

UOT 541.73:547.458.81

**MÜXTƏLİF KÜKÜRD TƏRKİBLİ BİRLƏŞMƏLƏRDƏN İSTİFADƏ  
ETMƏKLƏ CuS NANOKRİSTALLARININ POLİMER  
MATRİSDƏ SİNTEZİ****O.O.BALAYEVA, A.Ə.ƏZİZOV, M.B.MURADOV, A.M.MƏHƏRRƏMOV,  
G.M.EYVAZOVA, R.M.ALOSMANOV*****Bakı Dövlət Universiteti  
ofeliya1989@inbox.ru***

*Mis sulfid nanohissəciklərinin funksionallaşdırılmış nitril kauçuku (FNK) matrisində sintezi müxtəlif kükürd tərkibli birləşmələrdən istifadə etməklə "ardıcıl ion qatının adsorb-siyası və reaksiyası" metodu ilə aparılmışdır. Reaksiya otaq temperaturunda həyata keçirilmiş, sulfidləşdirici reagent kimi  $Na_2S \cdot 9H_2O$  və tiokarbamidən ( $SC(NH_2)_2$ ) istifadə olunmuşdur. Difraktometrədən alınan nəticələrə görə polimer matrisdə heksaqonal quruluşlu CuS nanokristalları formalaşdırılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, hazırlanmış CuS/FNK nanokompozitində 8 tsikldən sonra formalaşdırılmış hissəciklərin orta ölçüsü  $Na_2S \cdot 9H_2O$ -dən istifadə etdikdə 10.8 nm,  $SC(NH_2)_2$ -dən istifadə etdikdə isə 10 nm-dir. Nanokompozitdə optiki qadağan olunmuş zonanın eni də istifadə edilmiş kükürd tərkibli birləşmədən asılı olaraq dəyişir və  $Na_2S \cdot 9H_2O$  üçün 1.7,  $SC(NH_2)_2$  üçün isə 1.75 eV təşkil edir.*

**Açar sözləri:** nanokompozit, mis sulfid, quruluş xassələri, optiki xassələri.

Nanoquruluşlu materiallar yüksək səth sahəsinə malik olub, özlərinin fərqli optiki, elektrik və maqnit xassələri ilə seçilir. Mühüm əhəmiyyət kəsb edən  $Cu_xS$  nanohissəcikləri ölçü, morfologiya və quruluşuna nəzarət edilməklə bir çox tədqiqatçılar tərəfindən maye fazada sintez olunmuşdur. Mis sulfidin kovellit ( $CuS$ ), anilit ( $Cu_{1.75}S$ ), digenit ( $Cu_{1.8}S$ ), djurleit ( $Cu_{1.95}S$ ) və halkosit ( $Cu_2S$ ) adlı birləşmələri məlumdur ki, bu birləşmələrin hər birinin ayrı-ayrılıqda nanomaterialları unikal xassələrə malikdirlər [1]. Elektron quruluşları onların stexometriyasından asılı olub,  $Cu_{1.96}S$ ,  $Cu_{1.8}S$  və  $CuS$  üçün düz keçidli,  $Cu_2S$  üçün isə çəp keçidli qadağan olunmuş zonaya malikdir. Mis sulfidin ( $Cu_xS$ ) həcmli birləşmələrində qadağan olunmuş zonanın enerjisi  $x=2$  olduqda 1.2 eV,  $x=1.8$ -dən "x"-in 1 qiymətinə kimi 1.5 eV-dan yuxarıdır [2]. Bununla bərabər mis sulfid nanomateriallarının optiki xassələri optoelektrik cihazların hazırlanması üçün nanokristalların ölçü, morfologiya və quruluşundan çox asılıdır. Müxtəlif kimyəvi və fiziki üsullar ilə sap şəkilli, iynə şəkilli, disk şəkilli və məsaməli quruluşlu mis sulfid nanohissəciklərinin sintezi

məlumdur [3, 4]. Bu materiallar optikada [5], elektronikada [6, 7], enerji daşıyıcıların hazırlanmasında [8] geniş istifadə imkanlarına malikdir.

Təqdim olunan işdə müxtəlif kükürd tərkibli birləşmələrdən istifadə etməklə CuS nanokristalları sintez olunmuşdur. Sintez prosesi otaq temperaturunda “ardıcıl ion qatının adsorbsiyası və reaksiyası” metodu ilə aparılmışdır. Stabilləşdirici kimi funksionallaşdırılmış butadien nitril kauçukundan istifadə edilmişdir. Unikal stabilləşdirici xassələrə malik olan bu polimer nanohissəciklərin sintezində mühüm rol oynamışdır. Alınmış nanokompozitlər fiziki tədqiqat üsulları ilə analiz olunaraq, nəticələr müzakirə edilmişdir.

### **Təcrübi hissə**

Aparılan tədqiqatlarda istifadə olunmuş funksionallaşdırılmış nitril kauçuk (FNK) ilkin polimerin  $\text{PCl}_3$  və oksigen iştirakında fosfoxlorlaşması, modifikasiya sonrakı hidrolizi ilə alınmışdır [9]. FNK tünd qəhvəyi rəngli toz olub CuS nanohissəciklərin formalaşmasında stabilləşdirici kimi tətbiq olunmuşdur.

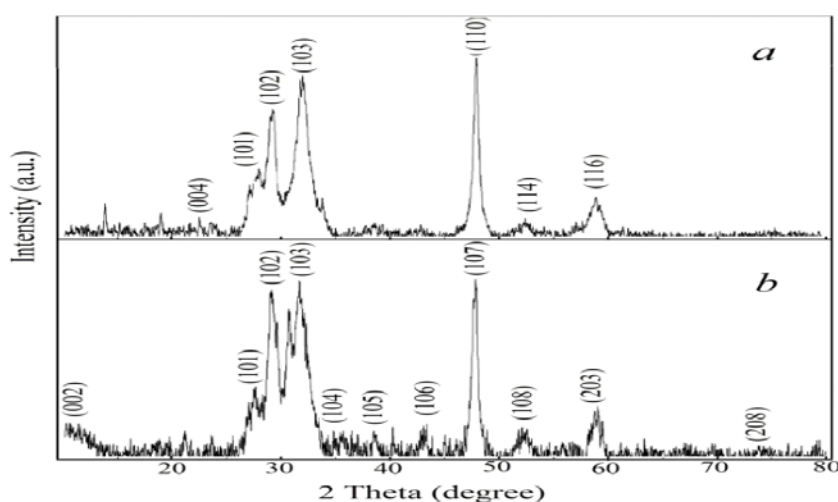
CuS/FNK nanokompozitinin sintezi üçün hər birinin qatılığı 0.5 M olmaqla 25ml  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  sulu məhlulundan 2 hissə hazırlanmışdır. Hər bir məhlulun üzərinə 0.2q FNK tozu əlavə edilmiş və 24 saatdan sonra distillə suyu ilə yuyulmuşdur. Sulfidləşmə reaksiyası 25 ml 0.1 M qatılıqlı  $\text{Na}_2\text{S} \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  və 25 ml 1M qatılıqlı tiokarbamidə aparılmışdır. 24 saatdan sonra nümunələr bir daha yuyulmuş və proses tsikllərlə təkrarlanmışdır. Tiokarbamidə aparılan reaksiyanın hər tsiklində tiokarbamid əlavə etdikdən 24 saat sonra 25 ml 1M KOH sulu məhlulu əlavə olunmuşdur. 6-cı və 8-ci tsikldən sonra nümunələr havada qurudularaq fiziki tədqiqat üsulları ilə analiz edilmişdir.

Alınan birləşmələrin individuallığı Bruker D2 markalı rentgen toz diffraktometri ilə müəyyənləşdirilmişdir. UB spektrlər Specord 250, İQ spektrlər isə Varian 3600 spektrometrlərində çəkilmişdir.

### **Nəticələr və onların müzakirəsi**

Müxtəlif reaksiya şəraiti və reaksiya parametrləri seçilməklə alınan mis sulfid nanohissəciklərində müşahidə olunan oxşar və fərqli nəticələr fiziki tədqiqat metodları ilə analiz olunmuşdur. Əvvəlki işimizdə [10] prekursor kimi mis kuporosundan istifadə edilmişdir və prekursorların qatılıq nisbəti 1:1 olduqda, sulfidləşmə müddəti kiçik olduqda (3 saat) təmiz kubik kristal qəfəsə malik  $\text{Cu}_{1.8}\text{S}$  nanokristalları formalaşmışdır. Təqdim olunan işdə isə Cu prekursoru kimi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  əvəzinə  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  götürülmüş, mis ionlarının qatılığı məhlulda 0.1M-dan 0.5 M-a kimi, reaksiya müddəti 3 saatdan 24 saata kimi artırılmışdır. Reaksiya nəticəsində heksaqonal quruluşlu CuS nanokristalları sintez olunmuşdur. Bu nəticələrdən məlum olmuşdur ki, sulfat turşusu güclü oksidləşdirici olduğundan prekursor kimi  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  götürməklə II valentli mis duzu reaksiyadan sonra I valentli mis sulfidə çevrilmişdir. Ədəbiyyat məlumatlarına da nəzər salsaq müşahidə edərik ki, prekursor kimi

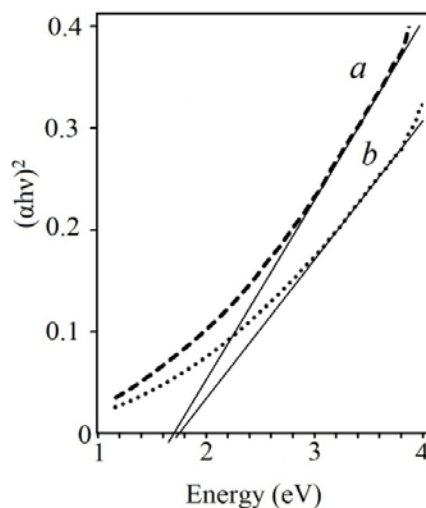
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  and  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  duzlarından istifadə etdikdə müxtəlif fazalı ( $\text{Cu}_7\text{S}_4$  [11],  $\text{Cu}_2\text{S}$  [12-14],  $\text{CuS}$  [15, 16],  $\text{Cu}_{1.81}\text{S}$  [17, 18],  $\text{Cu}_{1.97}\text{S}$  [19]) nanokristalları formalaşmışdır. Ancaq prekursor kimi  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  götürdükdə isə əksər hallarda ikivalentli mis sulfid nanohissəcikləri alınmışdır [20]. Bizim təcrübədə bu analogi hal müşahidə olunmuşdur. Belə ki, sulfidləşmə müddəti 24 saat, prekursor kimi 0.1M  $\text{Na}_2\text{S}$  və 0.5M  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  istifadə etdikdə  $\text{CuS}/\text{FNK}$  nanokompozitləri alınmış və hissəciklərin orta ölçüsü 8 tsikldən sonra 10.8 nm olmuşdur.



**Şəkil 1.** 0.1M qatılıqlı  $\text{Na}_2\text{S}$  (a) və 1M qatılıqlı tiokarbamid (b) məhlullarından istifadə etməklə hazırlanmış  $\text{CuS}/\text{F-NBR}$  nanokompozitlərinin difraktoqramları.

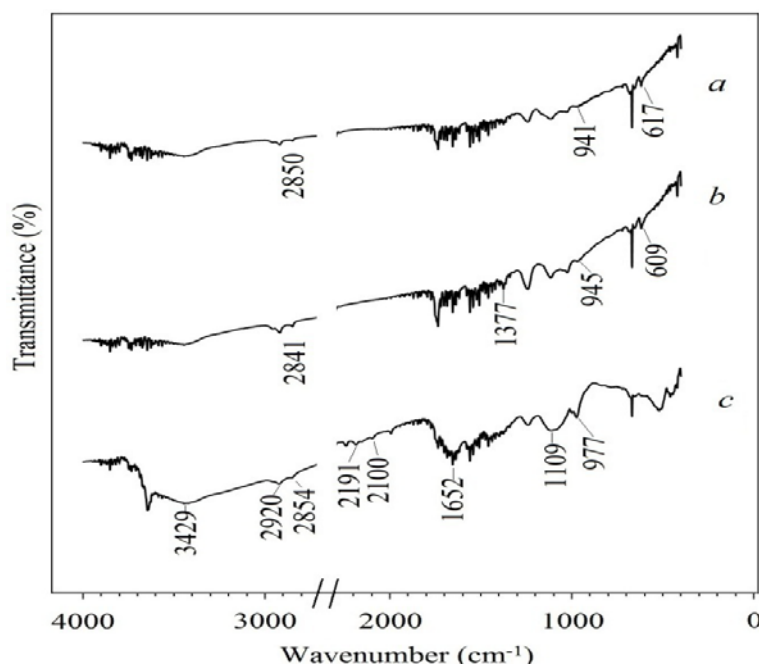
Mis sulfid nanohissəciklərinin formalaşması və sintezi tiokarbamidlə də aparılmışdır. Natrium sulfidlə aparılan reaksiyada olduğu kimi burada da, demək olar ki, təməmilə bir-birinə yaxın ölçülü heksaqonal  $\text{CuS}$  nanohissəcikləri sintez olunmuşdur. Şəkil 1-dən görüldüyü kimi,  $\text{CuS}$  nanokristalları  $2\theta$ -nın  $29^\circ$ ,  $32^\circ$ ,  $35^\circ$ ,  $43^\circ$ ,  $48^\circ$ ,  $53^\circ$ ,  $57.5^\circ$  və  $74^\circ$  qiymətlərində 8 dəqiq piklə müşahidə olunur və bu dərəcələrə  $\{102\}$ ,  $\{103\}$ ,  $\{104\}$ ,  $\{106\}$ ,  $\{107\}$ ,  $\{108\}$ ,  $\{203\}$  və  $\{208\}$  difraksiya siqnalları uyğun gəlir. Güclü və iti difraksiya siqnalları onu göstərir ki, alınan məhsul təmiz kristallaşmış nanokristallardır. Qəfəs parametrləri -dır. Şəkil 1-ə bir daha nəzər salsaq görərik ki, hər iki nümunənin (şəkil 1a və 1b) difraksiya siqnalları, demək olar ki, bir-birinə çox oxşardır. Bu oxşarlıq onların ölçülərində və kristal fazasında da özünü göstərmişdir. Hissəciklərin ölçüləri 6 tsikldən sonra 9 nm, 8 tsikldən sonra isə 10 nm olmuşdur. Buradan da görünür ki, termodinamik və kinetik parametrləri (reaksiya müddəti, reagentlərin qatılığını, mis və kükürd tərkibli birləşmələri) dəyişməklə mis sulfid nanoquruluşlarının ölçülərinə, formasına və birləşmənin tərkibinə nəzarət etmək mümkündür.

Alınmış CuS/FNK nanokompozitlərinin optiki udma spektrləri 300-800 nm dalğa uzunluğunda ölçülmüş və qadağan olunmuş zonanın eni hesablanmışdır. Bizim təcrübədə sulfidləşdirici kimi Na<sub>2</sub>S-dən istifadə etdikdə CuS nanohissəciklərinin formalaşmasının 8 tsiklindən sonra düz keçidli qadağan olunmuş zolağın eni 1.7eV olmuşdur (şəkil 2a). Sulfidləşdirici kimi tiokarbamidən istifadə etdikdə isə bu qiymət 1.75 eV olmuşdur (şəkil 2b). Kvant nəzəriyyəsinə görə bu qiymət 2-dən yuxarı olmalı idi. Ancaq istifadə olunan polimer alınan nanohissəciklərin optiki xassələrinə müəyyən təsirini göstərmişdir. CuS-in qadağan olunmuş zolağın eninin 2-dən az olaraq nəticələnməsi bir çox ədəbiyyatda da müşahidə olunmuşdur [21]. Bu kimi oxşar nəticəyə, həmçinin Joyjit Kundu və Debabrata Pradhannın işlərində də rast gəldik [22]. Hidrotermiki üsulla sintez olunmuş CuS nanohissəciklərində düz keçidli qadağan olunmuş zolağın eni 1.7eV olmuşdur.



**Şəkil 2.** Kükürd tərkibli birləşmə kimi Na<sub>2</sub>S (a) və tiokarbamidən (b) istifadə etməklə alınmış CuS/FNK nanokompozitləri üçün qadağan olunmuş zolağın eni.

Alınmış nümunələr İQ spektroskopiyaya üsulu ilə analiz edilmişdir (şəkil 3). Fosfoxlorlaşmadan sonra polimerdə əmələ gələn –OPO(OH)<sub>2</sub> qrupuna məxsus O-H rabitəsinin enli zolağı spektrin 2100 və 2191sm<sup>-1</sup> sahəsində müşahidə olunmuşdur. Ancaq bu zolaq mis sulfid nanohissəciklərinin əmələ gəlməsi ilə itmişdir. Bu onunla izah oluna bilər ki, nanohissəciklərin əmələ gəlməsinə bu funksional qruplar, demək olar ki, tamamilə sərf olunmuşdur. Polimer sorbentə məxsus tipik zolaqlar O-H (H<sub>2</sub>O): 3429 cm<sup>-1</sup>, C–H: 2920 cm<sup>-1</sup>, O–H (P–O–H): 2854 cm<sup>-1</sup>, O–H [-OPO(OH)<sub>2</sub>]: 2100 və 2191 cm<sup>-1</sup>, P=O (rezonans halda): 1652 cm<sup>-1</sup> və C–O (P–C–O): 1009 cm<sup>-1</sup> zolaqları İQ spektrlərdə müşahidə olunmuşdur (şəkil 3c).



**Şəkl. 3.** 0.1M qatılıqlı  $\text{Na}_2\text{S}$  (a), 1M qatılıqlı tiokarbamid (b) məhlullarından istifadə etməklə hazırlanmış CuS/F-NBR nanokompozitlərinin və polimer sorbentin (F-BNK) (c) İQ spektroskopiyaya üsulu ilə analizi.

Polimer sorbentdə CuS nanohissəciklərinin formalaşması ilə əlaqədar  $\text{PO}_3^{2-}$  qrupuna uyğun gələn zolaq  $977 \text{ cm}^{-1}$  sahəsindən (şəkil 3c) aşağı tezlikli  $945 \text{ cm}^{-1}$  (şəkil 3b) sahələrinə sürüşməsi baş vermişdir.  $617$  və  $609 \text{ cm}^{-1}$  tezliklərində müşahidə olunan iki yeni zolaq Cu-S rəbitəsini göstərə bilər [23].  $1377 \text{ cm}^{-1}$  tezliyinə uyğun gələn zəif zolaq isə  $\text{Cu}(\text{S}=\text{C}(\text{NH}_2)_2)_3\text{Cl}$  kompleksinə uyğun gəlmişdir (şəkil 3b) [24]. Bu kompleks birləşmənin əmələ gəlməsi kükürd mənbəyi kimi tiokarbamidən istifadə etməklə baş vermişdir. Metal sulfid rəbitəsinə uyğun gələn digər zolaqlar İQ spektroskopiyaya ilə analizdə ya çox zəif görünmüşdür, ya da heç görünməmişdir.

#### ƏDƏBİYYAT

1. Koch D.F.A, M.J. McIntyre. The Application of Reflectance Spectroscopy to a Study of the Anodic Oxidation of Cuprous Sulphide. // J. Electroanal. Chem. 1976, No71, P. 285-296.
2. Klimov V, Bolivar P.H, Kurz H, Karavanskii V, Korkishko Y. Linear and Nonlinear Transmission of  $\text{Cu}_x\text{S}$  Quantum Dots. // Appl. Phys. Lett. 1995, No 67, P. 653-655.
3. Lu Q.Y, Gao F, Zhao D.Y. One-step Synthesis and Assembly of Copper Sulfide Nanoparticles to Nanowires, Nanotubes, and Nanovesicles by a Simple Organic Amine-assisted Hydrothermal Process. // Nano Lett. 2002, No 2, P. 725-728.
4. Wu C, Yu Sh. H, Chen Sh, Liu G, Liu B. Large Scale Synthesis of Uniform CuS Nanotubes in Ethylene Glycol by a Sacrificial Templating Method Under Mild Conditions. // J. Mater. Chem., 2006, No 16, P. 3326-3333
5. Kundu J, Pradhan D. Influence of Precursor Concentration, Surfactant and Temperature on the Hydrothermal Synthesis of CuS: Structural, Thermal and Optical Properties. // NewJ.Chem., 2013, No 37, P. 1470-1478

6. Savariraj A.D, Viswanathan K.K, Prabakar K. CuS Nano Flakes and Nano Platelets as Counter Electrode for Quantum Dots Sensitized Solar Cells. // *Electrochimica Acta*, 2014, No 149, P. 364–369.
7. Raj C.J, Kim B.C, Cho W.J, Seo Y, Yu K.H. Electrochemical Capacitor Behavior of Copper Sulfide (CuS) Nanoplatelets. // *Journal of Alloys and Compounds* 2014. No 586, P. 191–196
8. Zhao L, Tao F, Quan Zh, Zhou X, Yuan Y, Hu J. Bubble Template Synthesis of Copper Sulfide Hollow Spheres and their Applications in Lithium Ion Battery. // *Materials Letters*. 2012, No 68, P. 28–31
9. Балаева О.О, Азизов А.А, Балаева Н.О, Алосманов Р.М. Окислительное хлорфосфорилирование бутадиен-нитрильного каучука // *Молодой учёный*. 2012, №5 (40), с. 118-121.
10. Balayeva O.O, Maharramov A.M, Azizov A.A, Muradov M.B, Balayeva N.O, Mamiyev Z.Q, Alosmanov R.M, Eyvazova G.M, Aghamaliyev Z.A. Synthesis and Study of Copper Sulfide (Cu<sub>1.8</sub>S) Nanocrystals on the Basis of Phosphorus Containing Polymer Sorbent (PCPS) by Chemical Route. // *Azerbaijan Chemical Journal*. 2015. No 2 P. 71-76
11. Jiao S, Xu L, Jiang K, Xu D. Well-Defined Non-Spherical Copper Sulfide Mesocages with Single-Crystalline Shells by Shape-Controlled Cu<sub>2</sub>O Crystal Templating. // *Adv. Mater*. 2006, No 18, P. 1174–1177
12. Astam A, Akaltun Y, Yildirim M. An Investigation on Silar Deposited Cu<sub>x</sub>S thin Films. // *Turk J Phys* 2014, No 38, P. 245-252
13. Wu Z, Pan Ch, Yao Z, Zhao Q, Xie Y. Large-scale synthesis of single-crystal double-fold snowflake Cu<sub>2</sub>S dendrites. // *Cryst. Growth Des*. 2006, No 6, P. 1717–1719
14. Li Z, Yang H, Ding Y, Xiong Y.J, Xie Y. Solution-Phase Template Approach for the Synthesis of Cu<sub>2</sub>S nanoRibbons. // *Dalton Trans*. 2006, P. 149–151
15. Yu X.L, Cao C.B, Zhu H.S, Li Q.S, Liu C.L, Gong Q.H. Nanometer-Sized Copper Sulfide Hollow Spheres with Strong Optical-Limiting Properties. // *Advanced Functional Materials*. 2007, No17, P. 1397–1401.
16. Zhu Y, Guo X, Jin J, Shen Y, Guo X, Ding W. Controllable Synthesis of CuS Nanotubes and Nanobelts Using Lyotropic Liquid Crystal Templates. // *J Mater Sci*. 2007, No 42, P. 1042–1045.
17. Ramirez P.V.Q, Arroccena M.C.A, Cruz J.S, González M.V, Alvarez O.M, Meneses V.M.C, Torres L.C.A, Hernández J.F. Growth Evolution and Phase Transition from Chalcocite to Digenite in Nanocrystalline Copper Sulfide: Morphological, Optical and Electrical Properties. // *Beilstein J. Nanotechnol*. 2014, No 5, P. 1542–1552.
18. Chen G.Y, Deng B, Cai G.B, Dong W.F, Zhang W.X, Xu A.W. Synthesis, Characterization and Formation Mechanism of Copper Sulfide-Core/Carbon-Sheath Cables by a Simple Hydrothermal Route. // *Crystal grows and design*. 2008, No 8, P. 2137-2143.
19. Lin M.C, Lee M.W. Cu<sub>2-x</sub>S quantum dot-sensitized solar cells. // *Electrochemistry Communications*. 2011, № 13, P. 1376–1378.
20. Ali Yildirim M., Ates A., Astam A. Annealing and Light Effect on Structural, Optical and Electrical Properties of CuS, CuZnS and ZnS Thin Films Grown by the SILAR Method // *Physica E*, 2009, No 41, p. 1365-1372.
21. Tanveer M, Cao C, Aslam I, Ali Z, Idrees F, Khan W.S, Tahir M, Khalid S, Nabi G, Mahmood A. Synthesis of CuS Flowers Exhibiting Versatile Photo-Catalyst Response. // **New J. Chem.**, 2015, No 39, P. 1459-1468
22. Kundu J, Pradhan D. Influence of Precursor Concentration, Surfactant and Temperature on the Hydrothermal Synthesis of CuS: Structural, Thermal and Optical Properties. // *New J. Chem.*, 2013, No 37, P. 1470—1478

23. Dixit S.G, Mahadeshwar A.R, Haram S.K. Some Aspects of the Role of Surfactants in the Formation of Nanoparticles // Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Aspects. 1998. No 133. P. 69–75
24. Swaminathan K, Irving H.M.N.H. Infra-Red Absorption Spectra of Complexes of Thiourea // J. Inorg. Nucl. Chem. 1964. No 26, P. 1291-1294.

### **СИНТЕЗ НАНОКРИСТАЛЛОВ CuS С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ СЕРЫ**

**О.О.БАЛАЕВА, А.А.АЗИЗОВ, М.Б.МУРАДОВ, А.М.МАГЕРРАМОВ,  
Г.М.ЭЙВАЗОВА, Р.М.АЛОСМАНОВ**

#### **РЕЗЮМЕ**

Наночастицы сульфида меди (CuS), были синтезированы с использованием двух различных источников серы методом последовательной адсорбции ионного слоя и реакции. Реакция была проведена при комнатной температуре.  $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и тиомочевина  $[\text{SC}(\text{NH}_2)_2]$  были использованы в качестве сульфидирования. Данные рентген-порошкового диффрактометра показывают, что были получены CuS гексагональной формы. Средний размер наночастиц сульфида меди на 8 цикле реакции равно 10.8 нм с использованием  $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и 10 нм с использованием тиомочевины  $[\text{SC}(\text{NH}_2)_2]$ . Ширина оптической запрещенной зоны наночастиц CuS -1.7 и 1.75 эВ с использованием двух различных источников серы -  $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и тиомочевины  $[\text{SC}(\text{NH}_2)_2]$ .

**Ключевые слова:** сульфид меди (CuS), нанокompозиты, структурные свойства, оптические свойства.

### **SYNTHESIS OF CuS NANOCRYSTALS USING DIFFEREN SULFUR SOURCES**

**O.O.BALAYEVA, A.A.AZIZOV, M.B.MURADOV, A.M.MAHARRAMOV,  
G.M.EYVAZOVA, R.M.ALOSMANOV**

#### **SUMMARY**

Copper sulfide (CuS) nanoparticles were synthesized on the basis of functionalized nitrile butadiene rubber using two different sulphur sources by successive ionic layer adsorption and reaction (SILAR) method. The reaction was undertaken at room temperature.  $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$  and thiourea  $[\text{SC}(\text{NH}_2)_2]$  were used as sulfurizing agent. By XRD analysis hexagonal CuS nanocrystals were formed. Using  $\text{Na}_2\text{S}$ , after 8 cycles of the reaction the size of particles into CuS/F-NBR nanocomposites is 10.8 nm. By thiourea after 8 cycles of the reaction the size of particles into CuS/F-NBR nanocomposites is 10 nm. The optical band gap of the CuS nanomaterials were found as 1.7 and 1.75 eV for different sulfur sources like  $\text{Na}_2\text{S}\cdot 9\text{H}_2\text{O}$  and thiourea  $[\text{SC}(\text{NH}_2)_2]$  respectively.

**Key words:** copper sulfide, nanocomposites, structural properties, optical properties

*Redaksiyaya daxil oldu: 13.10.2015-ci il*

*Çapa imzalandı: 04.12.2015-ci il*