

Əlyazması hüququnda

AYNURƏ ƏLİSA QIZI HADİYEVA

**POLİPROPİLEN+DƏKİ NANOGİL ƏSASLI KOMPOZİTLƏRİN
QURULUŞUNUN ONLARIN MÖHKƏMLİK VƏ
ELEKTROFİZİKİ 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 – 2015

Dissertasiya işi Azərbaycan MEA-nın H.M. Abdullayev adına Fizika
İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

Fizika üzrə elmlər doktoru, professor

Ramazanov M.Ə.

Rəsmi opponentlər:

Fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,
professor

Qocayev E.M.

Fizika-riyaziyyat elmləri namizədi

Muradov M.B.

Aparıcı təşkilat :

AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu
(«Polimer və elektroaktiv kompozit
materialların radiasiya fizikası»
laboratoriyası)

Müdafiə «_04_»_06 2015-ci il, saat ____-da Bakı Dövlət
Universitetində fəaliyyət göstərən D 02. 012 Dissertasiya Şurasının
iclasında keçiriləcək. Ünvan: Bakı, Az-1148, Z. Xəlilov küç., 23, əsas
korpus, auditoriya 437.

Dissertasiya işi ilə Bakı Dövlət Universitetinin elmi
kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat göndərilmişdir «____» _____2015-ci il.

**D.02.012 Dissertasiya
Şurasının Elmi katibi**

f.r.e.n., dos. Rəcəbov M.R.

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı. Hal-hazırda polimer materialları sənayenin demək olar ki, bütün sahələrində tətbiq olunur. Onların istifadə olunma dərəcəsi ölkənin elmi-texniki inkişafının əsas göstəricilərindən biridir. Polimer materialların istifadəsi prinsipcə yeni konstruksiyaların və müxtəlif məmulatların yaranma imkanlarını təmin edir, onların kütlələrinin azalmasına və keyfiyyətinin yaxşılaşdırılmasına imkan verir. Polimerlərdən məmulatların alınma texnologiyası nisbətən sadədir, çox səmərəlidir və bir qayda olaraq, onlardan mürəkkəb formalı detalların hazırlanması asandır.

Səciyyəvi olaraq, belə materiallar arasında ayrı-ayrı polimerlərin payı azdır. Müəyyən şərtlərdə istifadə olunan məhsullar üçün xüsusi kompleks xüsusiyyətlərə malik materiallar lazımdır və bu materialların alınması zamanı əsas məsələ yeni sənaye məhsullarının yaranması deyil, məlum olan polimerlərin istifadəsidir. Polimer texnologiyası uzun illərdir ki, komponentlərinin istiqamətlənmiş əlaqələndirilməsinin hesabına tələb olunan kompleks xüsusiyyətlərə malik kompozit materialların yaradılması yolundadır. Belə sistemlər ya optimal polimer kombinasiyalarının axtarışı və ya polimerlərin müxtəlif təbii əlavələrlə qarışması nəticəsində yaranır. Əlavələrin daxil edilməsi yüksək molekullu birləşmələrin tətbiq sahəsini genişləndirir. Məlumdur ki, bu cür materiallar öz kompleks xüsusiyyətlərinə görə əsasında yarandıqları polimerlərə nəzərən daha üstünlüklər. Şüşə qətranlar, gücləndirilmiş elastomerlər, zərbəyə davamlı plastiklər, üzvi və qeyri-üzvi liflərlə möhkəmliyi artırılmış plastiklər, tozşəkili əlavələr daxil edilmiş sistemlər- müasir kompozit materialların tam siyahısı deyildir.

Son illərdə müxtəlif polimerlər və hissəciklərinin ölçüsü 1-100 nm olan təbəqəli silikatlar əsasında nanokompozitlərin alınma texnologiyasında tətbiqi istiqamət geniş inkişaf edir. Belə nanokompozitlərin alınmasında böyük maraq bir tərəfdən, bu materialların aşağı maya dəyərində malik olması ilə bərabər, digər tərəfdən də əsas komponentlərin xarakteristikalarına nisbətən nəzərəçarpan kompleks xüsusiyyətlərə malik olmasıdır.

Yüksək istehlakçı xassələrə malik materialların tez alınmasındakı gərgin rəqabətin şərtlərindəki zərurət çox təəssüf ki, onların

yaranmasında başlıca olaraq praktiki təsəvvürlərin üstünlük təşkil etməsinə gətirib çıxardı. Ona görə də indi çox komponentli polimer sistemlərdə empirik yaxınlaşma həm nəzəri, həm də sistematik təcrübi tədqiqatları üstələyir. Həmçinin aydındır ki, uğurlu və məqsədyönlü kompozit materiallar əldə etmək üçün həm əlavənin quruluş elementlərini (hissəciklərin forma və ölçülərini, matrisada qarşılıqlı yerləşməsinə) və həmçinin də matrisanı (müxtəlif səviyyəli nizamlı quruluşların formalaşmasını, fazalararası sərhəddə qarşılıqlı təsirin nəzərə alınmasını, makromolekulların silikat təbəqələr arasındakı fəzada yerləşməsinin formasını, kompozit materialların bütövlükdə xüsusiyyətləri və polimerin quruluşu arasındakı əlaqənin aydınlaşdırılmasını, bir sözlə, üst molekulyar quruluşunu) hərtərəfli öyrənmək lazımdır.

Yuxarıda deyilənləri nəzərə alaraq təqdim olunan dissertasiya işi qeyri-polyar molekullu polimer və ümumi adı nanogil kimi tanınan təbəqəli silikat əsasında nanokompozit nümunələrin quruluşu və xassələri arasındakı əlaqənin sistematik öyrənilməsinə əsaslanmışdır.

İşin əsas məqsədi Polipropilen (PP) və D_{kl} markalı nanogil əsasında alınmış nanokompozitlərin elektrik sahəsinin təsirindən əvvəl və sonra mexaniki dağılma mexanizminə, istilik və elektrofiziki xassələrinə quruluş dəyişmələrinin təsirinin öyrənilməsidir.

Qarşıya qoyulan məqsədə çatmaq üçün aşağıdakı məsələlər həll olunmuşdur:

- D_{kl}-in həcmi miqdarının nanokompozitlərin mexaniki yaşama müddətinə təsiri və mexaniki dağılma mexanizminin araşdırılması,
- güclü elektrik sahəsinin PP+D_{kl} nanokompozitlərinin mexaniki və istilik xassələrinə təsirinin tədqiqi,
- əlavənin həcmi miqdarından və köhnəlmə müddətindən asılı olaraq baş verən quruluş dəyişmələri ilə istilik xassələrinin müqayisəsi,
- D_{kl}-in həcmi miqdarının nanokompozitlərin elektrik möhkəmliyinə və dielektrik xassələrinə təsirinin öyrənilməsi,
- müxtəlif üsullarla polyarlaşmış nanokompozitlərin elektret xassələrinin (yükün səthi sıxlığının və yaşama müddətinin) tədqiqi.

Dissertasiya işinin elmi yenilikləri:

1. Müəyyən edilmişdir ki, PP+D_{k1} nanokompozitlərində D_{k1}-in 2,0% həcmi miqdarında daha nizamlı quruluşun formalaşması hesabına bu nanokompozitlərin mexaniki möhkəmliyi və buna uyğun olaraq mexaniki yaşama müddəti artır.
2. Müəyyən edilmişdir ki, mexaniki yükün təsiri altında qırılmalar kimyəvi rabitələrdə baş verdiyi üçün elektrik sahəsinin təsirindən əvvəl və sonra saf polimer və nanokompozitlərin mexaniki dağılma prosesinin başlanğıc aktivləşmə enerjisi dəyişmişdir.
3. İlk dəfə olaraq saf polimerlər üçün doğru olan termoflüktuasiya nəzəriyyəsinin PP+D_{k1} nanokompozitləri üçün də keçərliliyi olduğu isbat edilmiş və bu nanokompozitlərin mexaniki parçalanmasının kinetik parametrləri təyin edilmişdir.
4. Elektrik sahəsinin təsiri ilə köhnəlmədən sonra PP və nanokompozit nümunələrin mexaniki xassələri və molekulyar çəkisinin dəyişməsi, həmçinin mexaniki möhkəmlik σ , quruluşa həssas əmsal γ və C=C ikiqat rabitələrin konsentrasiyası arasında köhnəlmə zamanından asılı olaraq korrelyasiya tapılmışdır.
5. Differensial termik analiz (DTA) metodu ilə öyrənilən termodestruksiya prosesində PP+2,0% D_{k1} nanokompozitinin başlanğıc endotermik pikə və termik depolimerləşməyə uyğun gələn temperaturunun dəyişdiyi müəyyən edilmişdir.

İşin praktiki və elmi əhəmiyyəti.

– Tədqiqat işinin nəticələri müasir sənaye və texnikada gərəkli xassələrə (mexaniki, elektret, dielektrik) malik olan nümunələrin alınmasında istifadə oluna bilər.

– İşdə müəyyən edilmiş qanunauyğunluqlar yaxşılaşmış elektret və möhkəmlik xassələrinə malik yüksək effektiv kompozit materialların alınması üçün komponentlərin seçilməsini elmi əsaslandırmağa imkan verir.

– PP əsaslı nanokompozitləri üçün mexaniki dağılmanın kinetikasını öyrənməklə istənilən mexaniki yükün təsiri zamanı həmin nümunələrin yaşama müddətini əvvəlcədən təxmin etmək olar.

Müdafiəyə çıxarılan əsas məsələlər:

1. PP-nin mexaniki yaşama müddətinin və möhkəmlik xassələrinin nanogil əlavəsinin həcmi miqdarından asılı olaraq ekstremal xüsusiyyəti,
2. PP nanokompozitlərinin mexaniki dağılma prosesinin kinetik-aktivləşmə xüsusiyyətli və termoflüktuasiya təbiətli olmasının müəyyən edilməsi,

3. Elektrik sahəsinin təsiri ilə PP-də baş verən destruktiv proseslərdə infraqırmızı (İQ) spektroskopiyaya metodu ilə D_{k1}-in rolunun aşkara çıxarılması,
4. Müxtəlif metodlarla polyarlaşmış nanokompozitlərin elektret xassələrinin və elektret stabilliyinin D_{k1}-in həcmi miqdarından asılılığı,
5. PP-nin mexaniki möhkəmlik, molekulyar çəki, deformasiya zamanı uzanma, quruluşa həssas parametri ilə C=C qrupun optik sıxlığı və termik depolimerləşməyə uyğun gələn temperatur arasındakı korrelyasiyada D_{k1}-in rolu,
6. Rentgen quruluş analizi və atom-qüvvə mikroskopu (AQM) metodu ilə nanogil təbəqələrinin polimer matrisada necə paylanmasının müəyyən edilməsi.

İşin aprobeşiyası: Dissertasiya işinə daxil edilən tədqiqatların nəticələri müəllif tərəfindən aşağıda qeyd olunan Respublika və Beynəlxalq konfranslarda məruzə və müzakirə edilib: «The actual problems of physics 2th republic conference», Bakı; 2008, «Gənc tədqiqatçıların II beynəlxalq elmi konfransı», 18-19 aprel 2014, Bakı; International Conference on Luminescence and ESR Dosimetry, 27-29 August 2014, Ankara, Turkey; 1st International scientific conference of young scientists and specialists, 15-16 October, Bakı.

Nəşrlər: Dissertasiya işi üzrə 11 elmi əsər (7 məqalə, 4 tezis) çap olunmuşdur.

Dissertasiya işinin quruluşu, həcmi və əsas məzmunu:

Dissertasiya işi mövzunun aktuallığını əsaslandıran girişdən, 5 fəsilədən, alınan nəticələrdən və istifadə olunan ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. Ədəbiyyat siyahısında 158 adda ədəbiyyat göstərilib. Dissertasiya 153 çap səhifəsindən ibarətdir, o cümlədən 9 cədvəl, 52 şəkil.

Girişdə mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi, yeniliyi, alınan nəticələrin elmi və praktik əhəmiyyəti qeyd edilmiş, eləcə də müdafiəyə təqdim olunan əsas elmi müddəalar və işin aprobeşiyası barədə məlumat verilmişdir. Bundan başqa bütün fəsillərin qısa şərhli göstərilmişdir.

Birinci fəsilə respublikamızda və dünyada üzvi və qeyri-üzvi əlavələr daxil edilmiş poliolefinlər əsasında alınmış kompozit materiallarda aparılan elmi araşdırmaların qısa xülasəsi verilmişdir. Kompozit materiallarının komponentlərinin fazalararası qarşılıqlı təsirinə müxtəlif xarici amillərin rolu haqqında ədəbiyyat materiallarına

baxılmışdır. Polimerlərin mexaniki möhkəmliyinə və yaşama müddətinə, dielektrik və elektret xassəsinə nanohissəciklərin, elektrik sahəsinin, texnoloji proseslərin təsiri ətraflı araşdırılaraq məlumatlandırılmışdır. Kompozitin quruluşunda baş verən dəyişmələr müxtəlif üsullarla ölçülərək mexaniki və elektrofiziki xassələrə müqayisə edilmişdir.

Ədəbiyyatdan xülasəsinin analizindən aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

1. Polimer matrisasına üzvi və qeyri-üzvi qatqı maddələrinin əlavə edilməsi polimer və polimer kompozit materiallarının xassələrini məqsədəuyğun şəkildə dəyişdirir: mexaniki, elektrik, optik, istilik və s.
2. Polimer kompozit materialların mexaniki, elektrofiziki və istilik xassələrinin sistemli şəkildə araşdırılması tam olaraq aparılmadığı üçün bu istiqamətdə tədqiqatı davam etdirmək praktiki və nəzəri cəhətdən çox əhəmiyyətlidir.

İkinci fəsildə matrisa kimi istifadə olunan PP və əlavə kimi istifadə olunan nanogilin quruluşları və xassələri, kompozit materialların alınma texnologiyası geniş şəkildə yazılmışdır. Dielektrik və möhkəmlik xassələrini, termodepolyarlaşma (TSD) cərəyanını ölçən cihazlar, elektrotermopolyarlaşma (ETP), differensial termik analiz (DTA), İQ spektroskopiyaya metodları və atom-qüvvə mikroskopunun (AQM) işləmə prinsipi haqqında məlumat verilmişdir.

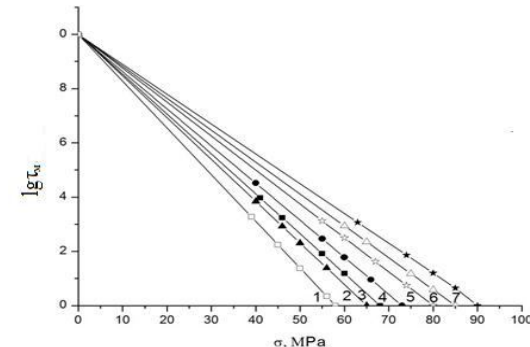
Kompozitlərin alınması üçün birinci komponent adlanan polimer matrisaya ikinci komponent adlanan üzvi və ya qeyri-üzvi əlavələr daxil edirlər. Polimer matrisa kimi seçilən PP möhkəmlik xassələrinə görə plastik boruların istehsalında, izolyasiya materialı kimi kabel sənayesində, elektrofiziki xassələrinə görə isə elektrotexnikada və məişətdə geniş istifadə edilir. Polimer matrisanın xassələrini daha da yaxşılaşdırmaq üçün ikinci komponent olaraq təbiətdə gil süxurları kimi tanınan D_{kl} markalı Na⁺-montmorillonit tərkibli nanogildən istifadə olunmuşdur. Nanogil təbəqəli quruluşa malik, qalınlığı təxminən 1 nm, uzununa ölçüləri 50-150 nm olan gil minerallarının ümumi adıdır.

Nümunələr polimerin ərimə temperaturunda 15 MPa təzyiqlə altında 10 dəqiqə müddətində isti pressləmə üsulu ilə alınır və ərinti nümunələri $\beta \approx 20$ dər/dəq. sürətlə su-buz qarışığına salınması ilə soyudulurlar. Sonra nümunələr xarici amillərin təsirinə məruz qalmaqla quruluşu və xassələri müxtəlif metodlarla öyrənilir.

Üçüncü fəsildə D_{kl} -in PP-nin mexaniki xassələrinə təsiri, elektrik sahəsinin təsirindən əvvəl və sonra PP+ D_{kl} nanokompozitlərinin

mexaniki dağılmasının hansı mexanizm ilə baş verdiyi araşdırılmış, nanokompozitlərin mexaniki yaşama müddətinin temperatur asılılıqlarından möhkəmliyi xarakterizə edən makroparametrlərə görə mikroparametrlərin qiymətləri təyin edilmişdir.

Ədəbiyyatdan məlumdur ki, bərk cisimlər və polimerlərin mexaniki dağılma prosesi termoaktivasiya təbiətlidir və bu nəzəriyyənin PP əsasında nanokompozitlərdə də doğru olub-olmadığını öyrənmək üçün PP və müxtəlif faizlərdəki nanokompozitlərin mexaniki yaşama müddətinin (τ_M) sabit temperaturda mexaniki gərginlikdən (σ) asılılıqlarına baxılmışdır.



Şək.1. PP+ D_{kl} nanokompozitlərinin yaşama müddətinin ($lg \tau_M$) $T=293K$ -də mexaniki gərginlikdən (σ) asılılıqları: 1~PP+10,0% D_{kl} ; 2~PP; 3~PP+8,0% D_{kl} ; 4~PP+1,0% D_{kl} ; 5~PP+6,0% D_{kl} ; 6~PP+4,0% D_{kl} ; 7~PP+2,0% D_{kl} .

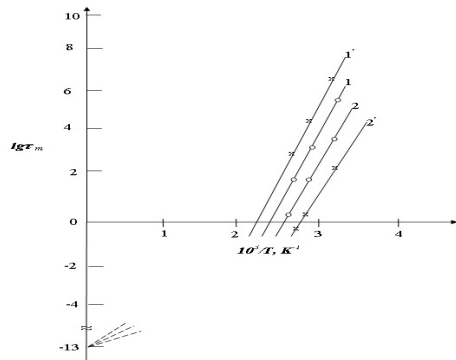
Şək.1-dən görüldüyü kimi bu asılılıq düz xətlər ailəsidir və bu xətlərin tənliyini

$$\tau_M = A \exp(-\alpha \sigma), \quad (1)$$

şəklində yazmaq olar. Burada A və α sabit əmsallar olmaqla τ_M -in σ -dan asılılığından hesablanır. (1) tənliyi sabit temperaturda mexaniki yaşama müddətinin mexaniki yükədən asılılıq tənliyidir və nanokompozitlərin dağılmasının kinetik konsepsiyası haqqında heç bir məlumat vermir. Temperaturun yaşama müddətinə təsirinin təcrübi nəticələri möhkəmlik prosesinin mexanizmini atom və molekul səviyyəsində öyrənməyə və nanokompozitlərdə mexaniki dağılmanın fiziki təbiətini açmağa imkan verəcək. Bütün faizlərdəki nanokompozitlərin temperatur asılılıqlarına

baxmağa ehtiyac olmadığı üçün optimal nanokompozitlə saf polimeri müqayisə etmək daha məqsədəuyğun olardı. Optimal nanokompoziti tapmaq üçün şəkil 1-də $t=1$ san müddətində σ -nın D_{kl} -in həcmi miqdarından asılılığına baxsaq, görürük ki, D_{kl} -in 2,0% miqdarında mexaniki möhkəmlik ən yüksək olur.

PP və optimal xassəyə malik olan nanokompozitin (PP+2,0% D_{kl}) yaşama müddətinin müxtəlif σ -larda temperatur asılılıqları şəkl.2-də göstərilmişdir.



Şəkl.2. Müxtəlif gərginliklərdə nümunələrin mexaniki yaşama müddətinin ($lg\tau_M$) temperatur asılılıqları: 1 ($\sigma=50$ MPa) və 1' ($\sigma=60$ MPa) PP+2,0% D_{kl} ; 2 ($\sigma=40$ MPa) və 2' ($\sigma=50$ MPa) PP.

Əgər $lg\tau_M$ -in $1/T$ -dən asılılığından alınan xətlər ekstrapolyasiya edilsə, onlar $lg\tau_M$ oxu üzərində bir nöqtədə kəsişirlər. PP və optimal nanokompozit üçün $lg\tau_M$ -in bu nöqtəyə uyğun gələn qiyməti (-13)-dür. Ədəbiyyatda da bərk cisimlər və saf polimerlər üçün atomun tarazlıq vəziyyəti ətrafında rəqsinin periodu üçün kimyəvi tərkibindən, quruluşundan və rabitənin növündən asılı olmayaraq τ_0 üçün sabit olmaqla $10^{-12}\pm 10^{14}$ san aralığında qiymətlər alınmışdır. Yaşama müddətinin bu qütbədə aldığı qiyməti $lg\tau_0$ -la işarə edilsə, bu düz xətlər üçün tənlik aşağıdakı şəkildə yazıla bilər.

$$\tau = \tau_0 \exp \frac{U(\sigma)}{kT}, \quad (2)$$

alırıq. Burada $U(\sigma)$ - mexaniki dağılmanın aktivləşmə enerjisidir.

Şəkl. 2-dən istifadə edilərək, müxtəlif σ -larda $U(\sigma)$ -nın mexaniki gərginlikdən asılılığından alınan tənlik

$$U(\sigma) = U_0 - \gamma\sigma,$$

(2)-də nəzərə alınsa, dağılmanı xarakterizə edən mikroparametrlərlə (τ_0 , U_0 , γ) makroparametrlər (τ_M , σ , T) arasındakı asılılıq tənliyi alınır.

$$\tau_M = \tau_0 \exp \frac{U(\sigma)}{kT} \quad (3)$$

Nanokompozitlərin yaşama müddəti üçün temperaturdan asılı olaraq alınan bu tənlik tədqiqatçılar tərəfindən bərk maddələr və saf polimerlər üçün də alınmışdır. Baxmayaraq ki, nanokompozitlər fərqli quruluşa malik iki komponentli sistemdir, termoflüktuasiya nəzəriyyəsi belə sistemlər üçün də ödənilir. PP və müxtəlif faizlərdəki nanokompozitlər üçün yuxarıda adı çəkilən parametrlərin qiymətləri (3) tənliyindən hesablanaraq cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl.

PP+ D_{kl} nanokompozitlərinin mexaniki xassələrinin əsas parametrləri.

| Nümunələr PP+ D_{kl} | σ , MPa ($\tau_M=1$ s) | U_0 , (kC/mol) | γ , (kC/mol)·MPa ⁻¹ | τ_0 , s | τ , s ($\sigma=60$ MP) |
|---------------------------|--------------------------------------|---------------------|--|--------------|---------------------------------|
| PP | 65 | 137 | 2.14 | 10^{-13} | 6,5 |
| PP+1,0% D_{kl} | 73 | 137 | 1.50 | 10^{-13} | 65 |
| PP+2,0% D_{kl} | 90 | 137 | 1.32 | 10^{-13} | 2550 |
| PP+4,0% D_{kl} | 85 | 137 | 1.40 | 10^{-13} | 820 |
| PP+6,0% D_{kl} | 80 | 137 | 1.61 | 10^{-13} | 320 |
| PP+8,0% D_{kl} | 67 | 137 | 1.90 | 10^{-13} | 16 |
| PP+10,0% D_{kl} | 58 | 137 | 2.25 | 10^{-13} | - |

Cədvəldən göründüyü kimi, həm τ_0 və həm də U_0 quruluş dəyişməsinə həssas olmayan parametrlərdir. Enerji çuxurunun başlanğıc qiyməti olan U_0 isə yalnız maddədən maddəyə dəyişir. U_0 -ın qiyməti bərk cisimlərdə atomlararası rabitənin qırılmasının aktivləşmə enerjisinə – metallarda sublimasiya, polimerlərdə isə termodestruksiya prosesinin aktivləşmə enerjisinə yaxındır. Quruluşa həssas əmsal olan γ polimerlər üçün–orientasiya dərəcəsindən, əlavənin miqdarından, nümunələrin alınma üsulundan və həmçinin molekulyar çəkiddən (MÇ), bir sözlə üst molekulyar quruluşdan əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Cədvəldən də

məlum olur ki, namogilin həcmi miqdarından asılı olaraq γ dəyişir, yəni bu halda üst molekulyar quruluşu dəyişən daxil edilən əlavənin miqdarıdır.

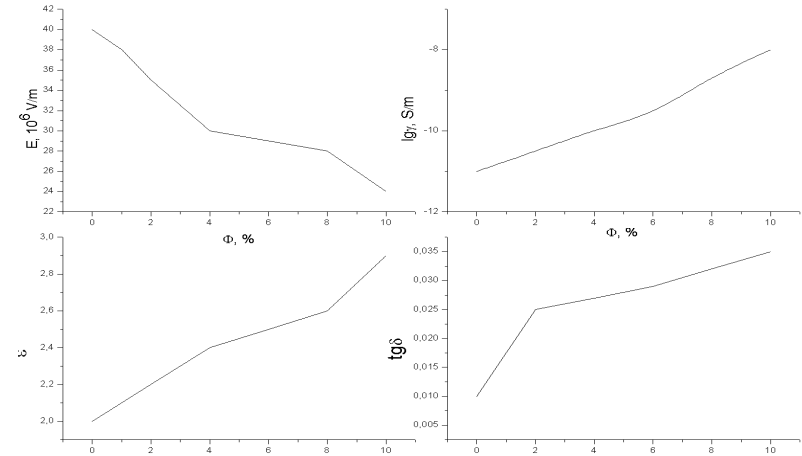
τ_0 , U_0 və γ əmsallarının bu xüsusiyyətləri və nanokompozitlərin yaşama müddəti üçün alınmış tənliyin ümumi şəkli mexaniki dağılmanın kinetik bir hadisə olduğunu göstərir. Nanogilin bu kinetik prosesdə rolunu daha da aydınlaşdırmaq üçün PP və optimal xassəyə malik olan nanokompozitləri sürətli bir şəkildə köhnəldikdən sonra yaşama müddəti, MÇ və deformasiya zamanı uzanmasını (ε) da tədqiq etmək elmi və praktiki cəhətdən maraqlı olar.

PP və PP+2,0% D_{k1} nümunələri elektrik sahəsində zamandan asılı olaraq (10; 20; 40; 60 saat) əvvəlcədən köhnəldilmişdir. Elektrik köhnəlməsindən sonra PP və alınan nanokompozitlər üçün U_0 -ın dəyişməməsi, eyni zamanda 2,0% D_{k1} əlavə edilmiş nanokompozitdə σ və γ -nın dəyişmə sürətinin kiçik olması göstərir ki, həm köhnəlmə zamanı və həm də D_{k1} daxil edilmiş polimerlərdə ancaq fiziki quruluş (üst molekulyar quruluş) dəyişir və daxil edilmiş D_{k1} stabilləşdirici təsir göstərir.

MÇ-nin elektrik sahəsinin təsir zamanından asılı olaraq azalmasına σ -nın azalması uyğun gəlir. MÇ makromolekullardakı qırılmaların nəticəsində azalır, belə ki, hər bir qırılma zamanı zəncirdə iki əlavə zəncir ucu yaranır. Bütün makromolekula nəzərən yaranan zəncir uclarının hərəkəti asanlaşır və σ -nın azalmasına səbəb olur. Əgər makromolekulda oynaq zəncir uclarının sayı artırsa, onda bu deformasiya xassələrinə də təsir etməlidir. Hər iki nümunənin deformasiya xassələrini öyrənmək üçün elektrik sahəsinin təsirindən sonra sabit yükün ($\sigma=60$ MPa) təsiri altında, müəyyən müddətdə ($t=1$ saat) və aşağı temperaturda ($T=203K$) deformasiya əyriləri yazılmışdır. Deformasiya əyriələrindən hesablanan nəticələrdən aydın olur ki, PP+2,0% D_{k1} nanokompozitində elektrik sahəsinin təsiri olmadıqda nisbi uzanma (ε) saf polimerə nəzərən azdır. Beləki, daxil edilən əlavə nümunənin uzanmasının qarşısını alır və eyni zamanda elektrik sahəsinin təsir müddətindən asılı olaraq PP+2,0% D_{k1} nanokompozitində ε -nın artma sürəti PP-yə nəzərən daha azdır. Yəni, D_{k1} elektrik sahəsinin təsiri ilə baş verən sürətli köhnəlmədə dağılmaya doğru gedən prosesləri gecikdirir.

Dördüncü fəsilə_PP əsaslı D_{k1} əlavəli nanokompozitlərin elektrofiziki xassələri (elektrik möhkəmliyi, elektrik keçiriciliyi dielektrik və elektret xassələri) araşdırılmışdır.

PP+ D_{k1} nanokompozitlərinin elektrik möhkəmliyinin (E) D_{k1} əlavəsinin miqdarından asılılığından görüldüyü kimi, elektrik möhkəmliyi əlavənin həcmi miqdarından asılı olaraq azalır. Bunu D_{k1} -in keçiriciliyinin PP matrisasının keçiriciliyindən çox olması ilə izah etmək olar. Həmçinin PP matrisasında kristaldaxili rabitələr kovalent, daxil edilmiş əlavədə isə rabitə ion-kovalent olduğundan əlavənin miqdarının artması ilə xüsusi müqavimətin azalması gözlənilir.



Şəkil 3. PP və PP+ D_{k1} nanokompozitlərinin elektrik möhkəmliyinin (E), elektrik keçiriciliyinin (I_{gy}), dielektrik nüfuzluğunun (ε'), dielektrik itkisinin tangens bucağının ($tg \delta$) $v=1$ kHs-də D_{k1} -in həcmi miqdarından asılılıqları.

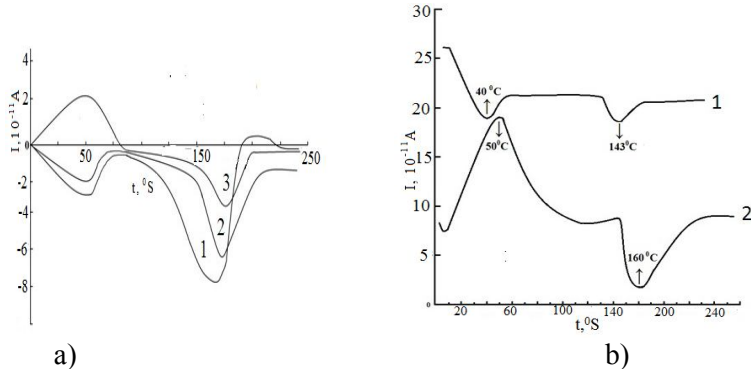
Nanokompozit sistemində komponentlər müxtəlif keçiriciliyə və dielektrik sabitinə malik olduqları üçün elektrik sahəsinin təsiri ilə elektroddan injeksiya olunan yüklər komponentlərin ayrılma sərhədləri arasında toplanır və fazalararası polyarlaşmanın meydana gəlməsinə səbəb olur. Beləliklə, polimer- D_{k1} sistemində sərbəst yüklər mövcud olur, buna görə də nanogilin həcmi miqdarı artdıqca elektrik keçiriciliyi (γ) artır.

D_{k1} -in 2,0% həcmi miqdarından sonra nanogil hissəcikləri bir-birinə yapışaraq klasterlər əmələ gətirirlər və quruluş komponentlərinin səth enerjisində yaranan fərqə görə nanokompozitin fazalararası quruluşunda nizamsızlıq yaranır. Belə ki, bu klasterlərin səthi onları

əmələ gətirən hissəciklərin ümumi səthindən azdır. D_{kl} -in həcmi miqdarı artdıqca klasterlərin də sayı artır, hissəciklər arasında dielektrik təbəqə azalır və bu da elektrik tutumunun artmasına (deməli, dielektrik nüfuzluğu (ϵ') və dielektrik itkisinin tangens bucağının ($\text{tg}\delta$) artmasına səbəb olur (şəkil 3).

Bu fəsilə həmçinin PP əsasında alınmış nanokompozitlər $T_p=390$ K-də $t_p=1$ saat ərzində $E_p=0,8 \cdot 10^7$ V/m intensivlikli elektrik sahəsinin təsiri altında saxlanıldıqdan sonra nümunələrin effektiv səthi yük sıxlığının (σ_e) nanogilin faiz miqdarından asılılığına və təxmini 1 il ərzində həmin nümunələrin elektrik yükünü saxlamaq xassəsinə baxılmışdır. Məlum olmuşdur ki, yüksək elektret stabilliyinə və yükün böyük qiymətinə PP+10% D_{kl} kompoziti malikdir. Bu kompozitdə σ_e saf PP-yə nəzərən 5 dəfə artmışdır ($\sigma_e(\text{PP})= 0,3$ mKl; $\sigma_e(\text{PP}+10,0\% D_{kl})=1,5$ mKl). Əlavənin 10% miqdarında elektret xüsusiyyətlərinin yaxşılaşması elektrik sahəsinin və temperaturun təsiri altında makromolekulların orientasiyası, üst molekulyar quruluşun pozulması və yenidən yaranması hesabına baş verə bilər. TSD əyrilərindən alınan nəticələr də bunu sübut edir.

Termoelektret nümunələrin TSD əyriləri şəkl.4(a)-da göstərilmişdir. PP, PP+2,0% D_{kl} və PP+10,0% D_{kl} kompozitlərinin aktivasiya enerjiləri aşağı temperaturlar bölgəsində uyğun olaraq $W_a=0,19$ eV; 0,3eV; 0,4eV, yuxarı temperaturlar bölgəsində isə $W_a=0,21$; 0,49; 0,72 eV-ə bərabərdir.



Şəkl.4. PP+ D_{kl} əsasında a) termoelektretlərin 1~PP; 2~PP+2,0% D_{kl} ; 3~PP+10,0% D_{kl} ; b) taclı elektretlərin: 1~PP; 2~PP+2,0% D_{kl} . TSD əyriləri.

Şəkildən görüldüyü kimi, PP+10% D_{kl} kompozitində TSD maksimumu saf polimerə nəzərən 15K yüksək temperatur tərəfə sürüşmüşdür (şəkl.4a-3 əyrisi). Bundan başqa əgər aşağı temperatur bölgəsində PP-də elektret yüklərinin tipi yalnız homo yüklədirsə, PP+10% D_{kl} nanokompozitində isə inversiya müşahidə olunur, bu da çox güman ki, əks işarəli (heteroyük) stabilləşmiş yüklərin yeni mərkəzlərinin yaranması ilə əlaqədar ola bilər. $T=323$ K-də nanokompozitlər üçün cərəyan piklərinə uyğun temperaturun dəyişməməsi onu göstərir ki, aşağı temperaturlarda elektrik sahəsinin təsiri ilə kiçik enerjili tələlər üstünlük təşkil edir, yəni polyarlaşma zamanı elektrodlardan injeksiya ilə nümunəyə keçən yüklər səth təbəqədə olan tələlərdə (zəncir sonluğunda, qırılmış makromolekulda, doymamış rabitələrdə) tutulur və belə tələlərdə tutulan yükdaşıyıcılar daha aşağı temperaturlarda azad olurlar. Yüksək temperaturlar bölgəsini analiz etdikdə güman etmək olar ki, PP-yə D_{kl} -in 10% miqdarındakı aqlomerasiya prosesi ilə əlaqədar olaraq əmələ gələn defektlər yükdaşıyıcılar üçün dərin tələlər rolunu oynayır.

ETP metodu ilə termoelektretlərin alınmasına çox vaxt sərf olunduğu üçün cihazın sadəliyinə, prosesin sürətliliyinə və qısa zamanda elektretlərin alınması üçün daha çox taclı boşalma metodundan istifadə olunur. PP və PP+ D_{kl} əsasında alınmış taclı elektretlərin σ_e -nin nanogilin faiz miqdarından asılılığına və TSD əyrilərinə (şəkl.4b) baxılmış və belə bir nəticəyə gəlinmişdir ki, taclı boşalma halında PP-yə nanogili 2% -dən çox miqdarda əlavə etdikdə elektret xassələri yaxşılaşır. Beləki, əlavənin miqdarı artdıqca kompozitin keçiriciliyi də artır və bu da polyarlaşma prosesinə mane olur. Ədəbiyyatdan da məlumdur ki, yüksək elektret stabilliyinə malik olan taclı elektretlərin elektrik keçiriciliyi kiçik olmalıdır.

Beləliklə, PP və PP əsasında D_{kl} əlavəli nanokompozitlərin elektret halının relaksasiyası üçün aşağıdakılar söylənilə bilər:

1. PP-yə əlavə edilən D_{kl} hissəcikləri özlərini makrodipol kimi aparır və dipol relaksasiya prosesinin üzə çıxmasında özünü göstərir.
2. Nanokompozit materiallarında bu proseslər müşahidə edilir: xırda tələlərdən yüklərin azad olması, dipol relaksasiyası, həcmi yüklərin dərin tələlərdən azad olması.
3. Müxtəlif üsullarla polyarlaşmış PP və D_{kl} əsasında alınan elektretlərdən sənayenin müxtəlif sahələrində: çeviricilərin, membranların, dozimetrlərin, filtrlərin alınmasında; elektrofotografiyada elektrostatik

yazı üçün; qida sənayesində - məhsulların keyfiyyətini qorumaq və uzun müddət saxlamaq üçün qablaşdırmada geniş istifadə oluna bilirlər.

Besinci fəsilə elektrik sahəsinin və D_{kl} -in təsiri ilə quruluşda baş verən dəyişikliklərin nanokompozitlərin fiziki xassələrinə necə təsir etdiyi tədqiq edilmişdir.

Elektrik köhnəlməsindən sonra nümunələrdə yaranan quruluş dəyişmələrini müşahidə etmək üçün $400-2500 \text{ sm}^{-1}$ dalğa ədədi aralığında İQ spektroskopiyaya metodundan istifadə olunmuşdur. $t=10$ saatdan başlayaraq elektrik sahəsinin təsiri ilə həm PP və həm də nanokompozitlərdə 1640 sm^{-1} dalğa uzunluğuna uyğun gələn C=C qrupuna aid pikin boyu artır. C=C qrupunun optik sıxlığının (D) elektrik sahəsinin təsiri ilə köhnəlmə zamanından asılılığına baxılmış və məlum olmuşdur ki, D-nin artması (MÇ-nin azalması) sahənin dağıdıcı xarakterini göstərir. Lakin PP+2,0% D_{kl} nanokompozitdə D-nin artma sürəti PP-yə nəzərən daha azdır. Bunu nanohissəciyin matrisa sərhəddində adgeziyası nəticəsində makromolekulun hərəkətiliyinin azalması ilə izah etmək olar.

Elektrik sahəsinin təsirindən əvvəl və sonra PP əsaslı D_{kl} nanokompozitlərinin istilik xassələrini öyrənməklə əlavənin bu xassələri necə dəyişdirdiyini müəyyən etmək olar. Elektrik köhnəlməsindən əvvəl nümunələrin DTA metodu ilə tədqiqindən aşağıdakı nəticələr alınmışdır:

1. PP matrisasının kristallik fazasının dağılma temperaturu $T_{dağ.}=115^{\circ}\text{S}$ (endotermik effekt); depolimerləşmə temperaturu $T_{depol.}=365^{\circ}\text{S}$; termooksidləşmə zamanı ekzotermik effekt $T_{ter.oks.}=305^{\circ}\text{S}$; qalıq kütlə isə $\Delta m=54\%$ -dir.

2. D_{kl} -in 2,0% həcmi miqdarında bu göstəricilər artır: $T_{dağ.}=125^{\circ}\text{S}$; $T_{depol.}=375^{\circ}\text{S}$; $T_{ter.oks.}=315^{\circ}\text{S}$; $\Delta m=62\%$.

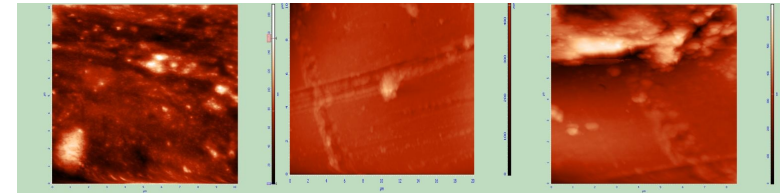
3. D_{kl} -in 10% həcmi miqdarında bu göstəricilər azalmağa başlayır: $T_{dağ.}=100^{\circ}\text{S}$; $T_{depol.}=340^{\circ}\text{S}$; $T_{ter.oks.}=300^{\circ}\text{S}$; $\Delta m=50\%$.

Elektrik sahəsinin 60 saat təsirindən sonra, PP-də termodestruksiya prosesləri daha sürətlə gedir, lakin PP+2,0% D_{kl} nanokompozitində bu proses yavaşdır.

Həmçinin bu fəsilə PP-yə əlavə kimi daxil edilən nanosilikatın polimer matrisada necə paylanmasını müəyyən etmək üçün D_{kl} və PP+ D_{kl} nanokompozitlərinin rentgen difraktoqramlarından alınan nəticələr araşdırılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, D_{kl} -ə məxsus təbəqələrarası məsafəsi 1,2 nm olan az intensivlikli maksimum ($2\theta=7,3^{\circ}$) PP+2,0% D_{kl} nanokompozitində müşahidə olunmur. Bu da D_{kl} -in 2,0% həcmi miqdarında öz kristallik quruluşunu itirərək polimer matrisasında

bircins paylanmasının nəticəsidir. Yəni, bu zaman polimer makromolekulları gilin təbəqələri arasındakı fəzaya daxil olaraq onları tamamilə tək-tək laylara ayırmış və nəticədə eksfoliyasiyalı (nizamlı paylanmış) nanokompozit alınmışdır. Lakin PP+10,0% D_{kl} kompozitində isə yeni əmələ gələn piklər böyük bucaqlara tərəf sürüşmüşdür. Bundan belə bir nəticəyə gəlinir ki, bu həcmi miqdardakı kompozitlər mikrokompozitlərdir. Belə kompozit polimer molekulları silikat təbəqələrin arasına daxil olmadıqda—yəni, nanogil matrisa ilə yaxşı qarışmadıqda və ya nanogilin həcmi miqdarı çox olduqda alınır.

PP və nanokompozitin AQM təsvirlərindən (şək.6) görüldüyü kimi, PP-nin səthi hamar deyil, çoxlu sayda qüsurlar vardır. Lakin PP+2,0% D_{kl} nümunəsinin səthində PP-də aydın görünən kristallaşma mərkəzləri itir, sanki nanogil polimerin defektlərini qapayır, belə ki, PP+2,0 % D_{kl} nümunəsində mexaniki möhkəmlik σ ən çox,uzanma ε və quruluşa həssas əmsali γ ən az olmuşdur. Bu nümunədə D_{kl} hissəcikləri daha bircins paylanmış və nanohissəciklərlə matrisa arası sərhəddə qarşılıqlı təsir güclənərək radikalın yaranmasına mane olmuşdur.



Şək.6. PP və PP+ D_{kl} nanokompozitlərinin ikiölçülü təsviri: a) PP; b) PP+2,0% D_{kl} ; c) PP+10,0% D_{kl}

Beləliklə, məlum oldu ki, matrisada D_{kl} -in həcmi miqdarının artması ilə nanogilin aqlomerasiya prosesinin ehtimalı da artır. Buna görə də nanokompozitlərin həcmi boyunca nanohissəciklərin bərabər paylanması və polimer matrisa ilə qarşılıqlı təsirə girə bilən effektiv səthi azalır. Lakin PP-ni D_{kl} kiçik həcmi miqdarı ilə modifikasiya etdikdə mexaniki yaşama müddəti və xarici təsirlərə qarşı davamlılığı artdığı üçün alınan nanokompozitləri plastik məmulatların (əsasən də kanalizasiya və saf su borularının) hazırlanmasında istifadə etmək olar.

ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. Müəyyən edilmişdir ki, PP+D_{k1} nanokompozitlərinin mexaniki yaşama müddəti və mexaniki möhkəmliyi D_{k1}-in 2,0% həcmi miqdarına qədər artması (PP+2,0%D_{k1} kompozitində σ -36% artmışdır) və sonra azalması quruluşa həssas əmsalın (γ) qiyməti ilə korrelyasiya edir ki, bu da 2,0% həcmi miqdarında daha nizamlı quruluşun formalaşması ilə əlaqədardır.
2. Göstərilmişdir ki, PP və PP+D_{k1} nanokompozitləri üçün elektrik sahəsinin təsirindən əvvəl və sonra mexaniki dağılma prosesinin aktivləşmə enerjisinin qiyməti (U₀) dəyişmir və bu da qırılmaların kimyəvi rəbitələrdə baş verməsi ilə izah olunur.
3. Elektrik köhnəlməsindən sonra PP və PP+D_{k1} nanokompozitlər üçün U₀-in dəyişməməsi, eyni zamanda 2,0% D_{k1} əlavə edilmiş nanokompozitdə σ və γ -nın dəyişmə sürətinin kiçik olması göstərir ki, həm köhnəlmə zamanı və həm də D_{k1} daxil edilmiş polimerlərdə ancaq fiziki quruluş (üst molekulyar quruluş) dəyişir və daxil edilmiş D_{k1} antistatik təsir göstərir.
4. PP-nin elektrik möhkəmliyinin D_{k1}-in miqdarından asılı olaraq dəyişməsindən və nanokompozitlərin dielektrik xassələrinin tədqiqindən müəyyən edilmişdir ki, PP-yə D_{k1} əlavəsi daxil etməklə matrisa ilə hissəcik arasında fazalararası sərhəddə yük daşıyıcıların tələləri kimi özünü göstərə bilən yeni quruluş yaranır və heterogen sistemlərdə komponentlərin elektrik keçiriciliyinin müxtəlifliyinə görə miqrasiya polyarlaşması müşahidə olunur.
5. Müəyyən edilmişdir ki, ETP metodu ilə polyarlaşdırılmış PP+10,0% D_{k1} nanokompozitinin elektret xassələri (yükün səthi sıxlığı, yüklərin yaşama müddəti) PP-yə nəzərən 5 dəfə artmışdır. Bu, PP-yə 10,0% həcmi miqdarında D_{k1}-in daxil edilməsi ilə yükdaşıyıcılar üçün daha dərin energetik tələlərin yaranması ilə izah olunur.
6. İQ spektroskopiyaya metodu ilə alınan spektrlərin analizi göstərdi ki, elektrik sahəsinin təsiri ilə makromolekullarda kimyəvi rəbitələrin qırılması nəticəsində C=C qruplar yaranır və bu qrupların optik sıxlığı elektrik sahəsinin təsir müddətindən asılı olaraq artır. Lakin PP+2,0% D_{k1} nanokompozitində optik sıxlığın (D) artma sürəti saf polimerə nəzərən daha azdır (PP-də D-nin artma sürəti 63%, PP+2,0% D_{k1} kompozitində isə 50%-dir).
7. AQM tədqiqi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, polimer matrisada D_{k1}-in həcmi miqdarının artması ilə nanogilin aqlomerasiya prosesinin ehtimalı da artır və nanokompozitlərin həcmi boyunca nanohissəciklərin bərabər paylanması və effektiv

səthi azalır. Lakin polimerləri nanogillə kiçik konsentrasiyada modifikasiya etdikdə nizamlı düzülüş alınır və kompozitin mexaniki xassələri yaxşılaşır.

DİSSERTASIYANIN MÖVZUSUNA DAİR DƏRC OLUNMUŞ ELMİ İŞLƏRİN SİYAHISI

1. Рамазанов М.А., Абасов С.А., Расулова А.А., Байрамова Р.Л., Ибрагимова Х.С. Прочностные свойства нанокompозитов на основе полипропилена и наногелев (глин) марки D_{k1} и D_{k2} / II Respublika konfransı: Fizikanın müasir problemləri , Bakı: 2008, c.16-17.
2. Hədiyeva A.Ə., Ramazanov M.Ə., Ələkbərov V.Ə. Polipropilen-nanogil kompozitlərində mexaniki parçalanma proseslərinin kinetikasi / Azərbaycan xalqının ümummilli lideri H.Əliyevin 91-ci il dönümünə həsr olunmuş Gənc tədqiqatçıların II beynəlxalq elmi konfransı, Bakı: 2014, s. 58-59.
3. Kosovalı Çavuş F., Hədiyeva A.A., Sadıqova A.R., Alkan Ü., Rodop M.C., Beken M., Özcanlı Y. Polipropilen+nanokil nanokompozitlərinin kuvvetli elektrik alan etkisindən sonra dinamik-mexanik və fotoluminesans özellikləri ve yapay zeka modellemesi / International Conference on Luminescence and ESR Dosimetry, Turkey : 2014, p. 57.
4. Hədiyeva A, Ramazanov M. The influence of nanoclay to the electrophysics properties of polypropylene / 1st International scientific conference of young scientists and specialties, Bakı: 2014, p. 199-201.
5. Рамазанов М.А., Абасов С.А., Расулова А.А., Байрамова Р.Л., Ибрагимова Х.С. Прочностные свойства нанокompозитов на основе полипропилена и наногелев (глин) марки D_{k1} и D_{k2} // Fizika, XV cild, №1, 2009, c.25-27.
6. Расулова А.А., Рамазанов М.А., Мамедова Р.Л., Абасов С.А. Электретные свойства нанокompозитов на основе полипропилена и наногелев (глин) марки D_{k1} и D_{k2}// Проблемы энергетики, Баку, №2, 2010, с. 47-49.
7. Ramazanov M., Abasov S., Mamedova R., Rasulova A. Influence of structure and charging condition on strength properties of a

- nanocompositions on the basis of films PP+Dk2 // Surface Engineering and Applied Electrochemistry, 2011, v. 47, № 6, p.5-7.
8. Рамазанов М.А., Хадиева А.А., Мамедова Р.Л., Асланов Р.Б., Садыхова А.Р. Влияние температурно-временных режимов кристаллизации на теплофизические свойства полимерных нанокompозитов на основе полипропилена и D_{K1} // Проблемы энергетики, Баку, 2011, №3, с.67-70.
 9. Ramazanov, M.A., Mamedova, R.L., Khadiyeva A.A., Aslanov R.B., Sadikhova A.R. Thermal characteristics polypropylene films with addition of Dk₂ (10-40%) nanogel // Physics, Baku, 2011, №4, p. 31-33.
 10. Рамазанов М.А., Мамедова Р.Л., Расулова А.А. Дериватографические исследования нанкомпозиции на основе полипропилена и наногеля D_{K1}, // Электронная обработка материалов, 2013, т. 49, №1, с. 45–47.
 11. Ramazanov M., Hadiyeva A., Alekperov V. Influence of electric field (aging in electric field) on structure and properties of nanocomposite polypropylene-nanoclay // Journal of Ovonic Research, 2014, v. 10, №4, p. 101-107.

ХАДИЕВА АЙНУРА АЛИСА КЫЗЫ

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИТОВ ПОЛИПРОПИЛЕНА+D_{K1} НАНОГЛИНА НА ИХ ПРОЧНОСТНЫЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена изучению прочностных, электрофизических, тепловых свойств нанокompозитов на основе полипропилена и слоистого наносиликата марки D_{K1} и влияния структуры на эти свойства.

Из формулы для долговечности нанокompозитов

$$\tau_M = \tau_0 \exp \frac{U_0 - \gamma \sigma}{kT}$$

полученной экспериментально установлено, что напряжение σ и температура T входят в этот множитель равноправным образом. Это значит, что можно изменить долговечность τ_M нанокompозитов под нагрузкой на много порядков не только варьированием σ , но и соответствующим изменением T . Из этого следует, что процессу разрушения можно приписать термофлуктуационную природу, подобную природе ряда других кинетических процессов. Определено, что начальная энергия активации U_0 механического разрушения не изменяется, а увеличение долговечности τ_M соответствует уменьшению структурно-чувствительного коэффициента γ и наоборот. Это значит, что механическое разрушение происходит по одним и тем же химическим связям, но при этом увеличивается однородность материала, вследствие чего уменьшается коэффициент перенапряжения.

Выявлена роль D_{K1} в деструктивных процессах ПП под действием сильного электрического поля, т.е. наполнитель D_{K1} препятствует окислению в ПП и, тем самым уменьшая число избыточных заряженных центров.

А также определено, что в нанокompозите при низком

содержании наполнителя вследствие увеличения межфазного взаимодействия и очень хорошей степени распределения наноглины образовалась эксфолиированная структура.

AYNURA ALISA HADIYEVA

**INFLUENCE STRUCTURE OF NANOCOMPOSITES
POLYPROPYLENE+NANOCLAY OF D_{k1} TO THEIR
STRENGTH AND ELECTROPHYSICAL PROPERTIES**

SUMMARY

Dissertational work is devoted to the study of the strength, electrophysics, thermal properties and the influence of structure on these properties of nanocomposites based on polypropylene and layered nanosilicates D_{k1}.

The dependence of $\lg\tau$ on σ at constant temperature for PP/D_{k1} composites, is measured and the relationship between mechanical lifetime τ , the tensile stress σ and temperature T can be written as equation $\tau_M = \tau_0 \exp \frac{U_0 - \gamma\sigma}{kT}$. It is seen that the destruction of the nanocomposites agrees with thermofluctation theory. According to this theory, the mechanism of nanocomposites is a kinetic mechanism. This means that the destruction of nanocomposites is a kinetic process whose rate is determined by tensile stress and temperature. The fact that the initial activation energy (U_0) for pure and nanocomposite samples do not change due to mechanical degradation, imply that the degradation has a chemical nature. But the parameter γ vary directly with σ depending on the amount of the additives.

The experimental results show that the addition of the D_{k1} nanoclay into the PP increases the concentration of the centers of localization of electric charges; that is, interfacial layers are formed at the polymer-nanoclay interface; they can play the role of a trap for charges: this results in an increase in the density and stability of the electret charges. A change in the interfacial interactions and the thickness of the boundary layer can have an effect on the electrophysical properties of the nanocomposites.

Found that due to the well dispersion of individual clay layers,

high aspect ratio is obtained and lower clay content is needed for exfoliated nanocomposites. Also most significant improvement in polymer properties is obtained due to the large surface interactions between polymer and D_{k1}.

AMEA-nın mətbəəsində çap olunub.

Tiraj:

БАКУ - 2015

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
БАКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

На правах рукописи

АЙНУРА АЛИСА кызы ХАДИЕВА

**ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРЫ КОМПОЗИТОВ
ПОЛИПРОПИЛЕНА+D_{K1} НАНОГЛИНА НА ИХ
ПРОЧНОСТНЫЕ И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА**

2222.01 – физика и технология наноструктур

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени доктора
филол физике