

## 10%-li QADOLINIUMLA AŞQARLANMIŞ KARBON NANOBORULARIN RENTGEN-FAZA ANALİZİ

R.Q. ABASZADƏ

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının H.M.Abdullayev adına Fizika İnstitutu*

*AZ-1143, Azərbaycan, Bakı, H. Cavid pr.131*

E-mail: [abaszada@gmail.com](mailto:abaszada@gmail.com)

Məqalədə karbon nanoborunun və 10 %-li qadoliniumla aşqarlanmış karbon nanoborunun təmizliyi, keyfiyyəti, səth morfolojiyası skanədic elektron mikroskopiyası (SEM) vasitəsi ilə, quruluş xassələri isə rentgen-faza analizlərinin köməyi ilə müqayisəli şəkildə təhlil edilmişdir. Alınmış qadoliniumla aşqarlanmış karbon nanoborunun rentgen-faza analizinə əsasən difraksiya pikləri nümunənin morfoloji xüsusiyyətləri ilə bağlıdır.

**Açar sözlər:** Karbon nanoboru, qadolinium, skanədic elektron mikroskopu, rentgen-faza analizi

**PACS:** 61.05.C-, 68.37.Hk, 73.63.Fg

### 1. GİRİŞ.

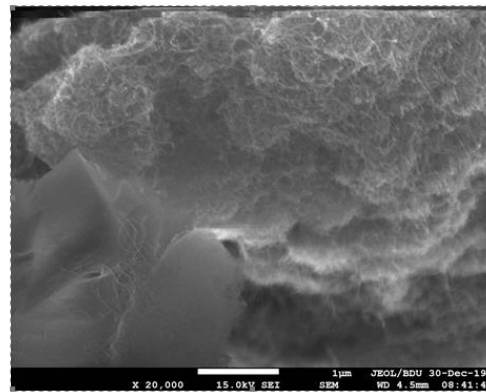
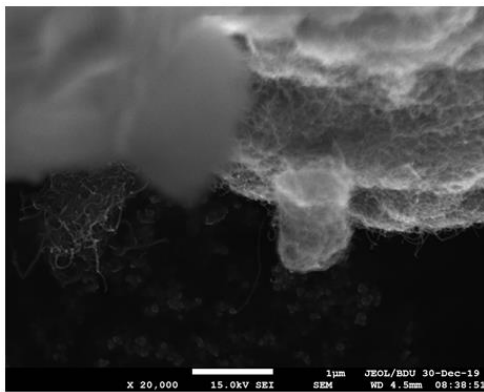
Elm və texnika sürətlə inkişaf etdikcə, onların tətbiqlərinin ödənilmə istiqamətində intensiv tədqiqatlar həyata keçirilir. Bu tədqiqatların obyekt kimi qrafen layının boruşəkilli bükülməsi nəticəsində yaradılan karbon nanoborular öz aktuallığını xassələrinin unikalılığı ilə qorumaqdadır [1].

Karbon nanoboruları elmin müxtəlif sahələrində geniş tətbiq olunmağı ilə yanaşı, bir sıra maraqlı fiziki-kimyəvi xüsusiyyətlərə də malikdirlər [2]. Karbon nanoboruların alınması üçün elektrik qövsü, lazer ablasyonu və kimyəvi buxar, çökmə (CVD) də daxil olmaqla, müxtəlif üsullar mövcuddur [3]. [4] işində elektrik qövsü metoduna əsasən alınmış karbon nanoborularının rentgen-faza analizinə baxılmışdır. Karbon nanoboruları olduqca yüngül, yüksək dərəcədə elektrik və istilik xassələrinə malikdirlər [5, 6]. Karbon nanoboruları aşağı ölçülü nanoquruluşlar olub, özünün mexaniki, elektrik, optik və maqnit xassələrinin zənginliyi ilə digər quruluşlardan fərqlənirlər [7, 8, 9]. Karbon nanoboruların mühüm xüsusiyyətlərindən biri də xirallıqdan asılı olaraq metal, yarımkəçirici və dielektrik xassələrə malik olmasıdır [10, 11, 12]. Karbon nanoboruların rentgen-faza difraksiya analizi zamanı quruluşun unikalılığı, borunun məxsusiyyətləri, kiçik ölçülərə malik olması [13] və boruların elektron və həndəsi quruluşu ilə bağlı işlər araşdırılmışdır [14, 15].

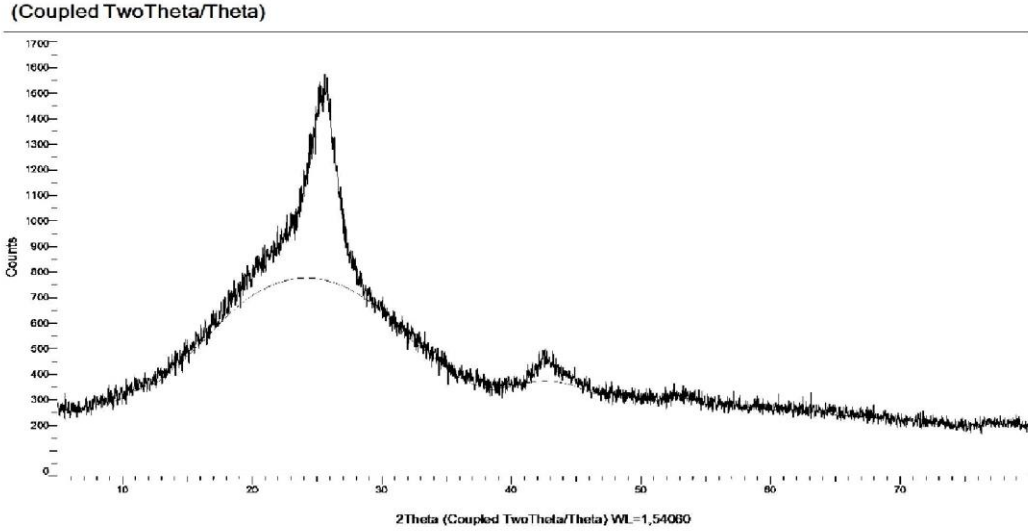
Qadolinium müasir elektronikada geniş istifadə olunur. Onun müxtəlif metallarla qarışığı vasitəsilə, xüsusən də kobalt və dəmir ilə qarışığından 1-9 milyard bit/sm<sup>2</sup> olan məlumat daşıyıcıları yaratmaq mümkün olmuşdur. Qadoliniumdan qadolinium-qallium-skandium qranitin kristallarını yetişdirmək üçün istifadə olunur, bunun əsasında isə ultrayüksək radiasiya parametrləri olan lazer sistemlərinin hazırlanmasında, atom mühəndisliyində, nüvə reaktorlarında və nüvə texnologiyasında uğurla istifadə olunur. Bundan başqa karbon nanoboruların emissiya xüsusiyyətlərinə görə elektron displeylərdə, rentgen-şüa mənbələrində, lüminessensiya mənbələrində məharətlə istifadə olunur [16, 17].

### 2. EKSPERİMENTİN METODİKASI.

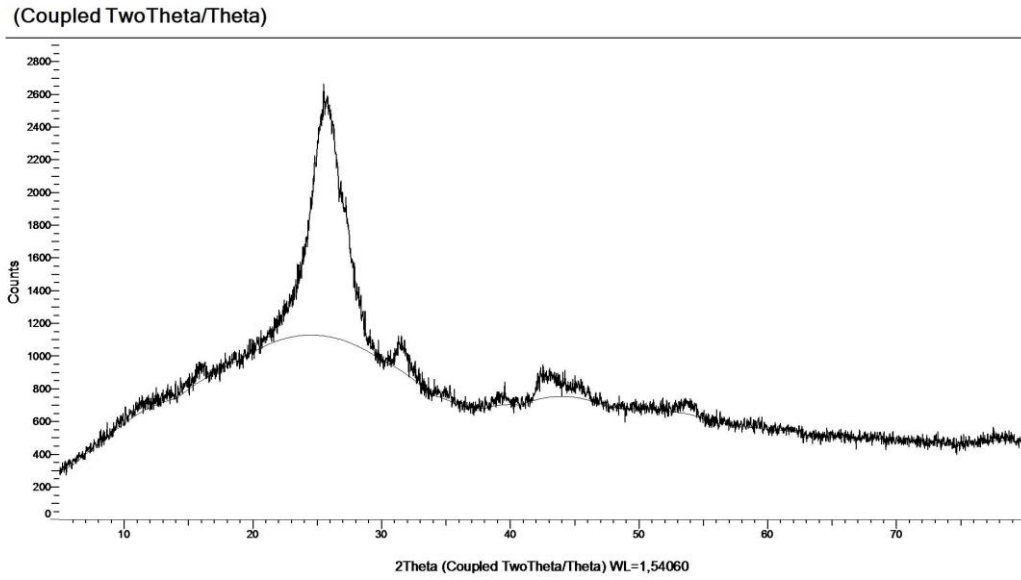
Elektrik qövsü metoduna əsasən alınmış karbon nanoborunun və 10 faizli qadoliniumla aşqarlanmış karbon nanoborunun quruluşu, keyfiyyəti, səth morfolojiyası skanədic elektron mikroskopiyası metoduna əsasən öyrənilmişdir. Aldığımız nümunələr Yapon istehsalı olan JOEL JSM-7600F skanədic elektron mikroskopunda tədqiq olunmuşdur. Bunun üçün nümunələrdən müəyyən həcm götürülmüş və elektron mikroskopunun nümunə lövhəsi üzərində otaq temperaturunda baxılmışdır. 24 saat ərzində SEM təsvirləri çəkilmişdir.



Şəkil 1. Qadoliniumla aşqarlanmış karbon nanoborunun skanədic elektron mikroskopu (SEM) vasitələri ilə 1µm ölçülərdə olan təsvirləri.



Şəkil 2. Karbon nanoboru rentgen-faza analizi.



Şəkil 3. Qadoliniumla aşqarlanmış karbon nanoborunun rentgen-faza analizi.

Rentgen-faza analizi nümunənin kimyəvi tərkibinin müəyyən edilməsi üçün mühüm metodlardan hesab olunur. Rentgen-faza analizi eyni zamanda kimyəvi rəbitələrlə bağlı informasiyaların alınmasına imkan verir. Elektronların energetik səviyyəsi kimyəvi rəbitə və onların valent zonada yerləşməsi ilə müəyyən edilir. Rentgen-faza analizi Almaniyanın “Bruker” firmasının istehsalı olan D2 Phaser diffraktometrində,  $\text{CuK}_\alpha$  – şüaları ilə ( $\lambda = 1,5406\text{\AA}$ )  $2\theta = 0,5^\circ \div 80^\circ$  bucaq intervalında aparılmışdır. Kristalloqrafik quruluş tədqiqatları, hesablamalar EVA və TOPAZ proqramları əsasında yerinə yetirilmişdir. Qurğunun elektron yaddaşında 2018-ci il daxil olmaqla, ASTM məlumatların olması alınan difraksiya məlumatlarının ədəbiyyatda olan məlumatlarla hərtərəfli müqayisə edilməsinə imkan vermişdir.

### 3. NƏTİCƏLƏRİN MÜZAKİRƏSİ.

Karbon nanoborunun və 10 faizli qadoliniumla aşqarlanmış karbon nanoborunun təmizliyi, keyfiyyəti, səth morfolojiyası skanedici elektron mikroskopu

(SEM) və quruluş xassələri rentgen - faza analizlərinin köməyi ilə müqayisəli şəkildə tədqiq edilmişdir. Şəkil 2-də elektrik qövsü metoduna əsasən alınmış karbon nanoborunun rentgen-faza analizinin difraksiya pikləri nümunənin morfoloji xüsusiyyətləri ilə əlaqədar olub, karbon nanoborunun ölçüləri və divarları arasında məsafə haqqında ilkin informasiyaların əldə olunmasına imkan verir. Karbon nanoborunun rentgen-faza analizinə əsasən iki maksimumun müşahidə olunduğunu əyani şəkildə görmək olur. Birincisi daha kəskin pik olub, bucaq vəziyyəti  $2\theta=26,3^\circ$ -ə uyğun maksimuma, intensivliyi  $I=1550$ -qiymətinə, ikinci daha zəif pik isə  $2\theta=42,5^\circ$ -ə və intensivliyi  $I=480$  qiymətinə uyğundur. Şəkil 3-də qadoliniumla aşqarlanmış karbon nanoborunun rentgen-faza analizi tədqiq edilmiş və burada, uyğun olaraq, iki maksimum müşahidə olunmuşdur. Bunlardan birincisi daha kəskin pik olub, bucaq vəziyyəti  $2\theta=25,81^\circ$ -qiymətinə uyğun maksimuma və intensivliyi  $I=2590$ -ə, ikincisi isə daha zəif pik olub, bucaq vəziyyəti  $2\theta=42,5^\circ$ -ə və intensivliyi isə  $I=945$  qiymətinə uyğundur.

#### **4. NƏTİCƏ.**

Elektrik qövsü metodu ilə alınmış karbon nanoboru və 10%-li gadoliniumla aşqarlanmış karbon nanoborunu iki üsulla tədqiq edilmişdir. Skanediçi elektron mikroskopu (SEM) vasitəsi ilə 10%-li gadoliniumla aşqarlanmış karbon nanoborunun təmizliyi, keyfiyyəti və səht morfologiyasının tədqiq edilməsi qarşıya qoyulmuş məqsədlərə nail olduğumuzu deməyə imkan verir. Rentgen-faza analizlərinin

tədqiqi zamanı spektrində müşahidə olunan piklərin intensivliyinin dəyişməsi gadoliniumla aşqarlanma sayəsində baş verir.

#### **5. TƏŞƏKKÜRLƏR.**

Müəlliflər SEM analizinin aparılması üçün dosent Zöhrab Ağamalıyevə, rentgen-faza analizi üçün isə professor İmaməddin Əmiraslanova və dosent Yeganə Süleymanovaya dərin təşəkkürlərini bildirirlər.

- [1] *C.Journet, W.K. Maser, P. Bernier, A. Loiseau, M.Lamy de la Chapelle, S. Lefrant, P. Deniard, R. RLee, J.E. Fischer.*, Nature, 1997, vol. 388, pp.756-75.
- [2] *A. Bianco, K. Kostarelos, C.D. Partidos, M.Prato.* Chem. Commun 2005, vol.5, pp.571-578.
- [3] *Q. Fu, S. Huang, J. Liu.* JOURNAL of Physical Chemistry B109, 2005, pp. 2632-2637.
- [4] *X. Zhao, Y. Ando.* Jpn. Jour. App. Phys., vol.37, 1998, pp. 4846-4849.
- [5] *T. Halicioglu.* Thin Solid Films, vol.312, 1998, pp.11-14.
- [6] *E.I. Waldorff, A.M. Wass, P.P. Friedmann, M.Keidar.* Jour. App. Phys., vol. 95, №5, 2004, pp.2749-2754.
- [7] *M.S. Dresselhaus, G. Dresselhaus, A. Jorio.* Annual Review of Materials Research, 2004, vol.34, pp.247-278.
- [8] *J.E. Morris, K. Iniewski.* Graphene, Carbon Nanotubes, and Nanostructures: Techniques and Applications, 2013, 364 p.
- [9] *M.M. Shokrieh, R. Rafiee.* Mechanics of Composite Materials, 2010, vol. 46, №2, pp.155-172.
- [10] *K. Awasthi, A. Srivastava, O.N. Srivastava.* Journal of nanoscience and nanotechnology, vol.5, 2005, pp.1616-1636.
- [11] *W.T. Ebbesen.* Carbon nanotubes: Preparation and properties, 1st edition, Florida: CRC Press, 1996, 304 p.
- [12] *M.J. O'Connell.* Carbon nanotubes: Properties and applications, 1st edition, CRC Press, 2006, 360 p.
- [13] *S. Suzuki, C. Bower, Y. Watanabe, O. Zhou.* Appl.Phys.Lett.76, 2000, pp.4007-4009
- [14] *Y. Akai, S. Saito.* Physica E, 2005, vol. 29, pp.555.
- [15] *R. Das, Sh. Hamid, Md. Ali, S. Ramakrishna, Y.Wu.* A Review, Current Nanoscience, №11, vol.1, 2015, pp.1-14.
- [16] *A.V. Eletsii.* Phys. Usp. 40:9, 1997, pp. 899-924.
- [17] *E.G. Rakov.* Russ. Chem.Rev, 2001, 70(10), pp. 827-863.

#### **R.G. Abaszade**

##### **X-RAY DIFFRACTION ANALYSIS OF CARBON NANO-TUBES DOPED BY 10% GADOLINIUM**

The investigation results of purity, quality, surface morphology of carbon nano-tubes and carbon nano-tubes doped by 10% gadolinium by the method of scanning electron microscopy (SEM), their structural properties studied by X-ray diffraction method, are given in the paper. It is established that the changes of diffraction peaks in X-ray diffraction spectrum in carbon nano-tubes doped by 10% gadolinium are caused by sample morphological peculiarities.

#### **Р.Г. Абасзаде**

##### **РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ЛЕГИРОВАННЫХ 10% ГАДОЛИНИЕМ**

В статье приводятся результаты исследований чистоты, качества, морфологии поверхности углеродных нанотрубок и легированных 10% гадолинием углеродных нанотрубок методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), а их структурные свойства изучались с помощью рентгеноструктурного метода. Показано, что в углеродных нанотрубках легированных 10% гадолинием изменения дифракционных пиков в рентгеноструктурном спектре обусловлены морфологическими особенностями образца.

*Qəbul olunma tarixi: 10.02.2020*