NANO SİLİSİUM + POLİPROPİLEN KOMPOZİTİNDƏ KOMPONENTLƏRİN QARŞILIQLI TƏSİRİNİN FURYE-İQ SPEKTROSKOPİK VƏ RENTGEN-DİFRAKSİON METODLARLA TƏDQİQİ

2018

¹A.A. QƏRİBLİ, ²S.Z. MƏLİKOVA, ³M.Ə. RAMAZANOV, ¹A.A. QƏRİBOV

¹Milli Nüvə Tədqiqatları Mərkəzi, AZ 1073, İnşaatçılar pr. 4, Bakı, Azərbaycan ²AMEA Radiasiya Problemləri İnstitutu, AZ 1143, B.Vahabzadə küçəsi 9, Bakı, Azərbaycan ³Bakı Dövlət Universiteti, AZ1148, Akademik Zahid Xəlilov küçəsi 2, Bakı, Azərbaycan e-mail: qaribliaydan@gmail.com

Polipropilen + (1-20 çəki %) nano-silisium əsasında alınmış kompozit materialı tərkib komponentlərinin qarşılıqlı təsiri Furye İQ-spektroskopiya və rentgen-difraksion üsullarla tədqiq olunub. Müəyyən edilib ki, polipropilenə nano silisium əlavə edilməsi polipropilenin kristallik fazasının azalmasına səbəb olur. Rentgen difraksiya və Furye-İQ spektroskopiya üsulları ilə aşkar olunmuş nano silisiumun polipropilenin struktur nizamlılığına təsirini izah edən mexanizm təklif olunub. Epitermal neytronların (625eV÷0,1MeV) τ =0,1-20 saat müddətində nano silisiuma təsiri nəticəsində struktur nizamlılığının dəyişməsi tədqiq olunub. Müəyyən edilib ki, epitermal neytronların τ = 10 saat müddətində nano silisiuma təsiri nəticəsində ilkin nümunənin kristallik fazasına uyğun difraksiya xətlərinin intensivliyi 35-38% aşağı düşür. Bu da udulmuş enerji nəticəsində nano silisiumda amorflaşma proseslərinin gedişinə səbəb olmasını göstərir. Polipropilen struktur, elektrofiziki, kimyəvi davamlılığı kristallik fazanın miqdarı və digər xassələrinə görə unikal model və praktiki əhəmiyyətli polimer olub, onun istehsal tempi son illərdə çox sürətlə artmaqdadır.

Açar sözlər: polipropilen, nano-silisium, Furye-İQ-spektroskopiya, rentgen-difraksion metod. PACS: 82.35.Lr.83.85.Ei

GİRİŞ.

Polipropilen geyri polyar, fotooksidləşməyə, soyuğa nisbətən davamsız polimerdir. Odur ki, onun elektrofiziki, fiziki və kimyəvi xassələrini idarə etmək üçün onun müxtəlif metal, oksid və üzvi xarakterli qarışıqlarla kompozitlərinin alınması və onların fiziki xassələrinin tədqiqi istiqamətlərində elmi tədqiqatların miqyası və səviyyələri durmadan artmaqdadır [1-10]. Polimer molekulunda karbon atomu ilə daha dayanıqlı əlaqə saxlamaq və asanlıqla polimer zəncirinə daxil olan və fiziki xassələrinə görə özünəməxsus aktuallığa malik elementlərdən biri də silisiumdur [10]. Artıq polimer və kompozit materiallar istiqamətlərində silisium-orqanik birləşmələr sinfi formalaşıb və bu sahədə böyük elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb edən nəticələr alınıb. Bu nöqteyi-nəzərdən nano silisium səthi kimyəvi aktivliyi, fiziki xassələrinə görə daha maraqlı obyekt olub, onun əsasında müxtəlif növ birləşmə, kompozit sistemlərin alınması istiqamətində tədqiqatlar aparılır [1-15]. Nano birləşmələr və kompozitlər əsasında alınmış kompozit materiallar əsasında radiasion təhlükəsizliyin təmin edilməsində universal şüauducu materiallar da alınır [6]. Göstərilən materiallar ənənəvi uducu materiallar kimi tətbiq olunan ağır metallara nisbətən yüngül, ucuz və effektivdirlər. Effektivlik faktoru xüsusən də neytron və digər ağır hissəciklərdən radiasion təhlükəsizliyin təminində daha açıq şəkildə özünü göstərir.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq təqdim olunmuş işdə polipropilen və nano silisiumla-polipropilen əsasında alınmış kompozit materialın struktur, termik, elektrofiziki xassələri və onlara epitermal neytronların təsiri tədqiq olunub.

TƏCRÜBİ HİSSƏ.

Tədqiqat obyekti kimi nano silisium və polipropilen götürülüb. Nano silisium kubik quruluşa, xüsusi səth sahəsi 80 m²/q, hissəcik ölçüsü $d_h = 100$ nm, sıxlığı

0.08q/sm³ və 99% təmizliyə malikdir. İstifadə olunmus nano silisium ABS-ın Sky Spring Nanomaterials. İnc. Houston şirkəti tərəfindən istehsal olunub. Tədqiqatdan əvvəl nano silisium nümunələri əvvəlcə təsirsiz qaz olan arqon mühitində 400-450°C temperaturda τ =6 saat müddətində səthi adsorbsiya olunmuş su və digər qarışıqlardan təmizlənməsi üçün termik işlənməyə məruz qalıb. Sonra həmin temperaturda vakuumda $P=10^{-3}$ mm. Hg st.da 3 saat müddətində termo-vakuum işlənilmişdir. Tədqiq olunmuş polipropilen nümunələri Almaniyanın SİGMA-ALORİCH şirkəti tərəfindən sintez olunub. İzotaktik polipropilen olub, kristallik quruluşa, orta molekul kütləsi M_{w} ~250000 k.k.v. (karbon kütlə vahidi ilə), refraksiya əmsalı n_D =1,49; ərimə temperaturu 189°C, sıxlığı 0,9q/ml (T=25°C). Alınmış nümunələr əsasında tərkibində müxtəlif miqdarda nano silisium olan nano silisium-polipropilen kompozit birləşməsi sintez edilmişdir [16]. Nano silisiumun kompozit materialda cəki ilə miqdarı 1÷20% intervalında dəyişib. Bunun üçün əvvəlcə tələb olunan miqdarda polipropilen 10⁻⁴q dəqiqliklə çəkilib toluolda həll edilir və məhlula polipropilenə nisbətən 1-20% intervalına uyğun tələb olunan miqdarda nano silisium əlavə olunub, sistem $T \approx 80^{\circ}$ C-də qarışdırılmaqla 8-9 saat ərzində həlledici kənarlaşana qədər termo işləməyə məruz qalır. Sistemdə qalan sərbəst həlledicini kənarlaşdırmaq üçün alınmış qarışıq T=60-70°C-də vakuum şəraitində işləməyə məruz qalıb. Alınmış kütlə xüsusi press formada qalınlığı təqribən 10-15mkm olan nazik lövhə halına salınır. Alınmış nümunələrdə silisiumun miqdarı RFA analiz üsulu ilə analiz olunaraq, yoxlanışı aparılır.Eyni şəraitdə və metodika üzrə tərkibində 1, 2, 3, 5, 7, 10, 20% nano silisium olan kompozit sistem alınıb. İlkin komponentlər və alınmış kompozit rentgen difraktometrik, Furve İQ spektroskopik, differensial termik analiz, dielektrik və elektrofiziki xassələri tədqiq olunub. İlkin komponent və alınmış kompozit kristallik fazanın tədqiqi rentgen difraktometrik və Furye İQ spektroskopiya üsulu ilə tədqiq olunub.

Nano silisium və nano silisium + polipropilen nümunələrinin strukturu rentgen-faza metodu ilə CuK α - mənbəyi DS ADVANCE BRUKER XRD cihazında [7] metodikası ilə tədqiq olunub. Furye İQ udulma spektrləri v=4000-400sm⁻¹ tezlik intervalında Varian-640 İR FT-İR spektrometrində [17] metodikası üzrə çəkilib və müvafiq identifikasiyası aparılıb [1, 18].

Furye İQ udulma spektrini çəkmək üçün tədqiq olunan nümunələrdən 50÷100 mkm qalınlığında həblər preslənib. İQ spektrlər CaF2 pəncərəyə malik olan xüsusi kvars küveytlərə çəkilib. Udma oblastları üst-üstə düşdükdə, spektr komponentlərinin tərkib hissəsinə [19] metodika ilə ayrılıblar. Tədqiq olunmuş nümunələrin EPR spektrləri "Bruker ELEXSYS E 500" yüksək Q-rezonatorlu spektrometrində çəkilib. Bunun üçün nümunələr 5mg miqdarında hündürlüyü təqribən 5 mm iç diametri 2,5 mm olan silindrik formada kvars ampulalarda çəkilib. Spektrlərin çəkilişi və identifikasiyası [20-22] metodikaları ilə aparılıb. Polipropilen və nano silisium + polipropilen nümunələri Sloveniyanın Lyublyana şəhərində Jozef Stefan İnstitutunun "Reaktor mərkəzində" TRİGA Mark II yüngül su (light water pool type reactor) tədqiqat Nüvə Reaktorunda mərkəzi (kanal A1) kanalda şüalandırılmışdır. Şüalanma reaktorun tam güc rejimində (250 kVt) $2x10^{13}$ neytron/sm² san sel sıxlığında həyata keçirilib. Reaktor tam gücündə işlədikdə mərkəzi kanalda neytron seli aşağıdakı tərkibə malikdir:

- termal neytronlar 5,107x10¹² n/sm²·san ($1\pm 0,0008$, $E_n \le 625 \text{eV}$)
- epitermal neytronlar 6,502x10¹² n/sm² san (1±0,0008, $E_n \sim 625 \text{eV} \div 0,1 \text{ MeV}$)
- sürətli neytronlar 7,585x10¹² n/sm²·san (1±0,0007, $E_n > 0,1$ MeV)

Bütün göstərilən neytronlar üçün sel sıxlığı 1,920x10¹³n/sm²·san (1±0,0005) kimidir və bu sel sıxlığına müvafiq olaraq mərkəzi kanalda neytronların enerjisinin orta qiymətini 625eV÷0,1MeV olan epitermal neytronlar kimi qəbul oluna bilər.

Şüalanma vaxtı nümunələrin radiasiyaya davamlılığından asılı olaraq müxtəlif qiymətlərdə seçilirlər. Nano silisium üçün 1÷20 saat intervalında, polimer tərkibli nümunələr yuxarı dozalarda parçalandığından 0,1÷5 saat müddəti seçilib.

İlkin və şüalanmış nümunələrin elektrik keçiriciliyi Jozef Stefan İnstitutunun "Keramika Elektronikası KS" laboratoriyasında "Novocontrol Alpha High Resolution Dielectric Analyzer" cihazında $T=100\div400$ K temperatur, 1Hz÷1MHz tezlik intervalında tədqiq olunub. Şüalanmış və əmələ gəlmiş radioaktiv izotopların parçalanma proseslərinin tədqiqindən $\tau =400$ saat sonra nümunələrin üzərinə gümüş kontaktlar çəkilib. Çəkilmiş gümüş kontaktın keyfiyyəti Ogussa Leitsilber 200 mikroskopunda yoxlanıldıqdan sonra püskürmə üsulu ilə üstdən Cr/Au çəkilib və ölçmə elektrodu rolu oynayır. Səthinə yuxarıdakı qaydada kontakt və elektrod çəkilmiş nümunələr platin lövhələr arasına qoyulub ölçmələr aparılıb.

İlkin və şüalanmış nümunələrin dielektrik xassələri Jozef Stefan İnstitutunun "Novocontrol Alpha High Resolution Dielectric Analyzer" cihazında dəyişən elektrik sahəsində (~0,5V) və $T=100 \div 400$ K temperatur intervalında aparılıb.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ.

İlk növbədə seçilmiş nano silisium və polipropilenin struktur nizamlılığı, Furye İQ spektroskopik tədqiqi aparılmışdır. Kompozit tərkibinə daha çox radiasiyaya davamlı komponent kimi daxil olunan nano silisiumun şüalanmamış və müxtəlif vaxtlarda $\tau = 1 \div 10$ saat müddətində epitermal neytronlarla şüalanmış nümunələrinin rentgen difraktoqramları şəkil 1-də verilib.

Spektrlərin müqayisəsi göstərir ki, epitermal neytronlarla $\tau = 1 \div 10$ saat müddətində şüalandırdıqda, nano silisiuma xas rentgen difraksiya spektrində xətlərin yalnız intensivliklərində azalma müşahidə olunur. Bu isə onu göstərir ki, epitermal neytronlarla nano silisiuma təsir etdikdə quruluşda qismən amorflaşma baş verir. Difraktoqramlarda müşahidə olunmuş bütün müstəvilər üzrə interferensiya xətlərinin intensivliklərinin orta qiymətcə şüalanmamış nümunələrlə müqayisədə $\tau = 10$ saat epitermal neytronlarla şüalanmış nano silisiumda bütün xətlərdə 35-38% azalma müşahidə edilir. Alınmış nəticələr əsasında epitermal neytronların τ =10 saat müddətində təsiri nəticəsində nano silisiumun kristallik quruluşundan təqribən 35-38% amorflaşma getməsi nəticəsinə gəlmək olar. Nano silisiumla polipropilenin garşılıqlı təsiri nəticəsində alınan nano silisium-polipropilen kompozitinin rentgendifraksiya analizi üsulu ilə struktur xarakteristikaları öyrənilib. Ədəbiyyatda polipropilenə qrafit, Zn, ZnO və digər müxtəlif hissəcik ölçülü qarışıqların bərkliyi, struktur və kimyəvi stabilliyinə təsiri öyrənilib [7]. Müəyyən edilib ki, müxtəlif növ qarışıqların bərkliyi kompozitin elektrofiziki xassələrinə müxtəlif cür təsir göstərir. Bu zaman kompozitin xassələrində dəyişikliklər tərkibdən başqa termik işləmə şəraitindən də asılıdır. Odur ki, ilkin olaraq kicik miqdarda 1-20 cəki faizli nano silisium tərkibli kompozitlərin struktur nizamlılığını Rentgen-difraksion üsulla tədqiq edilib. Şəkil 2-də təmiz polipropilenin rentgendifraktoqramı (1) verilib, difraktoqram tamamilə ədəbiyyatda [7] müşahidə olunmuş spektrlə üst-üstə düşür. Tərkibində 3% (2), 5% (3), 20% (4) nano silisium olan kompozit birləşmələrin difraktoqramları şəkil 2 (4) spektrlərdə verilib.

Müşahidə olunmuş nəticələr göstərir ki, sistemdə nano silisiumun miqdarı artdıqda, polipropilenə xas xətlərin intensivliyi azalır, nano silisiumun xətləri isə artır. Tərkibində 20% nano silisium olan kompozitdə polipropilenə xas xətlərin intensivliyində çox güclü zəifləmə müşahidə olunur. Bu isə onunla izah oluna bilər ki, çox miqdarda nano silisium polipropilenə əlavə olunması onun kristallik quruluşuna güclü təsir göstərir və nəticədə kristallik fazanın miqdarı kəskin azalır.

Kompozit materiallarda komponentlər arasında qarşılıqlı təsirin, əlaqələrin, mövcud funksional qrup və kristallik fazanın miqdarı haqqında geniş informasiya verən üsullardan biri də Furye İQ spektroskopiya və digər optik üsullardır [1, 18, 19]. Təmiz polipropilenin Furye-İQ spektri ədəbiyyatda verilmiş spektrlərlə tam üst-üstə düşür (şəkil 3 əyri).



Şəkil 1. Epitermal neytronların nano silisiumun struktur nizamlılığına təsiri: 1-ilkin; 1; 5; 10 saat otaq temperaturunda şüalanmış nano silisiumun RD spektri

Nümunə	1 (110) 26-28	1 (220) 44	1 (311) 58	1 (400) 72	1 (331) 78	1 (422) 92
Şüalanma	79	45	26	6	8	10
$\tau = 1$ saat	68	37	20	4,5	6	8
τ =5 saat	58	31	18	4	5	7
$\tau = 10$ saat	50	29	16	4	5	6
$\tau = 10$ saat	$\Delta = 29$	$\Delta = 16$	$\Delta = 10$	$\Delta = 2$	$\Delta = 3$	$\Delta = 4$
$\tau = 10$ saat	36%	35,5%	38%	33%	37,5%	40%

Cədvəl 1. Nano silisiuma neytronlarla təsir etdikdə rentgen-difraktoqram xətlərinin intensivliyi



Şəkil 2 1- təmiz polipropilenin, 2- tərkibində 3% nano silisium olan, 3- tərkibində 5% nano silisium, 4- tərkibində 20% nano silisium olan kompozitin difraktoqramları.



Şəkil 3.1. Şüalanmamış polipropilenin nümunəsinin İQ spektri



Şəkil 3.2. Tərkibində 1% nano silisium olan polipropilen + nano silisium kompozitinin İQ spektri.



Şəkil 3.3. Tərkibində 2% nano silisium olan polipropilen + nano silisium kompozitinin İQ spektri.



Şəkil 3.4. Tərkibində 3% nano silisium olan polipropilen + nano silisium kompozitinin İQ spektri.



Şəkil 3.5. Tərkibində 5% nano silisium olan polipropilen + nano silisium kompozitinin İQ spektri.



Şəkil 3.6. Tərkibində 7% nano silisium olan polipropilen + nano silisium kompozitinin İQ spektri.



Şəkil 3.7. Tərkibində 10% nano silisium olan polipropilen + nano silisium kompozitinin İQ spektri.



Şəkil 3.8. Tərkibində 15% nano silisium olan polipropilen + nano silisium kompozitinin İQ spektri.



Şəkil 3.9. Tərkibində 20% nano silisium olan polipropilen + nano silisium kompozitinin İQ spektri.



Şəkil 4. Polipropilen + nano silisium sistemində nano silisium əlavə olunmasının polimerdə kristallik fazanı xarakterizə edən Furye İQ-spektrdə udma (h~mm) oblastlarının intensivliyinə təsiri.

1. δ(CH) -ə uyğun 900sm⁻¹ udma zolağının (kristalliklik);

- 2. (C-CH₃) rəqsinə uyğun 997sm⁻¹ (kristallik faza xarakterizə edən);
- 3. CH₂ qrupunun assimmetrik valent rəqsinə uyğun 1166sm⁻¹ udma zolağı (kristalliklik);
- 4. v=840sm⁻¹ udma oblastina CH₃ qrupunu mayotnik rəqsinə.



Şəkil 5. Polipropilen + nano silisium sistemində nano silisium əlavə olunmasının Furye İQ-spektrində udma zolaqlarının intensivliyinə (h~mm) təsiri

- 1. Nano silisium fazasına xas olan hidrat örtüyünün $v = 3600-4000 \text{ sm}^{-1}$ təqribi intensivliyi
- 2. SiO₂-v₂ xas (SiO) $\nu = 469 480 \text{ sm}^{-1} (\nu \Delta \text{ Si} \text{O})$
- 3. Polipropilendə v (C-C) əlaqəsinə uyğun v =972sm⁻¹ udma oblastı
- 3. Polipropilendə v (C-CH₃) valent rəqsinə müvafiq udma oblastı

Şəkil 3.1-də verilmiş şüalanmamış polipropilenin Furye İQ-spektri 1468, 1460, 1380, 1309, 1167, 997, 972, 900, 841 və 808 sm⁻¹ udma zolaqları ilə xarakterizə olunurlar. Spektrdə müşahidə olunan 1468 və 1380sm⁻¹ tezliklərində udulma zolaqları CH₃ qruplarının asimmetrik δ_{as} (CH₃) və simmetrik δ_{s} (CH₃) deformasiya (qayçı) rəqslərinə uyğundurlar – 1460sm⁻¹ maksimumlu udulma zolağı CH₂ və CH₃ qruplarının udulma zolaqları v (C-CH₃) və v(C-C) rəqslərinə aid edilir. Spektrlərdə müşahidə edilən digər udulma zolaqları aşağıdakı qruplara aid edilir:

 $v = 900 \text{ sm}^{-1} - \delta(\text{CH})$

- $v = 840 \text{sm}^{-1} \text{ CH}_3$ -ün mayotnik (yelpəc) rəqslərinə $v = 809 \text{sm}^{-1} v (\text{C-CH}_3)$ valent rəqslərinə

Müşahidə olunmuş udulma zolaqlarından 1167, 997, 900 və 841sm⁻¹ zolaqları polimerin struktur nizamlılığınıkristallik quruluşa malik olmasını xarakterizə edir. İQ spektrdə CH₃ qruplarının xarakteristik udulma zolaqları göstərir ki, tədqiq olunmuş nümunələrin izotaktik polipropilenə aid olmasını göstərir.

Polipropilenə 1% nano silisium əlavə olunması nəticəsində $v(C-CH_3)$ valent rəqslərinə uyğun 808sm⁻¹, CH₃ qrupunun riyazi rəqqasın rəqsinə aid 840sm⁻¹, v (C-C) rəqsinə uyğun 972sm⁻¹, v (C-CH₃)-a uyğun 997sm⁻¹, CH₆-nin asimmetrik valent rəqsinə uyğun 1166sm⁻¹ udulma zolaqlarının intensivlikləri təqribən 2 dəfə zəifləyirlər. Nano silisiumun polipropilenə əlavə olunması nəticəsində ayrı-ayrı komponentlərə xas İQ oblastda udulma zolaqlarının intensivliklərinin dəvisməsi səkil 4-də verilib. Struktura həssas 840 sm⁻¹, 900 sm⁻¹, 997 sm⁻¹, 1166 sm⁻¹ udulma zolaqlarının intensivliyinin 1% nano silisium əlavə olunduqda çox böyük dəyişməyə məruz qalması silisium əlavəsi polimerin struktur nizamlılığına təsir göstərdiyinə səbəb ola bilər. Sonrakı əlavələrin bu udulma zolaqlarının intensivliyinə təsiri az olur. Nano silisiumun polipropilenə əlavə edilməsi nəticəsində δ (CH) grupuna aid 900sm⁻¹ zolağının intensivliyi bütün nano silisiumun 1-3% qatılıqlarında təqribən 20-25% azalır. Sonrakı qatılıqlarında demək olar ki, ilkin qiymətinə uyğun olur.

 $\delta_s(CH_3)$ qrupunun deformasiya rəqsinə uyğun zolaq nano silisiumun əlavə olunması ilə az dəyişir. $\delta_s(CH_3)$ qrupunun asimmetrik deformasiya rəqsinə uyğun udma zolağının intensivliyi 3% nano silisium əlavə olunduqdan sonra dəyişməyə başlayır. Nano silisiuma xas hidrat örtüyünün udma zolaqları $\nu \ge 3600 \text{ sm}^{-1}$ nano silisiumun 3% qatılığından sonra, nano silisiuma xas olan digər v_s (Si-O) qrupuna aid ν =460-480 sm⁻¹ və SiO CH₃ -ə aid ν =809sm⁻¹ udma zolaqları isə nano silisiumun C>10%-li qatılıqlarında müşahidə edilir. Nano silisium+polipropilen sisteminin Furye İQ spektroskopik tədqiqatı göstərir ki, nano silisiumun polipropilen zəncirində əsasən (C-CH₃) qrupların olduğu yerlərdən birləşir və odur ki, onlara xas rəqslərin udulma zolaqlarının intensivliyi nano silisium əlavə etdikcə daha güclü dəyişikliyə uğrayır. Nano silisiumun səthi səviyyələri elektronoakseptor xassəyə malikdir. Polipropilen zəncirində CH3 -- ün CH3 qrupu elektrodonor olub, nano silisiumun elektroakseptor hissəcikləri ilə əlaqə yarada bilər. Digər əlaqə üsulu isə propilen zəncirində olan üçlü -CH2-CH-CH2- qrupunda CH3- və CH2- qruplarının elektromənfi sahəsinin təsiri altında -CH- yarana bilən (-δ) yükünün vasitəsi ilə yarana bilən -CH- ilkin mübadilə və sonradan H Si-a kecməsi nəticəsində kovalent əlaqəsi yarana bilir. Hər iki növ əlaqələr nəticəsində struktur həssas -CH- və C-CH3 qruplarının miqdarında dəyişiklik baş verir. Bu da, son nəticədə kristallikliyə təsir göstərir. Nano SiO₂, qrafit, ZnO, TiO₂-in polimer, xüsusən də polipropilen ilə kompozitlərində polimer fazasının kristallik quruluşuna [7,10] aşkar olunmuş təsiri ilə bizim nano silisium-polipropilen sistemində müşahidə etdiyimiz nəticələr arasında tam uyğunluq mövcuddur.

NƏTİCƏLƏR

1. Beləliklə polipropilen + x nano silisium kompozit sisteminin struktur nizamlılığına əlavə olunan nano silisium komponentinə (1-20) çəki %-lə təsirinin rentgen difraksion və Furye İQ spektroskopiya üsulları ilə tədqiqi nano silisium polipropilenin kristallik fazasının azaldığını göstərir.

2. Nano silisiumu epitermal neytronlarla $\tau = 10$ saat müddətində şüalandırdıqda, kristallik fazanın miqdarında 35-38% azalma baş verir.

- [1] А.В.Смирнов, Б.А.Федоров, Д.Э.Темнов, Е.Е.Фомичева. Наносистемы. Физика, Химия, математика. 2012, 3 (2).С. 05-72.
- [2] М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: учеб. пособие под ред. А.А. Берлина. –СПб.: Профессия, 2008, 560с.
- [3] Наполнители для полимерных композиционных материалов: Справочное пособие под ред. Г.С. Каца и Д.В. Милевски, М: Химия, 1981, 736 с.
- [4] S.K. Parida, S. Dash, S. Patel and B.K. Mishra. in Colloid and Interface Science. 2006, v. 121, №1-3, p. 77-110.
- [5] M.Roy, J.K.Nelson, R.K.MacCrone, L.S. Schadler, C.W. Reed, R. Keefe and W. Zenger. Polymer Nanocomposite Dielectrics The Role of the Interface .IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation.2005, vol. 12, № 4, p. 629-643.
- [6] Shruti Nambiar and John T.W.Veow Polymer-Composite Materials for Radiation Protection Applied Materials Interfaces 2012, 4, 5717-5726.
- [7] Lang Jaroslav, Tokarsky Jonas, Peikerfova Palina, Mamulova Kutlakova Katerina. Polypropylene. Graphite composites and their thermal stability, Nanocon, 14-16 oct.2015, Brno, Czech Republic UE.
- [8] *Yigun Liu, Marianna Kontopoulou.* The structure and Physical properites of Polypropylene and thermoplastic olefin nanocomposites containing nanosilica, Polymer 47, 2006, 7731-7739.
- [9] *Limei Wang and Aihua He.* Hindawi Publishing Corporation Journal of Nanomaterials, vol. 2015, Article ID 591038, 5 pages.
- [10] Lei Zu, Ruirui Li, Longyi Jin, Huigin Lian, Yang Liu, Xuiguo Cui. Preparation and characterization of polypropylene / silica composite particle with interpenetrating network via hot emulsion sol-gel approach Progress in Natural Science Materials International 24, 2014, 42-49.
- [11] Stanley Cygan and R. Javaid. Laghari senior member Effects of Fast Neutron Radiation on

Polypropylene IEEE Transactions on nuclear science, vol. 36, № 4, Aug., 1989.

- [12] F.J.Campbell, Radiation damage in organic materials Radiation Phys.Chem.,vol.18, № 1-2. pp. 109-123, 1981.
- [13] J.A.Sauer, L.J.Merill and A.E.Woodward. Dynamic mechanical studies of irradioted polypropylene. J.Polym. Sci., vol. 58, pp. 19-28, 1962.
- [14] Sh.M.Gasanli, A.Y.Imanova and U.F.Samedova. Electrical Properties of Thin-Film Composites Based on Silicon and Polypropylene. Semiconductors, 2011, vol.45, № 8, pp. 1085-1088.
- [15] A.M.Hasimov, Sh.M.Hasanli, A.Y.Imanova, S.I.Mamedova. Electric properties of thin Film composites on the Basis of silicon and polyvinildenfroryde International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" Issue 4, vol. 2, № 3, pages 79-81, 2010.
- [16] Xueyao Liu, Wendong Liu and Bai Yang. Silicon Polymer composite nanopost airays. (book) pp.153-165.
- [17] А.А. Гарибов, Т.Н. Агаев, Г.Т. Иманова, С.З. Меликова, Н.Н. Гаджиева. Химия Высоких Энергий, 2014, т. 48, № 3, с.1-5.
- [18] *Б.Н. Тасевич.* ИК-спектры основных классов органических соединений Москва, 2012 г., 55с.
- [19] *H. Miyata, K. Fuje, S. Inni, Y. Kahawaka*. Appl. Spectors, 1986, v.40, № 8, pp.1177-1181.
- [20] P. Charles. Poole "Electron Spin Resonance. A. Comprehensive Treatise on Experimental Techniques" Dover Publications, New York, second edition, USA, 1966.
- [21] M. Jivanescu, A. Stesmans, S. Godefroo and M.Zacharios "Electron Spin Resonance analysis of Si nanocrystals embedded in SiO₂ matrix", J.Optoelectron.Adv.Mater, 9,721, Department of Physics, University of Leuven, Belgium, 2007.
- [22] A.Stesmans, M.Jivanescu, S.Godefroo and M.Zacharios. Appl. Phys. Lett. 93, 023123, Department of Physics, University of Leuren, Belgium, 2008.

A.A. Garibli, S.Z. Melikova, M.A. Ramazanov, A.A. Garibov

THE STUDY OF THE INTERACTION OF COMPONENTS IN THE COMPOSITE NANOSILICON + POLYPROPYLENE FOURIER TRANSFORM INFRARED SPECTROSCOPY AND X-RAY DIFFRACTION METHODS

The interaction of the components in the nanosilicon + polypropylene composite (1-20 wt.%) was studied using Fourier transform infrared spectroscopy and X-ray diffraction methods. It is established that the introduction of nanosilicon in the

NANO SILISIUM + POLIPROPILEN KOMPOZITINDƏ KOMPONENTLƏRIN QARŞILIQLI TƏSIRININ FURYE-IQ...

composition of polypropylene helps to reduce the crystalline phase of polypropylene. A mechanism has been proposed for determining the effect of nanosilicon on the structure of polypropylene detected by X-ray diffraction and Fourier transform infrared spectroscopic methods. The structure change under the influence of epithermal neutrons (625 eV \div 0.1 MeV) for $\tau = 0.1-20$ hours is investigated. It was revealed that during the interaction of epithermal neutrons on nanosilicon for $\tau = 10$ hours, the intensity of diffraction bands decreases by 35-38%. This shows that the absorbed dose influences on the amorphization process in nanosilicon.

А.А. Гарибли, С.З. Меликова, М.А. Рамазанов, А.А. Гарибов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ В КОМПОЗИТЕ НАНОКРЕМНИЙ+ПОЛИПРОПИЛЕН ФУРЬЕ-ИК СПЕКТРОСКОПИИ И РЕНТГЕН-ДИФРАКЦИОННЫМ МЕТОДАМИ

Исследовано взаимодействия компонентов в композите нанокремний+полипропилен (1-20 вес.%) Фурье-ИК спектроскопии и рентген-дифракционными методами. Установлено, что введение нанокремния в состав полипропилена способствует уменьшению кристаллической фазы полипропилена. Предложен механизм выяснения влияние нанокремния на структуру полипропилена обнаруженное рентген-дифракционным и Фурье-ИК-спектроскопическими методами. Исследовано изменение структуры под воздействием эпитермальных нейтронов (625эВ÷0,1МэВ) в течение τ =0,1-20 часов. Выявлено, что во время взаимодействия эпитермальных нейтронов на нанокремния в течение τ =10 часов интенсивность дифракционных полос уменьшается 35-38%. Это показывает, что поглощенная доза влияет на процесс аморфизации в нанокремнии.

Qəbul olunma tarixi: 30.11.2018