + x v1.% TlInSe<sub>2</sub> AND LDPE + x v1.% TlInSe<sub>2</sub> + y об.% Al COATED Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> COMPOSITES**

The investigation results of research electret properties of LDPE+xv1.% TlInSe<sub>2</sub> and LDPE+xv1.% TlInSe<sub>2</sub>+yv1% Al composites covered by Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> in the dependence on the content of the semiconductor filler and aluminum nanoparticles are presented.

**Э.М. Годжаев, Х.Р. Ахмедова**

**ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРЕТНОГО ЭФФЕКТА ПЭНП+х об.% TlInSe<sub>2</sub> И ПЭНП+х об.% TlInSe<sub>2</sub>+y об.% Al КОМПОЗИТОВ, ПОКРЫТЫХ Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

В работе излагаются результаты исследования электретных свойств композитов ПЭНП+х об.% TlInSe<sub>2</sub> и ПЭНП+х об.% TlInSe<sub>2</sub>+y об.% Al, покрытых Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в зависимости от содержания полупроводникового наполнителя и наночастиц.

*Qəbul olunma tarixi: 19.07.2016*