

UOT 621.382: 396

TiO₂ NANOHISSƏCİKLƏRİNİN PVX/ TiO₂ POLİMER NANOKOMPOZİTLƏRİN OPTİK XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ**A.M.RƏHİMLİ, H.M.MƏMMƏDOV***Bakı Dövlət Universiteti*
rahimli.almara@gmail.com

TiO₂ nanohissəciklərinin PVX polimerinin optik xassələrinə təsirinin araşdırılması məqsədilə təmiz PVX polimerin və PVX/TiO₂ əsaslı nanokompozitlərin udma spektrləri tədqiq edilmişdir. Poliar termoplastik PVX polimeri və TiO₂ nanohissəcikləri əsasında nanokompozitlər kombinasiyalı üsulla (məhluldan tökmə və isti presləmə) sintez edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, TiO₂ nanohissəciklərinin polimer matrisdə konsentrasiyası artdıqca PVX/TiO₂ nanokompozitinin udma intensivliyi də artır. Udma spektrlərindən təmiz PVX polimerin və PVX/TiO₂ əsaslı nanokompozitlərin E_g qadağan olunmuş zolağının eni hesablanmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, polimer matrisdə nanohissəciklərin konsentrasiyası artdıqca qadağan olunmuş zolağın eni də kiçilir.

Açar sözlər: nanokompozit, polivinilxlorid, titan oksid, optik udulma

Polimer əsaslı qeyri-üzvi nanohissəciklərdən ibarət nanokompozitlər, üstün optik xassələri ilə lazımi sabitlik və asan işlənməni təmin edə bildikləri üçün böyük tətbiq imkanları vəd edirlər [1]. Metal nanohissəcikləri elektro-maqnit dalğaları ilə qarşılıqlı təsirdə olduqda sərbəst elektronların qrup rəqsləri və elektromaqnit sahəsinin lokal artımı hesabına xarakteristik plazmon rezonans effekt nümayiş edilir. Bu hadisə hissəciyin ölçüsündən, formasından və olduğu dielektrik matrisin xassəsindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Zərrəcik plazmon rezonansları zolaqlar arası keçiddə enerji udulmaları hesabına baş verir və ya hissəciklər sferik olduqda qeyri-polyar həyəcanlanma (bir səth plazmonu) və ya quruluşca qeyri-sferik hissəciklərin çoxpolyarlı həyəcanlanması ola bilər [2]. Hassan və başqaları [3] göstərmişlər ki, təmiz polivinilxlorid (PVX) polimerinin dielektrik keçiriciliyi və optik xüsusiyyətləri PVX matrisinə CdO nanohissəciklərinin daxil edilməsilə artırıla bilər.

İşdə TiO₂ nanohissəciklərinin PVX polimerinin optik xassələrinə təsirinin araşdırılması məqsədilə təmiz PVX polimerin və PVX/TiO₂ əsaslı nanokompozitlərin udma spektrləri tədqiq edilmişdir.

Tədqiqatın materialı və metodları

PVX/TiO₂ əsaslı polimer nanokompozitlərin sintezi aşağıdakı kimi aparılmışdır: PVX tozları otaq temperaturunda, üzvi həlledicisi olan tetrahidrofu-

randa (THF) həll edilmişdir. Daha sonra polimer məhluluna TiO_2 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 saxlanılaraq nanokompozit külçələr əldə edilmişdir. Alınan külçələrdən PVX-nın ərimə temperaturunda 10 MPa təzyiq altında isti presləmədən sonra soyuq suda soyudulmuşdur. Alınmış nümunələrin diametri 4 sm olub, qalınlığı 100-120 mkm intervalında dəyişmişdir.

Alınmış nəticələr və onların təhlili

TiO_2 nanohissəciklərinin PVX polimerinin optik xassələrinə təsirinin araşdırılması məqsədilə təmiz PVX polimerin və PVX/ TiO_2 əsaslı nanokompozitlərin udma spektrləri UV-Vis Specord 250 cihazında çəkilmişdir. Udma spektrlərindən aydın olur ki, TiO_2 nanohissəciklərinin polimer matrisdə konsentrasiyası artdıqca PVX/ TiO_2 nanokompozitinin udma intensivliyi də artır. Təmiz polimerin udma spektri ilə müqayisədə, PVX/3% TiO_2 nanokompozit üçün 254, 301, 326 və 457 nm dalğa uzunluğunda yeni piklər müşahidə olunur. 300 və 380 nm də müşahidə olunan piklər polimer matrisdə TiO_2 -nin rutil fazasının mövcudluğunu təsdiqləyir. TiO_2 -nin konsentrasiyasının 3 % qiymətinə uyğun gələn nanokompozitlərin udma spektrində 300 nm dalğa uzunluğunda müşahidə edilən dar pik isə nanohissəciklərin polimer matrisdə daha homogen paylandığını göstərir. Nanohissəciklərin konsentrasiyası artdıqca onlar birləşərək polimer matrisdə daha böyük ölçülü aqlomeratlar yaradır ki, bu da nanohissəciklərin konsentrasiyasının 5% və 10% qiymətlərinə uyğun nanokompozitlərin udma spektrlərində müşahidə edilən pikin genişlənməsi və intensivliyinin artması ilə müşayiət olunur. Bundan əlavə, nanokompozitlərin udma spektrində 300 nm-də müşahidə olunan pik nanohissəciklərin konsentrasiyasının artması ilə udma spektrində qırmızı sürüşmə müşahidə edilir. Qırmızı sürüşmə dedikdə udulma zolağının kənarının alçaqtezlikli oblasta doğru sürüşməsi başa düşülür ki, bu da yarımkeçiricilərdə hissəciklərin ölçüsünün artması və nanohissəcikləri əhatə edən matrisin dielektrik xassələrinin dəyişməsi ilə müşahidə olunan prosesdir [4].

Cədvəl 1

Təmiz PVX polimerin və PVX/ TiO_2 əsaslı nanokompozitlərin qadağan olunmuş zolağının eni (Eg)

Nanokompozit nümunələr	Qadağan olunmuş zolağının eni Eg
PVX	5,6 eV (221 nm)
PVX/3% TiO_2	3,9 eV (317 nm)
PVX/5% TiO_2	3,6 eV (344 nm)
PVX/10% TiO_2	3,1 eV (400 nm)

Təmiz polimerin və nanokompozitlərin udma spektrlərinə əsasən nanokompozitlərin qadağan olunmuş zolağının eni (1) düsturuna əsasən hesablanmışdır. Udma spektrləri və onlar əsasında qurulmuş udulma əmsalının kvadratının

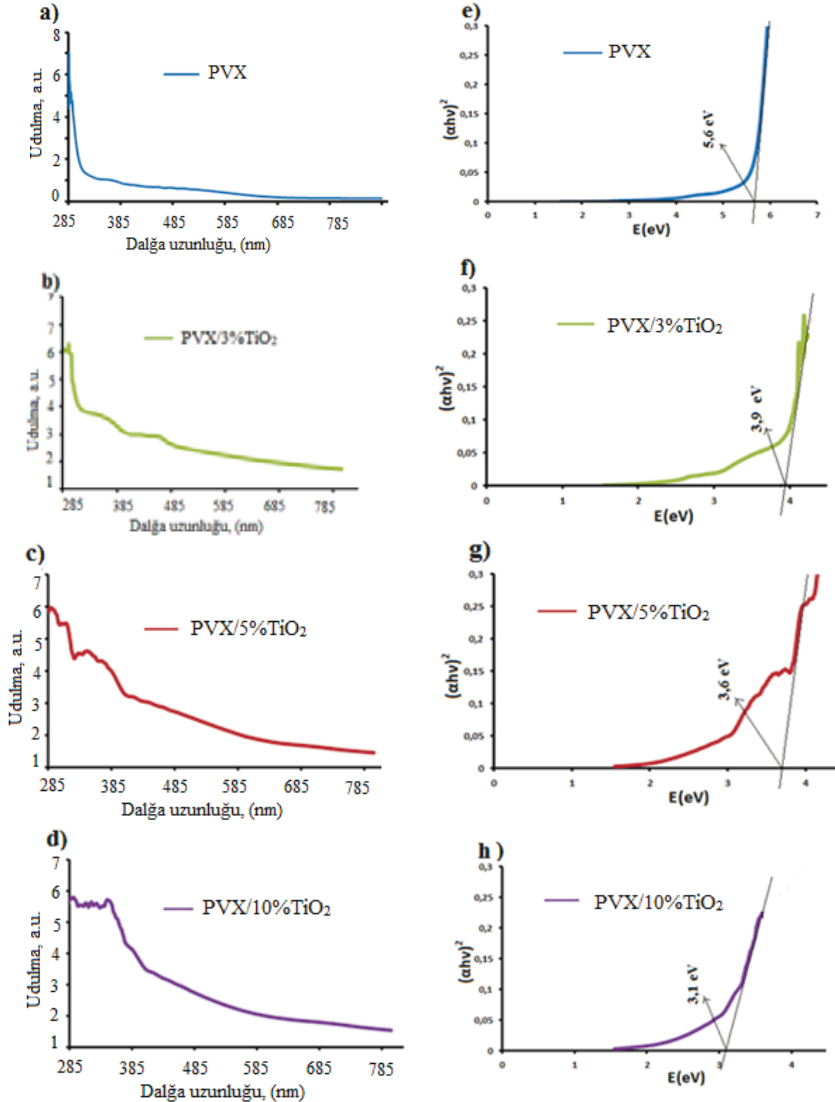
enerjidən asılılıq qrafiki ($(ah\nu)^2 \sim h\nu$) (b) şəkil 1-də verilmişdir. Udma spektrlərinə əsasən qurulmuş spektrdə şəkildə göstəriləndiyi kimi toxunan çəkib, onu ab-sis oxunu kəsənə qədər uzadaraq, icazə olunan düz keçidlər üçün qadağan olunmuş zolağın eni hesablanmışdır [5]:

$$\alpha = A(h\nu - E_g)^r \quad (1)$$

A-sabit və $h\nu$ -isə fotonun enerjisidir. Qadağan olunmuş zolağının eni $(h\nu)^2$ -nin $h\nu$ -dən asılılığı qrafikindən hesablanmışdır. Beləliklə, udma əmsalı aşağıdakı düsturla ifadə olunur.

$$\alpha(h\nu) \approx 2 \cdot 10^4 (h\nu - E_g)^{1/2} \quad (2)$$

burada $h\nu$ və E_g elektronvolla (eV) verilən qiymətlərindən istifadə olunur.



Şəkil 1. PVX /TiO₂ nanokompozitləri üçün udma spektrləri (a) PVX; b) PVX/3%TiO₂; c) PVX /5%TiO₂; d) PVX /10%TiO₂) və $(ah\nu)^2 \sim h\nu$ asılılıqları (e, f, g, h)

Təmiz PVX polimerin və PVX/TiO₂ əsaslı nanokompozitlərin E_g qadağan olunmuş zolağının eni üçün tapılmış qiymətlər cədvəl 1-də verilmişdir. Təmiz polimer üçün qadağan olunmuş zolağının eni 5.6 eV [6], TiO₂ nanohissəciklərinin konsentrasiyasının 3%, 5% və 10 % qiymətlərinə uyğun TiO₂/PVX nanokompozitlər üçün isə uyğun olaraq 3.9, 3.6 və 3.1 eV tapılmışdır.

Beləliklə, müəyyən olunmuşdur ki, polimer matrisdə nanohissəciklərin konsentrasiyası artdıqca qadağan olunmuş zolağın eni də kiçilir. Deməli, nanohissəciklərin polimerdə konsentrasiyası idarə etməklə, daha kiçik qadağan olunmuş zolaq eninə malik nanokompozit almaq mümkündür.

ƏDƏBİYYAT

1. Ebnalwaled, A.A., & Thabet, A. (2016). Controlling the optical constants of PVC nanocomposite films for optoelectronic applications. *Synthetic Metals*, 220, 374–383. doi:10.1016/j.synthmet.2016.07.006
2. Biswas, A.; Aktas, O.C.; Kanzow, J.; Saeed, U.; Strunskus, T.; Zaporotchenko, V.; Faupel, F. Polymer-metal optical nanocomposites with tunable particle plasmon resonance prepared by vapor phase co-deposition. *Mater. Lett.* 2004, 58, 1530-1534.
3. A.M. El Sayed, S. El-Sayed, W.M. Morsi, S. Mahrous, A. Hassen “Synthesis, Characterization, Optical, and Dielectric Properties of Polyvinyl Chloride/Cadmium Oxide Nanocomposite Films”, *J. of Polymer Composites*, 35, 9, 1842, 2014.
4. Venkatachalam, S. (2016). Ultraviolet and visible spectroscopy studies of nanofillers and their polymer nanocomposites. *Spectroscopy of Polymer Nanocomposites*, 130-157. <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-40183-8.00006-9>
5. Osman, M.A.; Rupp, J.E.P.; Suter, U.W. Effect of non-ionic surfactants on the exfoliation and properties of polyethylene-layered silicate nanocomposites. *Polymer* 2005, 46, 8202-8209.
6. Cho, J.W.; Paul, D.R. Nylon 6 nanocomposites by melt compounding. *Polymer* 2001, 42, 1083-1094.

ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ TiO₂ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ ПВХ/TiO₂

А.М.РАГИМЛИ, Г.М.МАМЕДОВ

РЕЗЮМЕ

В данной работе были исследованы УФ-спектры чистого полимера ПВХ и нанокomпозитов на основе ПВХ/TiO₂ для изучения влияния наночастиц TiO₂ на оптические свойства полимера ПВХ. Нанокomпозиты на основе полярного термопластичного полимера ПВХ и наночастиц TiO₂ синтезированы комбинированным методом (литье из раствора и горячее прессование). Из спектров поглощения обнаружено, что с увеличением концентрации наночастиц TiO₂ в полимерной матрице увеличивается интенсивность поглощения нанокomпозита ПВХ/TiO₂. Рассчитана ширина запрещенной зоны E_g чистого полимера ПВХ и нанокomпозитов на основе ПВХ/TiO₂ по спектрам поглощения. Было обнаружено, что с увеличением концентрации наночастиц в полимерной матрице ширина запрещенной зоны уменьшается.

Ключевые слова: нанокomпозит, поливинилхлорид, оксид титана, оптическое поглощение

EFFECT OF TiO₂ NANOPARTICLES ON THE OPTICAL PROPERTIES OF PVC / TiO₂ POLYMER NANOCOMPOSITES

A.M.RAHIMLI, H.M.MAMEDOV

SUMMARY

To study the influence of TiO₂ nanoparticles on the optical properties of PVC polymer, the absorption spectra of pure PVC polymer and PVC / TiO₂-based nanocomposites were recorded. Nanocomposites based on polar thermoplastic PVC polymer and TiO₂ nanoparticles were synthesized by a combination method (solution casting and hot pressing). It is clear from the absorption spectra that as the concentration of TiO₂ nanoparticles in the polymer matrix increases, the absorption intensity of the PVC / TiO₂ nanocomposite also increases. The width of the Eg band gap of pure PVC polymer and PVC/TiO₂-based nanocomposites from absorption spectra was calculated. It was found that as the volume content of nanoparticles in the polymer matrix increases, the value of band gap decreases.

Keywords: nanocomposite, polyvinylchloride, titanium oxide, optical absorption