UOT 544.23.02/.03;544.25.02/.03

MÜXTƏLİF POLİMERLƏR MÜHİTİNDƏ ALINMIŞ GÜMÜŞ NANOHİSSƏCİKLƏRİNİN QURULUŞLARININ ÖYRƏNİLMƏSİ

S.F. Hümbətova, S.M. Məmmədova, Ş.Z. Tapdıqov, N.Ə. Səfərov, M.H. Abbasov, N.A. Zeynalov

AMEA akad. M. Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu
AZ 1143, Bakı ş. H.Cavid pr., 113; e-mail:seadet.humbetova@inbox.ru

Orta molekul kütləsi 200 kDa olan qummiarabik və 40 kDa olan polietilenqlikol, eləcədə 200 kDa olan xitozan mühitində, Ag^0 nanohissəciklərinin alınması və stabilləşdirilməsi həyata keçirilmiş və alınmış gümüş nanohissəciklərinin quruluşları müxtəlif fiziki üsullarla tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, qummiarabik və polietilenqlikol mühitində stabilləşən gümüş nanohissəciklərinin ölçüləri başlangıc maddələrin mol nisbəti, temperatur və reduksiya müddətindən asılı olaraq 12-17 nm aralığında, təbii poliaminosaxarid olan xitozandan istifadə etdikdə formalaşan gümüş nanohissəciklərinin ölçüləri isə reaksiya müddətindən asılı olaraq 8-11 nm aralığında dəyişir.

İnfraqırmızı spektroskopiya üsulu ilə göstərilmişdir ki, gümüş nanohissəciklərinin stabilləşməsində qummiarabikin tərkibində olan –OH və -COOH qrupları, xitozan makromolekulunda isə $–NH_2$ və –OH qrupları aktiv iştirak edir. Polimer kompozitlərinin UV-Vis tədqiqinə əsasən Ag^0 nanohissəcikləri xarakterik səth plazmon rezonansı yaradırlar ki (410 nm), bu da Ag^0 nanozərrəciklərinin varlığını göstərir.

Açar sözlər: *gümüş nanohissəciklər, qummiarabik, xitozan,polietilenqlikol, nanokompozitlər.*

GİRİŞ

Məlumdur ki, funksional qruplu polimerlər [1] və tərkibində gümüş nanohissəcikləri saxlayan polimer kompozitlər zərrəciklərin ölçüsündən asılı olaraq tibbdə bionanokompozitlər, bionanokatalizatorlar, antibakterial preparatlar və bioloji aktiv birləşmələrin immobilizə olunması üçün daşıyıcı kimi geniş istifadə olunurlar [2-5].

Müxtəlif növ reduksiyaedicilərdən istifadə olunması alınan nanokompozitin birbaşa tətbiq sahəsini əsaslandırır. Antioksidant təsirə malik *Rumex hymenosepalusun* ekstraktından reduksiyaedici kimi istifadə etməklə 2-40 nm ölçülü gümüş nanohissəcikləri sintez olunmuşdur [6]. SEM, UV-Vis və FTİR spektroskopiya üsulları ilə təsdiqlənmişdir ki, alınan gümüş nanozərrəcikləri səthə mərkəzləşmiş kub və heksoqonal kristal quruluşa malik olmaqla tibbdə məqsədəuyğun formada istifadə oluna bilər.

Ümumiyyətlə tədqiqatlarda təbii və sintetik əsaslı, o cümlədən poliakrilamid [7] , dekstrin [8], xitozan [9], poliakrilturşusu [10], polivinilpiridin [11], polivinilspirti [12], arabinoqalaktan [13], poliuretan [14] tip polimerlərdən stabilləşdirici kimi istifadə etməklə müxtəlif təyinatlı Ag nanokompozitlərin alınmasına rast gəlinir. Göstərildiyi kimi metal nanozərrəciklərin "yaşıl sintezi" hazırda bu sahədə daha çox müraciət olunan metodlardandır. Bu usulun digər fiziki və kimyəvi reduksiya üsullarından üstünlüklərinin olması ilə fərqlənir, yəni nanohissəciklərin yüngül şəraitdə - aşağı temperatur və təzyiqdə, az enerji sərfi ilə, toksiki maddələrdən istifadə olunmadan, ucuz və effektiv formada alınması ilə seçilir.

Maraqoni və əməkdaşları heç bir reduksiyaedici reagentdən istifadə etmədən xitozan (XZ) iştirakında Ag^0 nanohissəciklərini sintez etmişlər. Reduksiya avtoklavda 15 psi təzyiq və 393 K-də aparılmışdır. Alınan XZ-Ag^0 kompozitinin katalitik xassəsi 4-nitrofenolun reduksiyası reaksiyasında yoxlanılmışdır. Həmçinin nanokompozitin antimikrob aktivliyi *Escherichia coli* və *Micrococcus luteus* üzərində test edilmiş və inhibitor xassəyə malik olması müəyyən edilmişdir.

Ədəbiyyat materiallarının analizi onu göstərir ki, nişasta, aqar-aqar, sellüloza, qummiarabik, arabinoqalaktan, xitin və s. təbii polisaxaridlərdən istifadə etməklə Ag^0 nanokompozitlərin alınması hazırda perspektivli istiqamətlərdəndir.

Təqdim olunan işdə qummiarabik (QA), polietilenqlikol (PEQ) və XZ mühitində Ag^0 nanohissəciklərin sintezi həyata keçirilmiş və onların bir sıra fiziki metodlarla quruluşları tədqiq edilmişdir.

TƏCRÜBİ HİSSƏ

Materiallar

Stabilləşdirici kimi istifadə olunan orta molekul kütləsi 200 kDa olan QA, eləcədə 97% kimyəvi təmizliyə malik olub, orta molekul kütləsi 200 kDa, deasetilləşmə dərəcəsi 84% olan XZ Sigma Aldrichdən alınmışdır. PEQ 97% kimyəvi təmizliyə malik olub orta molekul kütləsi 40 kDa-dur və Flukadan əldə edilmişdir. Hər üç polimer təcrübələrədə təmizlənmədən istifadə olunmuşdur. Gümüş prekursor kimi Merck firmasının (Almaniya) istehsalı olan $AgNO_3$ (99.98%) götürülmüşdür. Bütün digər kimyəvi reagentlər – natrium-borhidrat (98% $NaBH_4$), asetat turşusu (CH_3COOH), qarışqa turşusu (HCOOH), deionlaşmış su və çökdürücülər kimyəvi təmiz olub Flukadandır.

Ag^0 kolloid məhlulunun sintezi

PEQ və QA 2:1 kütlə nisbətində 100 ml deionlaşmış suda 2 saat, 0.5 qr XZ isə 25 ml 1%-li asetat turşusu məhlulunda 15 dəq. müddətində qarışdırılmaqla həll edilir və məhlula 5 ml 2.5×10^{-2} M $AgNO_3$ əlavə edilib daha 2 saat otaq temperaturunda qarışdırılır. Sonra iki paralel təcrübədə məhlula uyğun qatılıqlı $NaBH_4$ və HCOOH əlavə edib 293 K-də qarışdırılır. Məhlulun rəngi 15-20 dəq. sonra sarıdan tünd qəhvəyi və qaraya qədər dəyişir. Məhlul dietil efiri və ya asetonda çökdürülür, etanol ilə 2-3 dəfə yuyulduqdan sonra qurudulur və adi atmosfer təzyiqində sabit kütləyə gətirilir. Alınan gümüş nanohissəciklərin ölçülərinə müxtəlif amillərin təsirini öyrənmək üçün reduksiya prosesi 293, 313, 333, 353 K temperaturlarda, m(PEQ):m(QA)=1:1, 1:2, 2:1 m(XZ):m($AgNO_3$) müxtəlif kütlə nisbətlərində və 5, 10, 20, 30 və 60 dəq. intervallarında aparılmışdır.

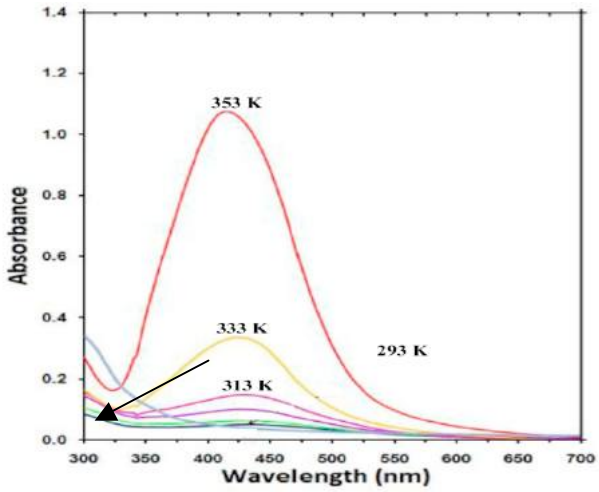
Cihazlar

UV-Vis spektral ölçmələr Shimadzu UV-görünən spektrometrdə (UV-1650PC-Tokyo, Japan) 300 nm-dən 700 nm-ə qədər intervalda aparılmışdır. Funksional qrupların kimyəvi sürüşməsi Furye çevrilməyə malik infra qırmızı spektroskopiya cihazında (FTIR) 300-4000 sm^{-1} sahədə təsdiqlənmişdir. Nanokompozitin səth morfologiyası skanedici electron mikroskopda (SEM S4700, Hitachi) tədqiq olunmuşdur.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Məlumdur ki, metal nanozərrəciklərin UB spektroskopiya üsulu ilə tədqiqi onların formalaşmasını sübut edən metodlardan biridir. Belə ki, metal atomlarına xarakterik olan səth plazma rezonansı spektrdə intensiv piklə müşahidə olunur. Alınan nanokompozit dietil və ya etil spirtində çökdürülüb və qurudulduqdan sonra deionlaşmış suda UB spektrləri çəkilir.

PEQ-QA mühitində müxtəlif temperaturlarda aparılmış reaksiya məhsullarının UB spektrləri verilmişdir (şəkil 1).



Şəkil 1. PEQ-QA-Ag^0 kolloid sisteminin müxtəlif temperaturlarda ultrabənövşəyi spektrləri

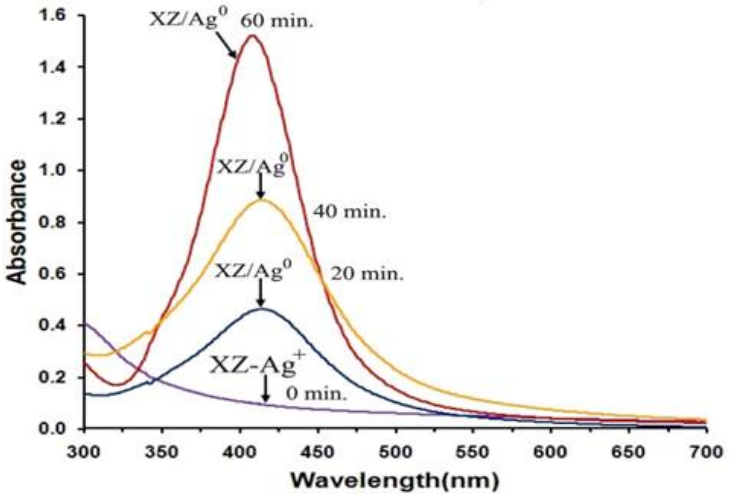
Şəkil 1-də Ag^0 nanohissəcikləri üçün 410-425 nm ətrafında xarakterik olan tipik plazmon udma rezonansı göstərilir. 335 və 560 nm ətrafında xarakterik pikin olmaması Ag^0 nanohissəciklərinin aqreqasiya olunmadığını sübut edir. Ədəbiyyat məlumatlarına əsasən Ag^0 nanohissəcikləri üçün maksimum pik 405 və 503 nm arasında müşahidə olunarsa, onda hissəciklərin ölçüsü 2-100 nm aralığında formalaşır. Nəticələrə əsasən intensiv pikin 380 nm ilə 500 nm arasında olması hissəciklərin paylanmasında aşağı ölçülü nanozərrəciklərin nisbətən azlıq təşkil etməsi ilə əlaqədardır. Temperaturun 353-363 K-ə və reduksiya müddətini 2 saata qədər artırdıqa Ag^0 nanohissəciklərin formalaşması sürətlənir. Nəticədə atomar gümüş üçün xarakterik olan pik 410 nm tərəfə sürüşməyə məruz qalır. Müxtəlif şəraitlərdə aparılmış təcrübələrə əsasən Ag^0 nanohissəciklərinin QA/PEQ sistemində 12-17 nm ölçüdə formada almaq üçün prosesi 2 saat müddətində 353 K-də aparmaq lazımdır.

Göstərilmişdir QA və PEQ kütlə nisbətini dəyişdikdə alınan gümüş nanohissəciklərinin ölçülərində və stabilliyndə fərqlər meydana çıxır. Beləki, qarışıqda QA-in kütlə nisbəti artdıqca alınan Ag^0 nanohissəcikləri daha kiçik ölçüdə (7-9 nm), PEQ-un miqdarı artdıqca isə ölçülərdə 23 nm-ə qədər böyümə baş verir. Bu QA-in tərkibində daha çox stabilləşdirici xassələrə malik funksional qrupların miqdarının çox olması ilə əlaqədardır.

XZ mühitində reduksiya prosesi zamanı nanohissəciklər formalaşdıqca götürülən nümunələrin UB spektrləri çəkilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, həcmində Ag^0 nanohissəcikləri saxlayan kolloid suspenziya 405-410 nm-də gümüş atomlarına xarakterik plazma rezonansı effekti əmələ gətirir. Bu effekt spektrdə intensiv piklə müşahidə olunur (şəkil 2).

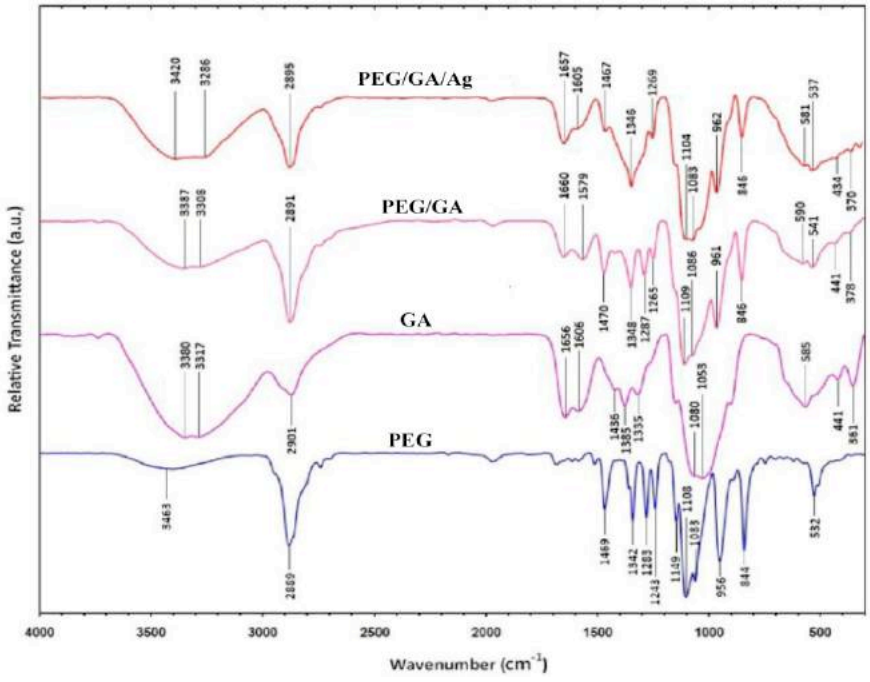
Şəkil 2-dən göründüyü kimi reduksiya müddəti artdıqca pikin intensivliyi artır və 1 saat ərzində Ag^+ ionlarının tamamilə Ag^0 atomlarına çevrilməsi nəticəsində udma piki maksimum qiymət alır. Reaksiya prosesinin bir saatdan çox davam etdirilməsi pikin intensivliyinin dəyişilməsinə səbəb olmur. Həmçinin Ag^0 nanohissəciklərinə aid olan plazma rezonansının 350-450 nm aralığını əhatə etməsi alınan suspenziyada gümüş nanohissəciklərinin ölçülərinin dar fraksiyada paylandığını göstərir.

Reduksiya prosesinin 353-363 K temperaturlarda aparılması zamanı götürülən nümunələrin UB spektrinə əsasən temperaturu artırdıqca Ag^0 nanohissəciklərinin əmələ gəlməsi sürətlənir. Buna baxmayaraq 363 K-də XZ makromolekulunun çevikliyinin və sistemin enerjisinin artması hesabına spektrdə dəyişiklik yaranır.



Şəkil 2. XZ iştirakında Ag^0 nanohissəciklərinin əmələ gəlməsinin zamandan asılı olaraq UB spektrləri

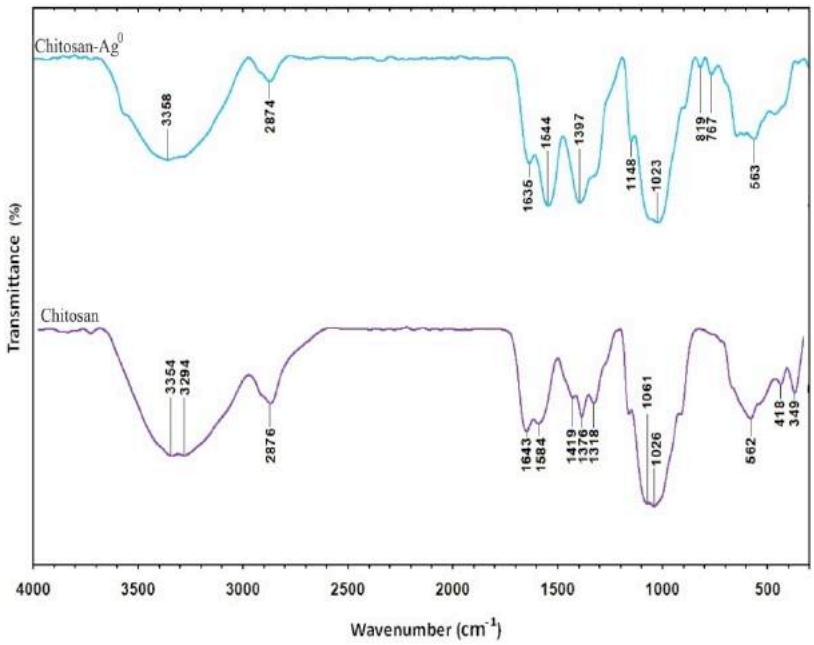
Ag^0 nanohissəcikləri və QA/PEQ makromolekulu arasında kimyəvi qarşılıqlı təsir FTİR spektroskopiya üsulu ilə öyrənilmişdir (şəkil 3). Göründüy kimi intensiv udulma zolaqları 1730, 1630 və 1007 sm^{-1} sahədə müşahidə olunur. QA tərkibində karboksil qrupundakı >C=O rabitəsinə 1730 sm^{-1} piki xarakterikdir. C-O rabitəsinə aid olan C-O və C-O-C qruplarına xarakterik 1268, 1007 sm^{-1} udma pikləri enli zolaqlar əmələ gətirirlər. Həmçinin alifatik C–H rabitəsi 1413 və 1344 sm^{-1}-də xarakterik titrəmə gərginliyi yaradır.



Şəkil 3. PEQ, PEQ-QA və PEQ-QA-Ag^0 kompozitinin FTİR spektrləri

Şəkil 3-də 503, 407 və 291 sm^{-1} əmələgələn enli piklər Ag^0 nanohissəcikləri ilə PEG makromolekulundakı hidroksil qruplarının oksigeni arasında yaranan rabitəni xarakterizə edir. Digər tərəfdən 3246 sm^{-1} piki –OH, 2901 sm^{-1} alifatik C-H rabitəsinə, 1442, 1374 və 1339 sm^{-1} C-H rabitəsinin valent titrəyişlərinə aiddir. Həmçinin O-C-H və C-O-H kombinasiyalı rabitələr 1442-dən 1339 sm^{-1}-ə qədər deformasiyalı titrəyişlər əmələ gətirir. Beləliklə, nanohissəciklərin səthi nisbətən müsbət yükləndiyinə görə PEQ-un tərkibindəki hidroksil qrupları Ag^0 nanohissəciklərini əhatəyə alır.

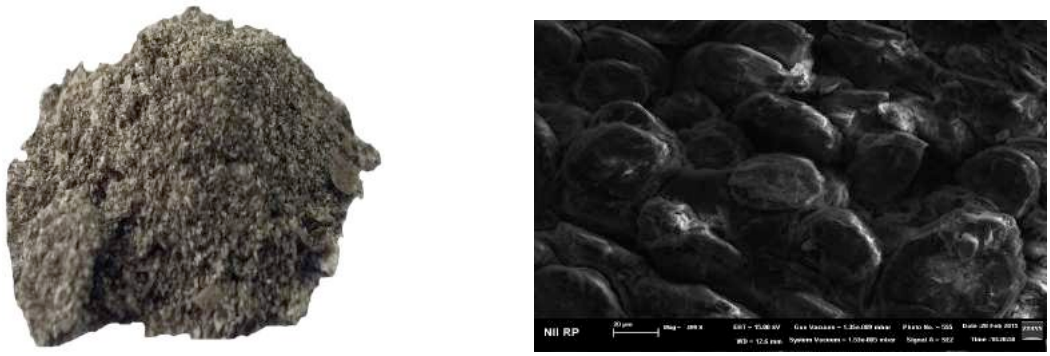
Bununla yanaşı Ag^0 nanohissəcikləri ilə XZ makromolekulu arasında qarşılıqlı təsir FTİR spektroskopiya üsulu ilə öyrənilmişdir (şəkil 4). XZ-nın FTİR spektrində O-H və N-H rabitələrinə xarakterik 3354 və 3294 sm^{-1} zolaqlar müşahidə olunur. 2876 sm^{-1} udulma zolağı alifatik C-H rabitəsinin deformasiyalı titrəyişini göstərir, 1643 və 1584 sm^{-1} N-H kimyəvi rabitəsini, 1419, 1376 və 1318 sm^{-1} intensivliklər isə alifatik C-H kimyəvi rabitəsini, 1061 və 1026 sm^{-1} udulma zolaqları isə C-O rabitəsinə uyğun piklərdir.



Şəkil 4. XZ makromolekulunun və XZ-Ag^0 kompozitinin FTİR spektrləri

XZ-Ag^0 spektrində1643 və 1584 cm^{-1}udulma zolaqları uyğun olaraq 1635 və 1544 cm^{-1} qədər kimyəvi sürüşməyə məruz qaldıqları görünür. Həmçinin 1544 sm^{-1}-də yüksək intensivlikli pik müşahidə olunur. 1397 sm^{-1}-də XZ-Ag^0 kompleksinə aid yeni udma piki Ag^0 nanohissəcikləri ilə XZ arasındakı qarşılıqlı təsiri xarakterizə edir. Eyni zamanda, XZ tərkibindəki amin və hidroksil qruplarının Ag^0 nanohissəciklərini əhatə etməsi nəticəsində sferik formalı stabilləşmiş (XZ-$Ag^0)_n$ sistemi əmələ gəlir. Həmçinin sistemdə qarşılıqlı təsir və ya sistemin dayanıqlı hala keçməsi əsasi xassəyə malik XZ-nın tərkibindəki mənfi yüklü funksional qruplar ilə səthi nisbətən müsbət yüklənmiş metal nanohissəcikləri arasında yaranan elektrostatik qarşılıqlı təsir qüvvələri və Van-der-Vaals qüvvələri hesabına baş verir.

Sintez olunmuş Xz-Ag0 kompozitinin SEM tədqiqi aparılmışdır (şəkil 5).



Şəkil 5. XZ-Ag^0 nanokompozitinin vizual və SEM görüntüləri

XZ-Ag^0 nanokompozitinin SEM şəklindən göründüy kimi nanohissəciklər daha çox oval formasında olan qranulalar daxilində stabilləşmişdir. Çox güman ki, nano-hissəcikləri əhatəyə alan XZ makromolekulları və ya onun tərkibindəki –NH2 və -OH funksional qrupları polimer zənciri ilə birlikdə Ag^0 nanohissəciklərini dairə formasında əhatəyə alırlar.

QA-PEQ-Ag^0 nanokompozitlərin morfoloji quruluşları SEM üsulu ilə öyrənilmiş və alınmış nəticələrin XZ-Ag^0 sistemləri ilə analoji olması göstərilmişdir.

NƏTİCƏ

Beləliklə Ag^0 nanohissəcikləri QA və PEQ eləcədə XZ iştirakında kimyəvi reduksiya metodu ilə sintez olunmuşdur. Ag^0 nanozərrəciklərinin əmələ gəlməsi UB-görünən elektron spektrində təsdiq olunmuşdur. Belə ki, səth plazmon rezonansı Ag^0 nanohissəcikləri üçün xarakterik olan 410-420 nm intervalında görünür. FTİR spektrdəki enli piklər Ag^0 nanohissəcikləri ilə polimerlərin tərkibindəki funksional qruplar arasında yaranan qarşılılı təsiri xarakterizə edir. Gostərilmişdir ki, QA-PEQ-Ag^0 və XZ-Ag^0 nanokompozitlərin SEM görüntülərində alınmış nanohissəciklər daha çox oval formada olan qranulalar daxilində stabilləşmişdir.

REFERENCES

1. Mammadova S.M., Tapdigov Sh.Z., Humbatova S.F., Safaraliyeva S.F., Hasanova M.Kh., Zeynalov N.A. Research into hydrogel swelling capacity on the basis of polyacrylic acid and immobilization of doxorubicin thereupon. *Kimya Problemleri – Chemical Problems.* 2016, no. 4, pp. 377-385. (In Azerbaijan).
2. Wang X., Zhang S., Zhang Z. Synthesis of hexagonal nanosized silver sulfide at room temperature. *Materials Chemistry and Physics*. 2008, vol. 107, pp. 9-12.
3. Perelaer J., Hendriks C.E., de Laat A.W. and Schubert U.S. One-step inkjet printing of conductive silver tracks on polymer substrates. *Nanotechnology*. 2009, vol. 20, pp. 1653031-1653035.
1. Jiang C.D., CardinJ, Tsang S.C. Conductive Three- Dimensional Material Assembled from Silver Nanoparticles Using a Conjugated Dithiol Linker. *Chem. Mater.* 2008, vol. 20, pp. 14-16.
2. Albrecht M.A., Evans C.W., Raston C.L. Green chemistry and the health

implications of nanoparticles. *Green Chem.* 2006, vol. 8, no. 5, p. 417– 432.
3. Rodríguez-León E.R., Iñiguez-Palomares. R., Navarro. E.R., Herrera-Urbina. R., Tánori. J., Iñiguez-Palomares. C., Maldonado A. Synthesis of silver nanoparticles using reducing agents obtained from natural sources (Rumex hymenosepalus extracts). *Nanoscale Research Letters.* 2013, vol. 8, pp. 318.
4. Pan W., Chen Y. Preparation of Ag–Polyacrylamide Nanocomposites by Ultraviolet Irradiation Technique. *Applied Mechanics and Materials*. 2010, vol. 44-47, pp. 2199-2202.
5. Melissa Kemp M., Kumar A., Mousa S., Tae-Joon Park, Ajayan P., Kubotera N., Mousa S.A., Linhardt R.J. Synthesis of Gold and Silver Nanoparticles Stabilized with Glycosaminoglycans Having Distinctive Biological Activities. *Biomacromolecules.* 2009, no. 10, pp. 589–595.
6. Ahmad M.B.,Tay M.Y., Mohd K.S., Hussein Z., Lim J.J. Green Synthesis and Characterization of Silver/Chitosan/Polyethylene Glycol Nanocomposites without any Reducing Agent. *Int. J. Mol. Sci.* 2011, vol. 12, pp. 4872-4884.
7. Huang Q., Shen W., Xu Q., Tan R., Song W. Properties of polyacrylic acid-coated silver nanoparticle ink for inkjet printing conductive tracks on paper with high conductivity. *Materials Chemistry and Physics.* 2014, vol. 147, pp. 550–556.
8. Dmitruk N.L., Borkovskaya O.Y., Mamontova I.B., Mamykin S.V., Malynych S.Z., Romanyuk V.R. Metal nanoparticle-enhanced photocurrent in GaAs photovoltaic structures with microtextured interfaces. *Nanoscale Research Letters*. 2015, vol. 10, p. 72.
9. Pencheva D., Bryaskova R., Kantardjiev T. Polyvinyl alcohol/silver nanoparticles (PVA/AgNps) as a model for testing the biological activity of hybrid materials with included silver nanoparticles. *Materials Science and Engineering.* 2012, pp. 32-37.
10. Ushakov N., Radchuk N., Ushakov A. Optical properties of metallic nanoparticles trapped by arabinogalactan molecule. From Conference Photonics, Devices, and Systems, Petr Páta Prague, Czech Republic, 2014, 9450, p.1-19.
11. Jain P., Pradeep T. Potential of Silver Nanoparticle-Coated Polyurethane Foam As an Antibacterial Water Filter. *Biotechnology and Bioengineering.* 2005, vol. 90, p. 59-63.

RESEARCH INTO STRUCTURE OF ARGENTIUM NANOPARTICLES OBTAINED FROM VARIED POLYMER MEDIUM

S.F. Humbatova, S.M. Mammadova, Sh.Z. Tapdigov, N.A. Safarov, M.H. Abbasov, N.A. Zeynalov

Acad. M. Nagiyev Institute of Catalysis and Inorganic Chemitry of the National Academy of Sciences of Azerbaijan

113, H.Javid Ave., AZ 1143, Baku, Azerbaijan, e-mail:seadet.humbetova@inbox.ru

Ag^0 nanoparticles have been obtained ansd stabilized in the medium of gumarabic with average molecular weight of 200 kDa, polyethylene glycol of 40 kDa, as well as chitosan of 200 kDa. Also, the structure of Ag^0 nanoparticles has been studied through the use of various physical methods. It revealed that dimensions of argentium nanoparticles stabilized in the medium of gum arabic and polyethylene glycol, depending upon initial molar ratio of products, temperature and

recovery time, have dimensions within the range of 12-17 nm; and in case of the use of natural polyaminosaccharide of chitosan, nanoparticles produced change their dimensions within the range of 8-11 nm depending on reaction period. The use of infrared spectroscopy made it possible to reveal that the groups –OH and COOH in the composition of gum arabic, as well as $–NH_2$ and –OH groups in the composition of chiosan are actively involved in stabilizing argentium nanoparticles. When analyzing polymer composites by UV-Vis within the range of 410 nm, argentum nanoparticles form plasmon rezonance of surface which reaffirms the existence of Ag^0 nanoparticles.
Keywords: *Ag^0 nanoparticles, gumarabic, chitosan, polyethylene glycol*

ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ НАНОЧАСТИЦ СЕРЕБРА, ПОЛУЧЕННЫХ В РАЗЛИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СРЕДАХ

С.Ф. Гумбатова, С.М. Мамедова, Ш.З. Тапдыгов, Н.А. Сафаров, М.Г. Аббасов, Н.А. Зейналов

Институт Катализа и Неорганической Химии имени акад. М.Нагиева Национальной АН Азербайджана
AZ1143 Баку, пр. Г.Джавида, 113, e-mail:seadet.humbetova@inbox.ru

Осуществлено получение и стабилизирование наночастицы Ag^0 в среде гуммиарабика со средней молекулярной массой 200 kDa, полиэтиленгликоля массой 40 kDa, а также хитозана массой 200 kDa, структура полученных наночастиц серебра исследована различными физическими методами. Установлено, что размеры наночастиц серебра, стабилизированные в среде гуммиарабика и полиэтиленгликоля, в зависимости от исходных мольных соотношений продуктов, температуры и времени восстановления имеют размеры в пределах 12-17 нм, а в случае использования натурального полиаминосахарида хитозана образующиеся наночастицы в зависимости от времени реакции меняют размерность в пределах 8-11 нм. Методом ИК-спектроскопии показано, что при стабилизации наночастиц серебра активно участвуют –OH, -COOH группы, имеющиеся в составе гуммиарабика, а также$–NH_2$ и -OH группы в составе хитозана. При исследовании полимерных композитов по UB-Vis в области 410 нм наночастицы Ag^0 образуют плазморезонанс поверхности, что подверждает существование Ag^0 наночастиц.
Ключевые слова: *наночастицы серебра, гуммиарабик, хитозан, полиэтиленгликоль, нанокомпозиты.*

Redaksiyaya daxil olub 05.11.2017.