

## TiO<sub>2</sub> NANOHISSƏCİKLƏRİ İLƏ MODİFİKASIYA OLUNMUŞ PVX ƏSASLI POLİMER NANOKOMPOZİTLƏRİN QURULUŞ DƏYİŞİKLİKLƏRİ

A.M. RƏHİMLİ

*Bakı Dövlət Universiteti*

*Az 1148, Bakı, Z. Xəlilov küç.23, Azərbaycan*

*e-mail:rahimli.almara@gmail.com*

Təqdim olunan məqalə metal oksid nanohissəcikləri ilə modifikasiya olunmuş termoplastik polimer əsaslı nanokompozitlərin alınmasına və quruluşunun tədqiqinə həsr edilmişdir. TiO<sub>2</sub> nanohissəcikləri ilə modifikasiya olunmuş PVX əsaslı polimer nanokompozitlərin quruluş dəyişiklikləri AQM tədqiqat üsulundan istifadə olunmaqla öyrənilmişdir. AQM ölçmələr nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, hissəciklərin faiz miqdarının yuxarı qiymətləri ilə müqayisədə kiçik qiymətlərində polimer matrisin üst molekulyar quruluşu daha nizamlıdır. Bu isə nanohissəciklərinin kiçik həcmi miqdarında birləşərək klasterlər əmələ gətirməsi ehtimalının daha aşağı olması ilə izah edilə bilər.

**Açar sözlər:** nanokompozit, nanohissəciklər, AQM

**PACS:** 42.70.Jk, 78.55.-m, 81.07.Nb

Elm və texnikanın sürətlə inkişafı materialşünaslıq elmi qarşısında əlverişli fiziki-kimyəvi xassələrə malik olan yeni növ polimerlərin sintezi tələbini qoyur. Kompleks fiziki-kimyəvi xassələrə malik yeni növ polimer materialların sintezi kifayət qədər mürəkkəb, vaxt aparan, bahalı proses hesab edilir və heç də həmişə müvəffəqiyyətli olmur. Bu problemin həllərindən biri mövcud polimerlərə yeni kompleks xassələr vermək üçün onların digər maddələrlə fiziki modifikasiyasıdır [1]. Ona görə də, təəccüblü deyil ki, son illərdə materialşünaslığın qarşısında duran ən aktual məsələlərdən biri yeni növ polimer kompozit materialların alınması və xassələrinin tədqiqidir.

Polyar termoplastik polimerlərin poliolefinlərlə müqayisədə yüksək elektret, piezoelektrik, piroelektrik və digər aktiv xassələrə malik olduğu təcrübə olaraq müəyyən edilmişdir [1]. Polyar polimerlərdən olan polivinil xlorid (PVX) quruluşunda polimer zəncirinin polyarlığı və xlor atomlarının elektromənfiyyəti hesabına daha dərin "tələlər" və polyar qruplar mövcud olur [2]. Ona görə də, matris kimi bu tip polyar polimerlərin istifadəsi kifayət qədər perspektivli hesab edilir. Həmçinin, bu materiallar onlar əsasında alınan nanokompozitlərin kompleks elektrofiziki, möhkəmlik və digər fiziki-kimyəvi xassələrinin formalaşmasına təsir edə bilər. Bununla əlaqədar olaraq ədəbiyyatda müxtəlif nanoölçülü doldurucularla modifikasiya edilmiş PVX əsaslı nanokompozitlərin sintezinə və xassələrinin tədqiqinə dair işlər geniş marağa səbəb olur [3,4].

Qeyri-üzvi dolduruculardan titan-oksit (TiO<sub>2</sub>) nanohissəcikləri qeyri-toksikliyi, ucuz başa gəlməsi və bir sıra üstün xassələrinə görə materialşünaslıqda geniş tətbiq imkanları tapmışdır. *n*-tip yarımqəçirici kimi TiO<sub>2</sub> üstün fotokatalitik aktivliyinə, fotostabilitet və elektron xassələrinə görə fotovoltaiq, fotokataliz, fotoelektronika və sensorlar kimi perspektivli sahələrdə istifadə oluna bilər [5-9]. Bununla yanaşı, TiO<sub>2</sub> sümük implantları və optik örtüklərin hazırlanmasında effektiv material hesab edilir. Üzvi maddələrin parçalanması prosesində nümayiş etdirdiyi aktivlik isə bu materialın hava və suyun təmizlənməsi üçün hazırlanan filtrlərdə istifadəsinə imkan yaradır.

TiO<sub>2</sub> nanohissəciklərinin polivinilxlorid matrisində paylanması nəticəsində xüsusi istismar xassələrinə və yüksək aktivliyə malik çoxfunksiyalı polimer kompozit materiallar sintez oluna bilər.

Verilmiş işdə PVX və TiO<sub>2</sub> nanohissəcikləri əsasında alınmış PVX/TiO<sub>2</sub> əsaslı nanokompozitlərin doldurucunun matrisdəki miqdarından asılı olaraq quruluşu və xassələri araşdırılmışdır.

PVX/TiO<sub>2</sub> əsaslı polimer nanokompozitlərin sintezi aşağıdakı kimi aparılmışdır: PVX tozları otaq temperaturunda, tetrahidrofuran (THF) üzvi həlledicisində həll edilmişdir. Daha sonra polimer məhluluna TiO<sub>2</sub> nanohissəcikləri əlavə edilmiş və maqnit qarışdırıcıda 1 saat ərzində bircins məhlul alınana qədər intensiv şəkildə qarışdırılmışdır. Alınmış polimer və nanohissəcik qarışığı Petri qabına süzülmüş və həlledicinin buxarlandırılması üçün 24 saat otaq temperaturunda saxlanılaraq nanokompozit külçələr əldə edilmişdir. Alınan külçələr PVX-nin ərimə temperaturunda və 10 MPa təzyiqlə altında isti presləmədən sonra soyuq suda soyudulmuşdur. Alınmış nümunələrin diametri 4sm, qalınlığı isə 100-120 mkm intervalında dəyişmişdir.

PVX/TiO<sub>2</sub> əsaslı nanokompozit nümunələrin satışının relyefi, quruluş xassələrinin təsviri, hissəciklərin polimer matrisdə necə paylanması və onlar arasındakı qarşılıqlı təsirin xarakteri haqqında məlumat əldə etmək məqsədilə AQM tədqiqat üsulundan istifadə olunmuşdur.

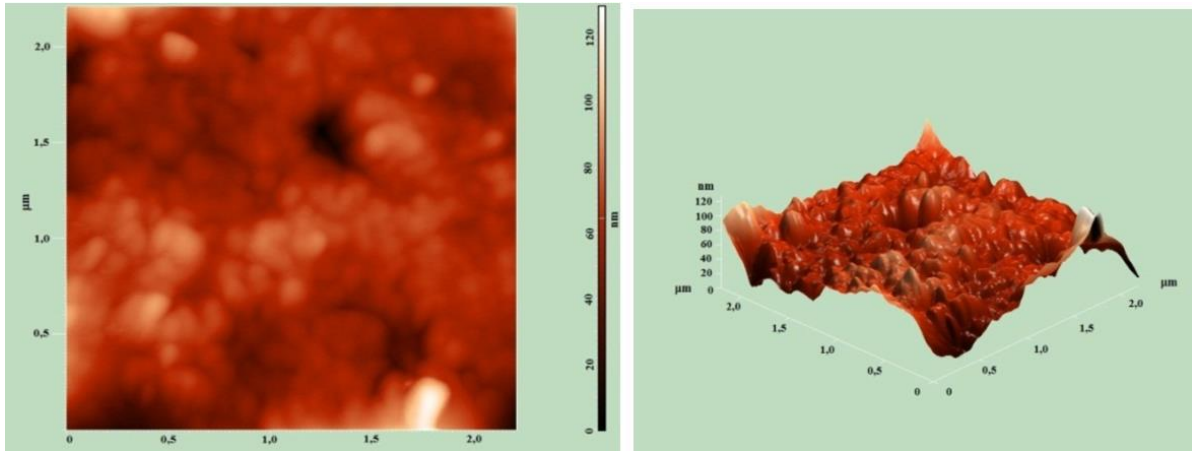
Tədqiqatlar PVX, PVX/3%TiO<sub>2</sub> və PVX/5%TiO<sub>2</sub> nümunələrində İNTEGRA PRİMA kompaniyasının (Rusiya, Zelenoqrad) cihazı vasitəsilə aparılmışdır. Ölçmələr zamanı əyrilik radiusu 10 nm-dən az olan silisium kantileverdən istifadə olunmuş, skanetmənin ölçmə oblastı 1-30 mkm arası dəyişmişdir.

Şəkil 1-də PVX/TiO<sub>2</sub> əsaslı nanokompozitlərin müxtəlif konsentrasiyalarına uyğun 2D və 3D AQM təsvirləri verilmişdir.

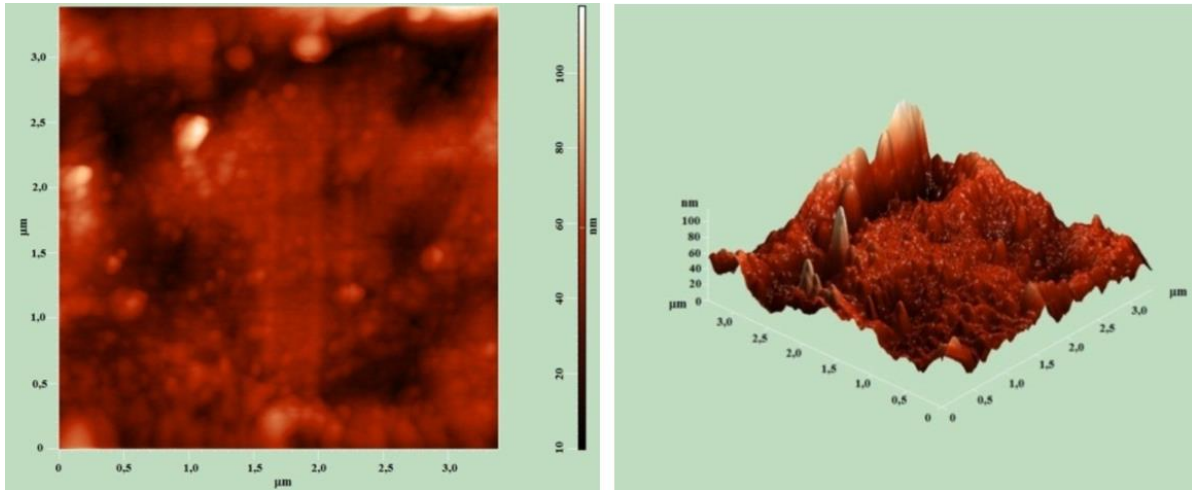
Şəkil 1 və 2-dən göründüyü kimi polimer matrisdə nanohissəciklərin miqdarının artması polimerin üst molekulyar quruluşunun dəyişməsinə səbəb olur. Belə ki, polimer matrisdə hissəciklərin həcmi miqdarının artması ilə daha nizamlı quruluşların əmələ gəlməsi müşahidə edilir.

hidə olunur. Müəyyən edilmişdir ki, TiO<sub>2</sub> nanohissəciklərinin konsentrasiyası artdıqca səthin struktur elementlərinin və hissəciklərin ölçüləri artır. Nanohissəciklərin polimer matrisdə miqdarının artması onların

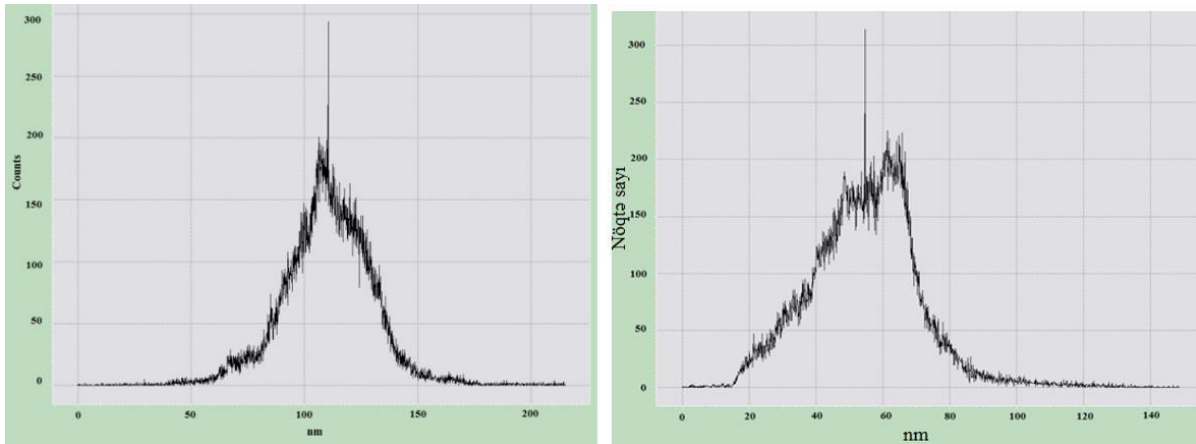
birleşərək böyük ölçülü aqlomeratlar yaratmasına səbəb olmaqla yanaşı, səthin quruluş elementlərində də böyümə baş verir. Şəkil 3-də PVX/TiO<sub>2</sub> nanokompozitlərin səthinin kələ-kötürlüyünü əks etdirən histqramlar verilmişdir.



Şəkil 1. PVX/3%TiO<sub>2</sub> əsaslı nanokompozitlərin doldurucunun faiz miqdarından asılı olaraq AQM təsvirləri: a) 2D və b) 3D



Şəkil 2. PVX/5%TiO<sub>2</sub> əsaslı nanokompozitlərin doldurucunun faiz miqdarından asılı olaraq AQM təsvirləri: a) 2D və b) 3D



Şəkil 3. PVX/TiO<sub>2</sub> əsaslı nanokompozitlərin doldurucunun faiz miqdarından asılı olaraq histqramları: a) PVX/3% TiO<sub>2</sub>, b) PVX/5% TiO<sub>2</sub>

## A.M. RƏHİMLİ

Kələ-kötürlük dərəcəsi nümunənin həqiqi səthinin ideal səthdən neçə dəfə fərqləndiyini xarakterizə edən kəmiyyətdir. Şəkillərdən məlum olur ki, səthin orta kvadratik kələ-kötürlüklüyü PVX/3% TiO<sub>2</sub> üçün 40-85nm, PVX/5% TiO<sub>2</sub> üçün 60-110 nm təşkil edir. Buradan belə bir nəticəyə gəlmək olar ki, hissəciklərin kütlə miqdarının yuxarı qiymətləri ilə müqayisədə kiçik qiymətlərində polimer matrisin üst molekulyar quruluşu daha nizamlıdır. Belə ki, TiO<sub>2</sub> nanohissəciklərinin kiçik həcmi miqdarında onların birləşərək klasterlər əmələ gətirməsi ehtimalı azdır.

Təqdim olunan məqalədə TiO<sub>2</sub> nanohissəcikləri ilə modifikasiya olunmuş polimer nanokompozitlər alınmış və quruluşları tədqiq edilmişdir. PVX/TiO<sub>2</sub> əsaslı polimer nanokompozitlərin quruluşunun AQM üsulu ilə tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, hissəciklərin faiz miqdarının yuxarı qiymətləri ilə müqayisədə kiçik qiymətlərində polimer matrisin üst molekulyar quruluşu daha nizamlıdır. Bu isə nanohissəciklərinin kiçik həcmi miqdarında onların birləşərək aqlomerasiya etmə ehtimalının daha aşağı olması ilə izah edilə bilər.

- [1] A. Olad, S. Behboudi and A.A. Entezami, *Chin. J. Polym. Sci.*, 2013, 31, 481, 17.
- [2] S.G. Mehmandoust, P. Sokhandani, M.A. Abdi, A.A. Babaluo, R. Alizadeh. *J. of Thermoplastic Composite Materials*, 2016, 29, 11, 1498, 19.
- [3] M.H. Shwehdi, M.A. Morsy, A. Abugurain. 2003, Thermal ageing tests on XLPE and PVC cable insulation materials of Saudi Arabia. In: IEEE conference on electrical insulation and dielectric phenomena, Albuquerque, NM, USA
- [4] C.P. Sugumaran. 2013, Diagnosis on mechanical and electrical properties of cable insulation PVC with nanofiller. In: IEEE 1st international conference on condition assessment techniques in electrical systems (CATCON), Kolkata, India
- [5] A.Mills & S.Le Hunte. 1997. *J. Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 108(1), 1-35. [https://doi.org/10.1016/s1010-6030\(97\)00118-4](https://doi.org/10.1016/s1010-6030(97)00118-4)
- [6] A.L. Linsebigler, G. Lu & J.T. Yates. 1995. *Chemical Reviews*, 95(3), 735-758. <https://doi.org/10.1021/cr00035a013>
- [7] L. Zhang, M.Wan and Y. Wei. *Synth. Met.*, 2005, 151,
- [8] M.Anpo. 1989. *Research on Chemical Intermediates*, 11(1), 67-106. <https://doi.org/10.1007/bf03051818>
- [9] D.O. Scanlon, C.W. Dunnill, J. Buckeridge, S.A.Shevlin, A.J. Logsdail, S.M. Woodley, A.A.Sokol. 2013. *Nature Materials*,12(9), 798-801.

## A.M. RAHIMLI

### STRUCTURAL CHANGES OF PVC-BASED POLYMER NANOCOMPOSITES MODIFIED WITH TiO<sub>2</sub> NANO PARTICLES

In given study, the structure of thermoplastic polymer-based nanocomposites were modified with TiO<sub>2</sub> and the changes in the structure of these nanocomposites depending on the volume content of nanoparticles were investigated. Structural changes in PVC-based polymer nanocomposites modified with TiO<sub>2</sub> nanoparticles were investigated using the Atomic Force Microscope (AFM). As a result of AFM measurements, it was found that the supramolecular structure of the polymer matrix is more regular at lower volume content volumes of TiO<sub>2</sub> nanoparticles than the higher volume content. Thus, it is estimated that for the nanocomposites with low volume content of nanoparticles, they are less likely to agglomerate.

## A.M. РАГИМЛИ

### СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТАХ НА ОСНОВЕ ПВХ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОЧАСТИЦАМИ TiO<sub>2</sub>

Данная публикация посвящена получению и исследованию структуры нанокomпозитов, созданных на основе термопластичных полимеров, модифицированных металлоксидными наночастицами. Структурные изменения в полимерных нанокomпозитах на основе ПВХ, модифицированных наночастицами TiO<sub>2</sub>, были исследованы методом атомно-силовой микроскопии. В результате исследований было установлено, что в сравнении с высокой процентной концентрацией наноразмерных частиц полимера, при низких значениях концентрации поверхностная молекулярная структура полимерной матрицы является более упорядоченной. Следовательно, можно предположить, что при малых содержаниях наночастиц в объеме образование кластеров менее вероятно.

*Qəbul olunma tarixi: 14.01.2022*