

## CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> MONOKRİSTALININ RENTGENKEÇİRİCİLİYİ

S.N. MUSTAFAYEVA, C.T. HÜSEYNOV

AMEA-nın H.B. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,  
Azərbaycan, Bakı, Az-1143, H. Cavid pr., 29

Tədqiq edilən CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalı əvvəlcədən sintez edilmiş CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> tərkibli birləşmədən qapalı ampulada qaz fazada kimyəvi nəql etmə üsulu ilə alınmışdır. Nəqlətdirici kimi təmiz kristal yoddan istifadə edilmişdir. CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgen həssaslıq əmsalı  $K$  şüasının effektiv sərtliyinin  $V_a=25\pm 50$  keV və doza gücünün  $E=0,75\pm 78,05$  R/dəq qiymətlərində  $1,26\times 10^{-11}\div 1,39\times 10^{-10}$  A·dəq/V·R intervalında dəyişir. Müəyyən edilmişdir ki,  $K$ -nin qiyməti şüa dozasının artması ilə artır.  $K(E)$  asılılığından fərqli olaraq  $K(V_a)$  asılılığı  $V_a$  artdıqca azalır. CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristallarının rentgenamper xarakteristikasından müəyyən edilmişdir ki, stasionar rentgen şüasının dozəsindən asılılığı  $I_{E,0}\sim E^\alpha$  qanunauyğunluğa tabedir və aydın olmuşdur ki,  $V_a$  artdıqca rentgenamper xarakteristika xətti asılılığa ( $\alpha\rightarrow 1$ ) yaxınlaşır.

A<sup>II</sup>B<sub>2</sub><sup>III</sup>C<sub>4</sub><sup>VI</sup> tipli birləşmələrdən olan CdIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristallarının, müxtəlif fiziki xassələri tədqiq edilmiş və edilməkdədir [1-6]. Həmin kristallar infraqırmızı, görünən və ultrabənövşəyi şüalara müxtəlif dərəcədə həssas olub bu oblastlarda fotokeçiriciliyə malikdirlər.

A<sup>II</sup>B<sub>2</sub><sup>III</sup>C<sub>4</sub><sup>VI</sup> tipli kristalların daha qısa elektromaqnit dalğalarının təsiri ilə keçiriciliyinin öyrənilməsi həm nəzəri, həm də praktiki nöqtəyi-nəzərdən fikrimizcə məqsədə uyğundur. Qaz fazada kimyəvi nəql etmə üsulu ilə alınmış CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristallarının rentgenkeçiriciliyinin öyrənilməsinin nəticələri aşağıda verilmişdir.

Mürəkkəb yarımkəçirici birləşmələrin alınmasının müxtəlif üsulları məlumdur. CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> birləşməsi havası çıxarılmış kvarts ampulada elektrik sobasına daxil edilərək «iki temperaturlu» üsul ilə sintez edilmişdir. Birləşməyə daxil olan elementlərin təmizliyi Cd - 99,99%, Ga - 99,999%, S - 99,9999% olub. İki temperaturlu sintez üsulundan istifadə etdikdə yüksək temperaturlarda kükürd elementinin buxar təzyiqinin artmasının qarşısı alınır və ampulanın partlaması təhlükəsi aradan qaldırılır. Soba maddənin ərimə temperaturuna qədər qızdırıldıqdan sonra, kvarts ampulanın maddə olan hissəsi sobaya daxil edilir, maddə olmayan ucu isə sobadan xaricə çıxarılır. Reaksiya qısa müddətdə gedir. Kükürdün reaksiyaya girməyən azacıq hissəsi ampulanın sobadan xaricdəki hissəsinə kondensasiya edir. Bundan sonra ampula tədricən sobaya daxil edilir və müəyyən müddət ərimə temperaturunda saxlanılır. Monokristalların alınması zamanı nəql etdirici olaraq təmiz yod kristallarından istifadə edilmişdir.

Rentgenkeçiriciliyi öyrənmək üçün CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalı nümunələrində omik kontakt yaratmaq üçün indim metalından istifadə edilmişdir. Nümunələrdə omik kontaktlar arasındakı məsafə 1 mm tərtibində olmuşdur.

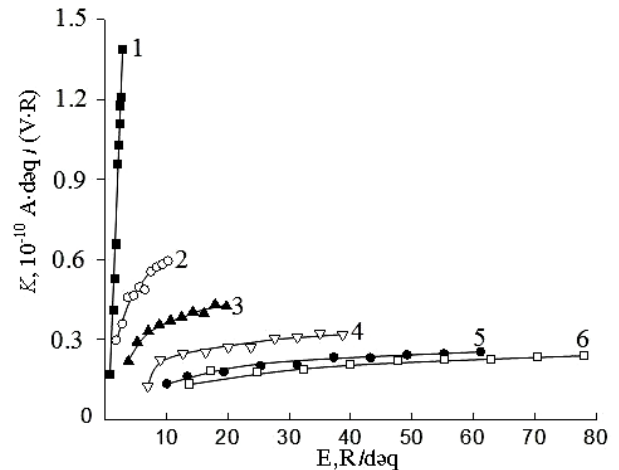
CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgenkeçiriciliyini ölçmək üçün BSV-2(Cu) borulu UPC qurğusundan istifadə edilmişdir. Rentgen şüalarının intensivliyi sürətləndirici gərginliyin hər bir qiymətində cərəyan şiddətini dəyişməklə tənzimlənmişdir. Rentgen şüasının dozasının mütləq qiyməti DRQZ-02 rentgendozometri ilə ölçülmüşdür. Nümunədə rentgen şüasının təsiri ilə cərəyan şiddətinin dəyişməsi yük müqavimətinin kristalın müqavimətindən kiçik rejimdə U5-9 elektrometrik gücləndiricisi ilə ölçülmüşdür. Bütün ölçmələr  $T=300$  K-də aparılmışdır.

Aşağıda CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristallarının rentgen keçiriciliyinin öyrənilməsinin nəticələri verilmişdir. Qeyd etmək lazımdır ki, CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalında rentgen şüalarına yüksək həssaslıq vardır. Rentgen həssaslıq əmsalı aşağıdakı düstür ilə təyin edilmişdir

$$K = I_{E,0} / UE. \quad (1)$$

Burada  $I_{E,0} = I_E - I_0$ ,  $I_0$  - qaranlıqda cərəyanın qiyməti,  $I_E$  - nümunədə rentgen şüaları təsisində cərəyan şiddəti,  $E$  - dozanın kücü,  $U$  - nümunəyə verilən xarici gərginlikdir.

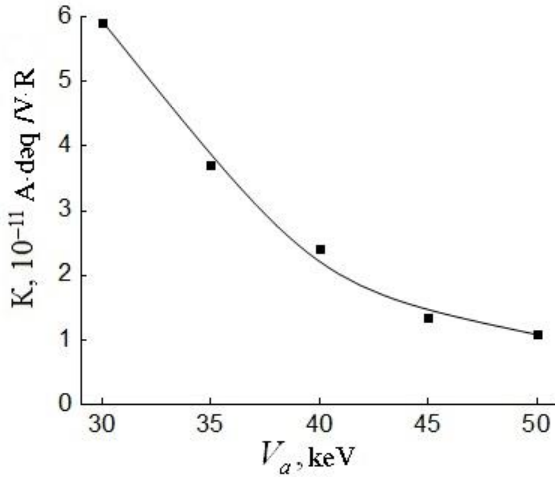
CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgenhəssaslıq əmsalının qiyməti sürətləndirici potensialın müxtəlif qiymətlərində və buna uyğun doza qiymətlərində təyin edilmişdir.



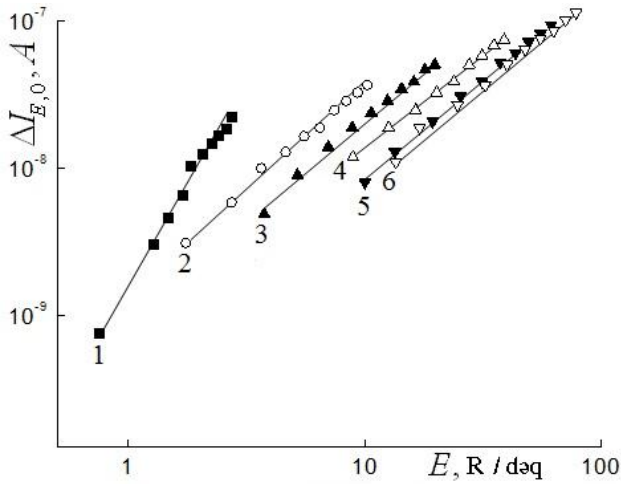
Şəkil 1. CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgenhəssaslıq əmsalının rentgen borusunda gərginliyin müxtəlif qiymətlərində şüanın dozəsindən asılılığı ( $V_a$ , keV: 1-25, 2-30, 3-35, 4-40, 5-45, 6-50).

Şək. 1-də  $T=300$  K temperaturda və  $U=60$  V gərginlikdə CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgenhəssaslıq əmsalının rentgen şüalarının dozəsindən asılılığı qrafiki təsvir edilmişdir. Şək. 1-dən görüldüyü kimi tədqiq edilən CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgenhəssaslığı  $1,26\times 10^{-11}\div 1,39\times 10^{-10}$  A·dəq/V·R aralığında dəyişir. Aparılan təcrübi ölçmələrin nəticəsinin araşdırılması göstərir ki, CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgenhəssaslıq əmsalı şüanın dozəsi artdıqca artır.  $V_a=25$  keV olduqda  $K$  çox kəskin artır, ancaq rentgen şüalarının effektiv sərtliyi artdıqca  $K(E)$  asılılığı azalır,  $V_a=50$  keV olduqda roentgenhəssaslıq  $E$ -dən çox zəif asılı olur.

$K(E)$  asılılığından fərqli olaraq  $K(V_a)$  asılılığında tədqiq edilən rentgen şüalarının bütün doza aralığında azalma müşahidə edilir. Şək. 2-də monokristalın doza gücünün  $E=10$  R/dəq qiymətində rentgenhəssaslığının düşən rentgen şüalarının effektiv sərtliyindən asılılığı təsvir edilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi  $V_a$ -nin 30 keV-dən 50 keV-ə qədər artması ilə nümunənin rentgenhəssaslığı təqribən 6 dəfə azalır.



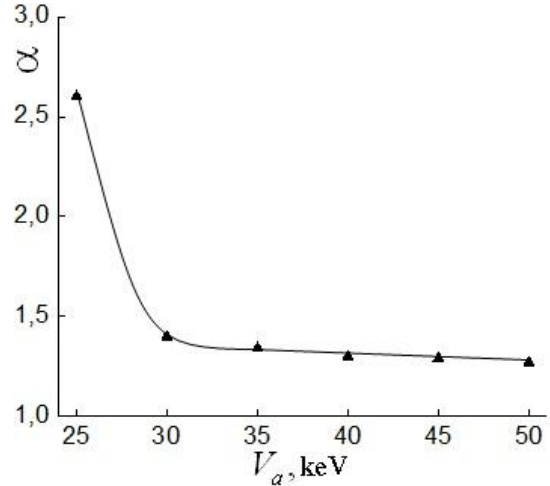
Şəkil 2. CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgenhəssaslıq əmsalının rentgen şüasının effektiv sərtliyindən asılılığı (doza  $E=10 \text{ R/dæg}$ ,  $U=60 \text{ V}$ ).



Şəkil 3. CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgen borusunda sürətləndirici gərginliyinin müxtəlif qiymətlərində rentgenamper xarakteristikaları ( $V_a, \text{keV}$ : 1-25, 2-30, 3-35, 4-40, 5-45, 6-50).

$K(E, V_a)$  asılılığında müşahidə edilən qanunauyğunluğun mümkün səbəblərindən biri belə ola bilər: sürətləndirici gərginliyin nisbətən kiçik qiymətlərində CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalında rentgenkeçiricilik əsasən rentgen şüalarının səthdə udulması ilə əlaqədardır. Bu halda şüanın intensivliyi artdıqca səthdə rekombinasiya üstünlük təşkil edir ki, bu da rentgen

cərəyanının müşahidə olunan azalmasına səbəb olur. Sürətləndirici gərginliyin artırılması ilə rentgen şüalarının effektiv sərtliyi artır ki, bununla əlaqədar olaraq rentgen şüalarının kristalın daxilinə nüfuz etmə dərinliyi artır. Bu da öz növbəsində rentgen şüalarının həcmdə udulmasına, rentgenyükdəyişicilərin yaranmasına və habelə kristaldan keçən şüaların artmasına gətirir. Bunların təsiri nəticəsində sürətləndirici gərginliyin artırılması ilə rentgenhəssaslıq əmsalı və onun dozadan asılılığı azalır.



Şəkil 4. CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalında  $\alpha(V_a)$  asılılığı.

CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalında rentgenamper xarakteristika da tədqiq edilmişdir. Şək. 3-dən görüldüyü kimi stasionar rentgen cərəyanının şüa dozəsindən asılılığı aşağıdakı qanunauyğunluq ilə olur

$$I_{E,0} = I_E - I_0 \sim E^\alpha \quad (2)$$

$\alpha$ -nın qiymətinin rentgen şüasının effektiv sərtliyindən asılılığı 4-cü şəkildə verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi  $V_a$ -nin artması ilə rentgenamper xarakteristika xətti asılılığa ( $\alpha \rightarrow 1$ ) yaxınlaşır ki, buda praktiki cəhətdən diqqəti cəlb edir.

Beləliklə ilk dəfə olaraq qaz nəql etmə üsulu ilə alınmış CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalının rentgenelektrik xassələri öyrənilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristalı otaq temperaturunda kifayət qədər yüksək rentgenhəssaslığa malikdir və bu səbəbdəndə bu monokristallar əsasında rentgen qeydətərici cihazlar düzəldilə bilər.

[1] D.T. Quseynov, S.Q. Asadov, Z.Q. Mamedov, N.G. Qasanov, Neorqan. Materialı, 1986, t. 22, № 10, s.1736. (Rusca)  
 [2] T.Q. Kərimova, Z.Q. Mamedov, A.Q. Sultanova, Fizika, 1999, c.V, № 4, s. 126.  
 [3] A.N. Qeorqobiani, S.I.Radauian, İ.M. Tiqinənu, FTP, 1985, t.19, vıp. 2, s.192. (Rusca)

[4] V.S. Rud, S.V. Rud, A.A.Vaypolin, İ.V. Bodnar, N.Fernelius, FTP, 2003, t. 37, vıp. 11, s.1321.(Rusca)  
 [5] İ.V.Bodnar, V.S.Rud, S.V. Rud, Neorqan. Materialı, 2004, t. 40, № 2, s.144. (Rusca)  
 [6] C.T. Hüseyinov. CdIn<sub>2</sub>S<sub>4</sub> və CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> monokristallarının alınması və bir sıra optik və fotoelektrik xassələrinin tədqiqi. Namizədlük dis. Bakı. MEA Fizika institutu. 1970.

S.N.Mustafaeva, D.T.Guseinov

**ROENTGEN CONDUCTIVITY OF CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> SINGLE CRYSTAL**

CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> single crystals were grown by chemical transport reactions. Roentgenodosimetric properties of CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> single crystals were studied. It was shown that roentgen sensitivity coefficient ( $K$ ) of studied single crystal varies in the range  $1.26 \times 10^{-11} - 1.39 \times 10^{-10} \text{ A} \cdot \text{min} / (\text{V} \cdot \text{R})$  at effective hardness of X-rays  $V_a = 25 - 50 \text{ keV}$  and dose rate  $E = 0.75 - 78.05 \text{ R/min}$ . It is established that  $K$  for CdGa<sub>2</sub>S<sub>4</sub> single crystals

increases with an increase in the dose rate  $E$ , but with an increase in the accelerating voltage ( $V_a$ ) coefficient  $K$  decreases. From roentgen-ampere characteristics of  $\text{CdGa}_2\text{S}_4$  it follows that the dependence of the stationary X-ray current on X-ray dose has a power character:  $\Delta I_{E,0} \sim E^\alpha$ . At high dose rate of hard X-rays,  $\alpha$  tends to 1.0 for  $\text{CdGa}_2\text{S}_4$  single crystal.

**С.Н.Мустафаева, Д.Т.Гусейнов**

### **РЕНТГЕНОПРОВОДИМОСТЬ МОНОКРИСТАЛЛА $\text{CdGa}_2\text{S}_4$**

Монокристаллы  $\text{CdGa}_2\text{S}_4$  были выращены из синтезированного соединения методом химических транспортных реакций в замкнутом объеме с использованием йода в качестве носителя. Изучены рентгенодозиметрические свойства монокристалла  $\text{CdGa}_2\text{S}_4$  и показано, что их коэффициент рентгеночувствительности ( $K$ ) варьируется в пределах  $1,26 \times 10^{-11} - 1,39 \times 10^{-10}$  А·мин/В·Р при эффективной жесткости излучения  $V_a = 25-50$  кэВ мощностью дозы  $E = 0,75-78,05$  Р/мин. Установлено, что значение  $K$  увеличивается по мере увеличения дозы излучения. В отличие от зависимости  $K(E)$ , зависимость  $K(V_a)$  носила спадающий характер. Из рентгенамперных характеристик монокристалла  $\text{CdGa}_2\text{S}_4$  установлено, что зависимость стационарного рентгенотока от дозы рентгеновского излучения носит степенной характер:  $\Delta I_{E,0} \sim E^\alpha$ . Обнаружено, что рентгенамперные характеристики  $\text{CdGa}_2\text{S}_4$  по мере увеличения  $V_a$  стремились к линейности ( $\alpha \rightarrow 1$ ).

*Received: 20.05.09*