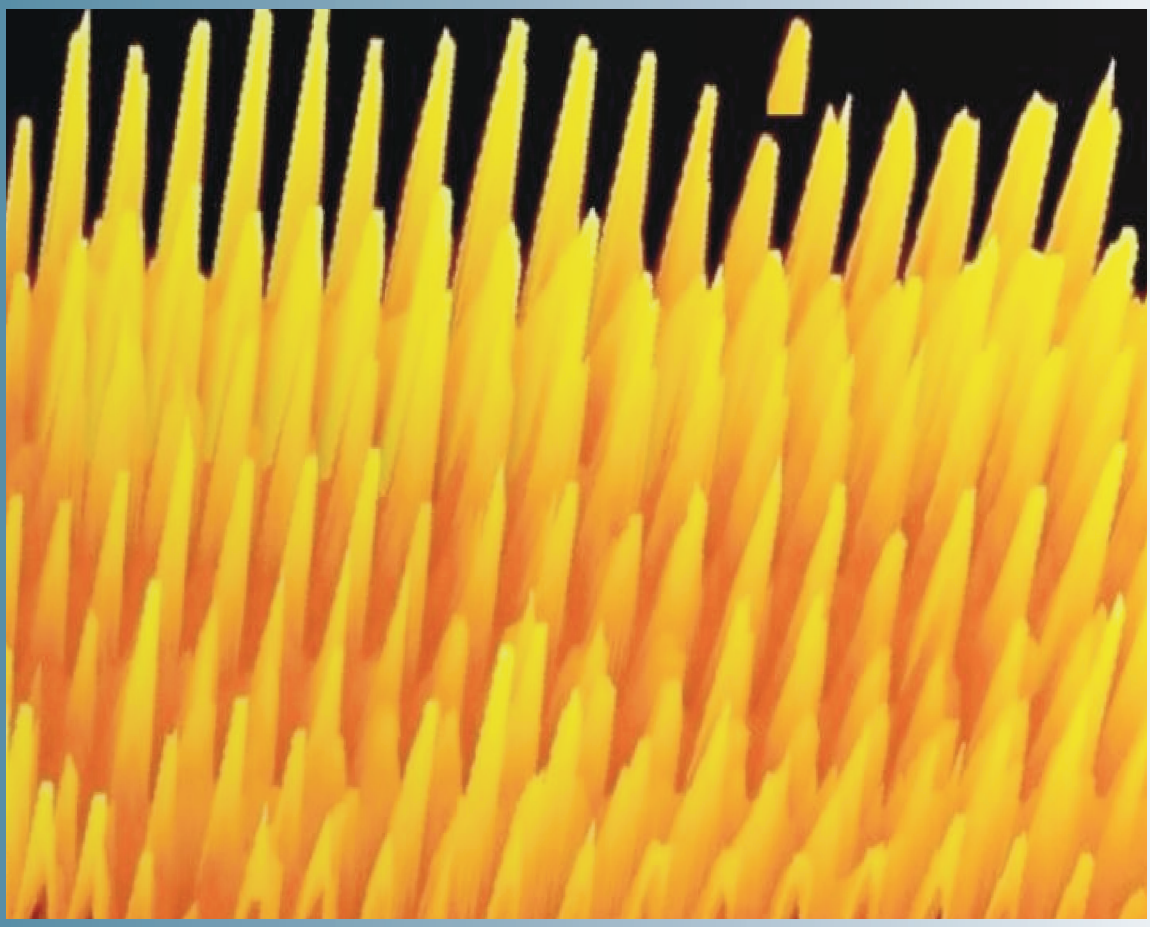
ISSN 1028-8546

Volume XVIII, Number 2
Section: Az
June, 2012

Azerbaijan Journal of Physics

Fizika



www.physics.gov.az

G.M. Abdullayev Institute of Physics
Azerbaijan National Academy of Sciences
Department of Physical, Mathematical and Technical Sciences

Published from 1995

ISSN 1028-8546
vol. XVIII, Number 2, 2012
Section: Az

Azerbaijan Journal of Physics

Fizika

G.M.Abdullayev Institute of Physics
Azerbaijan National Academy of Sciences
Department of Physical, Mathematical and Technical Sciences

HONORARY EDITORS

Arif PASHAYEV **Mahmud KERIMOV**

EDITORS-IN-CHIEF

Arif HASHIMOV
Chingiz QAJAR

SENIOR EDITOR

Talat MEHDIYEV

INTERNATIONAL REVIEW BOARD

Ivan Scherbakov, Russia
Kerim Allahverdiyev, Turkey
Mehmet Öndr Yetiş, Turkey
Gennadii Jablonskii, Buelorussia
Rafael Imamov, Russia
Vladimir Man'ko, Russia
Eldar Salayev, Azerbaijan
Dieter Hochheimer, USA
Victor L'vov, Israel
Vyacheslav Tuzlukov, South Korea
Majid Ebrahim-Zadeh, Spain
Firudin Hashimzadeh, Azerbaijan
Anatoly Boreysho, Russia
Mikhail Khalin, Russia
Hasan Bidadi, Tebriz, East Azerbaijan, Iran
Natiq Atakishiyev, Mexico
Maksud Aliyev, Azerbaijan
Bahram Askerov, Azerbaijan
Vali Huseynov, Azerbaijan
Javad Abdinov, Azerbaijan
Bagadur Tagiyev, Azerbaijan
Tayar Djafarov, Azerbaijan
Talat Mehdiyev, Azerbaijan
Nazim Mamedov, Azerbaijan
Emil Guseynov, Azerbaijan
Ayaz Bayramov, Azerbaijan
Tofiq Mammadov, Azerbaijan
Salima Mehdiyeva, Azerbaijan
Shakir Naqiyev, Azerbaijan
Rauf Guseynov, Azerbaijan
Almuk Abbasov, Azerbaijan
Yusif Asadov, Azerbaijan

TECHNICAL EDITORIAL BOARD

senior secretary Elmira Akhundova, Nazli Huseynova, Sakina Aliyeva,
Nigar Akhundova, Elshana Aleskerova

PUBLISHING OFFICE

33 H.Javid ave, AZ-1143, Baku
ANAS, G.M.Abdullayev Institute of Physics

Tel.: (99412) 439-51-63, 439-32-23
Fax: (99412) 447-04-56
E-mail: jophphysics@gmail.com
Internet: www.physics.gov.az/index1.html

It is authorized for printing: 30.06.2012

Published at: **"ŞƏRQ-QƏRB "**
17 Ashug Alesger str., Baku
Typographer :Aziz Gulaliyev

Sent for printing on: __ 04.2012
Printing approved on: __ 04.2012
Physical binding:_____
Number of copies:_____200
Order:_____

$Rb_{0,90}Cs_{0,10}NO_3$ MONOKRİSTALLARINDA POLİMORF ÇEVRİLMƏLƏRİN MORFOLOGİYASI

V.İ. NƏSİROV, A.F. HƏZİYEVA, Y.Q. ƏSƏDOV
AMEA akademik H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu, Az-1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 33

E.V. NƏSİROV
Azərbaycan Ali Hərbi Dənizçilik məktəbi
E-mail: yusifasadov@rambler.ru

Optik mikroskopiya metodu ilə $Rb_{0,90}Cs_{0,10}NO_3$ kristallarında IV↔III↔II↔I polimorf çevrilmələrin morfologiyası tədqiq olunmuş, IV və III modifikasiyalar arasında tarazlıq temperaturu üçün T_0=393±0.5K, III və II modifikasiyalar arasında tarazlıq temperaturu üçün T_0=421±0.5K, II və I modifikasiyalar arasında tarazlıq temperaturu üçün T_0=497±0.5K alınmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, tədqiq olunan kristallarda polimorf çevrilmələr enantiotrop olub, monokristal↔monokristal tiplidir.

Açar sözlər: polimorfizm, tetraqonal, enantiotrop, romboedrik, modifikasiya, polimorf çevrilmə.
PACS: 61.50.Ks

Qələvi metalların nitrat birləşmələrində polimorf çevrilmələrin qanunauygunluqlarının tədqiqi həm elmi, həm də böyük praktik əhəmiyyətə malikdir. Belə ki, bu problem polimorfizmə malik qarışıq tərkibli monokristalların alınma texnologiyası ilə sıx bağlıdır.

Məlumdur ki, $RbNO_3$ otaq temperaturundan ərimə temperaturuna kimi dörd, $CsNO_3$ isə iki polimorf modifikasiyaya malikdir. Hər iki birləşmənin kristalloqrafik məlumatları cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.

Maddə	Modifikasiya	Simmetriya	Qəfəs parametrləri			Fəza qrupu	Mövcudolma temperatur intervalı, K	Ədəb.
			a, Å	b, Å	c, Å			
$RbNO_3$	I	Kubik	7,32			Fm3m	564-587	[1]
	II	Romboedrik	5,48		10,71	R3m	492-564	[2]
	III	Kubik	4,35			Fm3m	437-492	[3]
	IV	Triqonal	10,48		7,45	P31	aşağı 437	[4]
$CsNO_3$	I	Triqonal	10,87		7,76	P3/m	434-687	[5]
	II	Kubik	8,98			Pa3	aşağı 434	[6]

Morfoloji tədqiqatlar nəticəsində $RbNO_3$-də IV və III, $CsNO_3$-də isə II və I modifikasiyalar arasında yeni *x*-modifikasiya müəyyən edilmişdir [7-8]. Molekulyar-dinamik modelləşmə ilə $RbNO_3$ və $CsNO_3$-də quruluş faza çevrilmələri tədqiq olunmuş və $RbNO_3$-$CsNO_3$ sisteminin hal diaqramı qurulmuşdur [9-10]. $CsNO_3$-ün $RbNO_3$-də bərk məhlulunun tədqiqi göstərmişdir ki, sezium duzlarının 25 mol% konsentrasiyasında bərk məhlulda I və II modifikasiyalar aradan çıxır [11].

$RbNO_3$-$CsNO_3$ sistem birləşmələrində polimorf çevrilmələrin mexanizmini araşdırmaq üçün tərəfimizdən tədqiqatlar seriyası nəzərdə tutulmuşdur. İşdə məqsəd $RbNO_3$-də Rb^{+1} ionlarının Cs^{+1} ionları ilə qismən əvəz olunması polimorf çevrilmələrin mexanizminə təsirini müəyyən etməkdir. Təqdim olunan bu iş həmin tədqiqatlar seriyasından olub $Rb_{0,90}Cs_{0,10}NO_3$ kristallarında polimorf çevrilmələrin mexanizminin tədqiqinə həsr olunmuşdur.

Tədqiq olunan kristallar "XЧ" markalı $RbNO_3$ və $CsNO_3$-ün suda məhlulundan izotermik kristallaşma, yəni həlledicinin sabit temperaturda buxarlandırılması yolu ilə alınmışdır. Həmin üsulu tətbiq etməklə müxtəlif ölçülü müstəvi lövhə şəkilli və boyu [001] kristalloqrafik istiqamətində yönəlmiş iynəvari kristallar alınmışdır. Tədqiqat aparmaq üçün 1×0,5×5mm ölçülü kristallardan istifadə olunmuşdur.

Hər şeydən əvvəl tədqiq olunan nümunələrdə qarşılıqlı çevrilən modifikasiya kristalları arasında tarazlıq temperaturu təyin edilmişdir. IV↔III çevrilmələri zamanı IV və III modifikasiyalar arasında tarazlıq temperaturu T_0=393±0.5K, III↔II çevrilmələri zamanı II və III modifikasiya kristalları arasında tarazlıq temperaturu T_0=421±0.5K, II↔I çevrilmələri zamanı I və II modifikasiya kristalları arasında tarazlıq temperaturu isə T_0=497±0.5K olmuşdur.

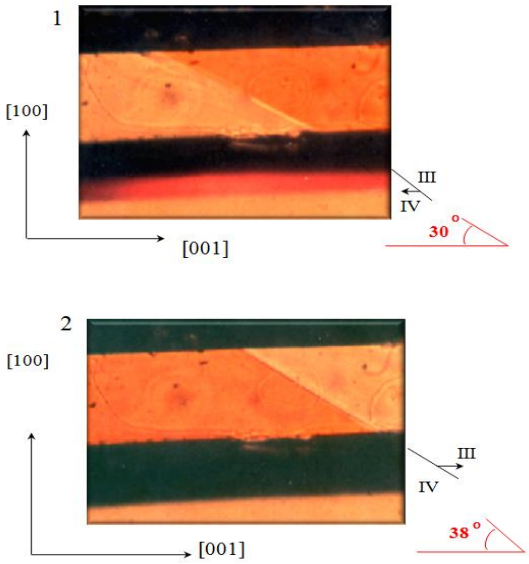
Təcrübələr göstərmişdir ki, $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında $T_{çev}>T_0$ temperaturunda IV→III polimorf çevrilməsi baş verir və çevrilmənin temperatur yubanması ΔT~+1K-dır. Xatırladaq ki, $RbNO_3$–də baş verən IV→III çevrilməsi üçün bu ΔT~+5K, $CsNO_3$-də baş verən II→I çevrilməsi üçün ΔT~+3K-dir [7,8].

Çoxsaylı təcrübələr göstərmişdir ki, $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında IV→III çevrilməsi ana kristal daxilində III-modifikasiya kristalının rüşeyminin yaranması və böyüməsilə baş verir. Yeni kristal rüşeymi ana kristalın defektli yerində yaranır və öz məxsusi üzləri ilə böyüyür. Bu özünü iki modifikasiyanı ayıran düzxətli sərhəddin forma və hərəkətində göstərir. Tədqiq olunan nümunə də iki fazanı ayıran sərhədd IV→III çevrilməsində [001] kristal-

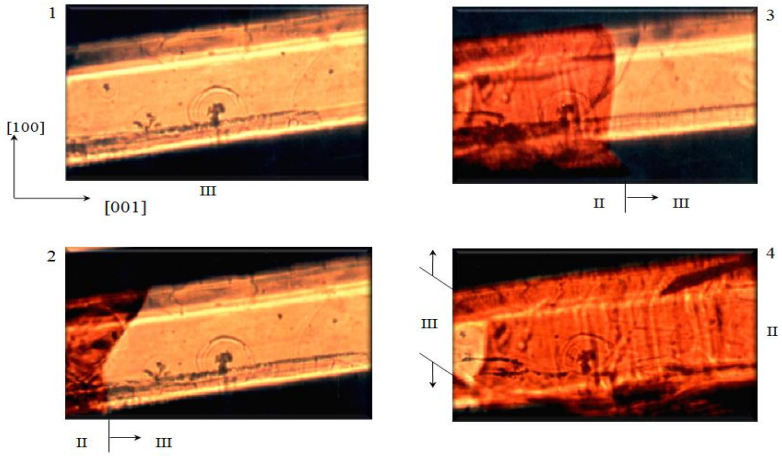
loqrafik istiqaməti ilə ~30^0-li bucaq əmələ gətirir (şəkil 1, foto 1). $T_{çev}<T_0$ temperaturunda III→IV çevrilməsi baş verir. Bu çevrilmə zamanı yeni kristal böyüməsi ana kristalın [001] kristalloqrafik istiqamətində baş verdiyi halda III→IV çevrilməsində iki modifikasiyasını ayıran sərhədd həmin [001] istiqamət ilə ~38º-li bucaq əmələ gətirir (şəkil 1, foto 2).

2. T>421K temperaturda bu nümunədə III→II çevrilməsi baş verir IV↔III çevrilmələrindən sonrakı bütün çevrilmələr $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında demək olar ki, qeyri-mütəşəkkil keçir, iki modifikasiyanı ayıran sərhəddin düzxətli formasını əldə etmək olmur. Şəkil 2, foto 2-dən göründüyü kimi III və II-modifikasiyaları ayıran sərhədd əyilmiş formada ana kristalın [001] kristalloqrafik istiqamətində müəyyən bucaq altında hərəkət edir. Proses davam etdikcə sərhəddin əyriliyi tam da olmasa düzəlməyə başlayır. Proses zamanı sərhəddin arxasında biri-birinə, demək olar ki, paralel, ana kristalın [001] istiqamətinə perpendikulyar, deformasiya xətləri yaranır. Həmin xətlər T<421K temperaturda baş verən əks proses, yəni II→III çevrilməsi zamanı aradan çıxır (şəkil 2, foto 4).

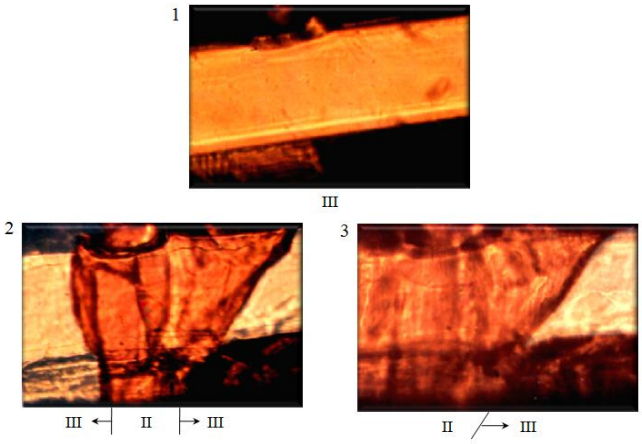
$Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında III→II çevrilmələri də ana kristal daxilində, defektli yerdə (həmin defekt oxla göstərilmişdir), yeni kristalın rüşeymin yaranması və böyüməsilə baş verir. Bu fakt şəkil 3-də daha aydın görünür. III-kristalın təxminən orta hissəsində yaranan II-kristalın rüşeymi əvvəlcə ana kristalın [100], sonra isə [001] kristalloqrafik istiqamətində böyüür.



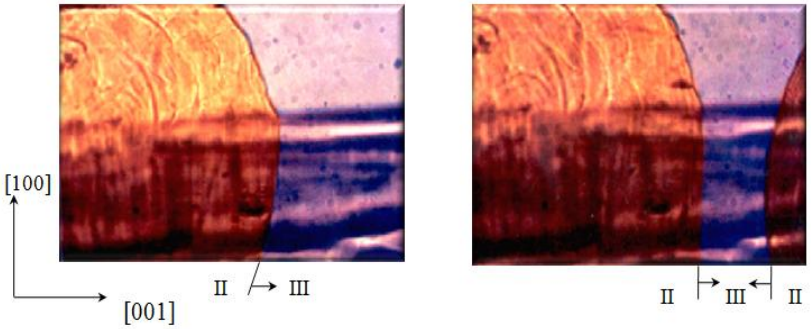
Şəkil 1. $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında IV→III və III→IV polimorf çevrilmələrini əks etdirən mikrofotoqrafiyalar. Foto 1-IV→III çevrilməsi, foto 2 - III→IV çevrilməsi. Böyütmə $90^{\times}$.



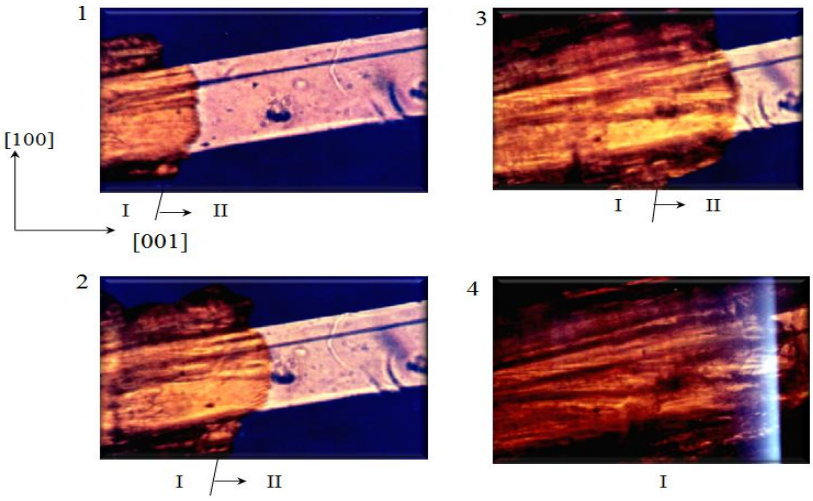
Şəkil 2. $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında III↔II çevrilmələrini əks etdirən mikrofotoqrafiyalar. Foto 1. Tam IV→III çevrilməsindən sonra III-kristal, foto 2,3. III→II çevrilməsini əks etdirən mikrofotoqrafiyalar, foto 4. II→III çevrilməsini əks etdi rən mikrofotoqrafiya. Böyütmə $90^{\times}$.



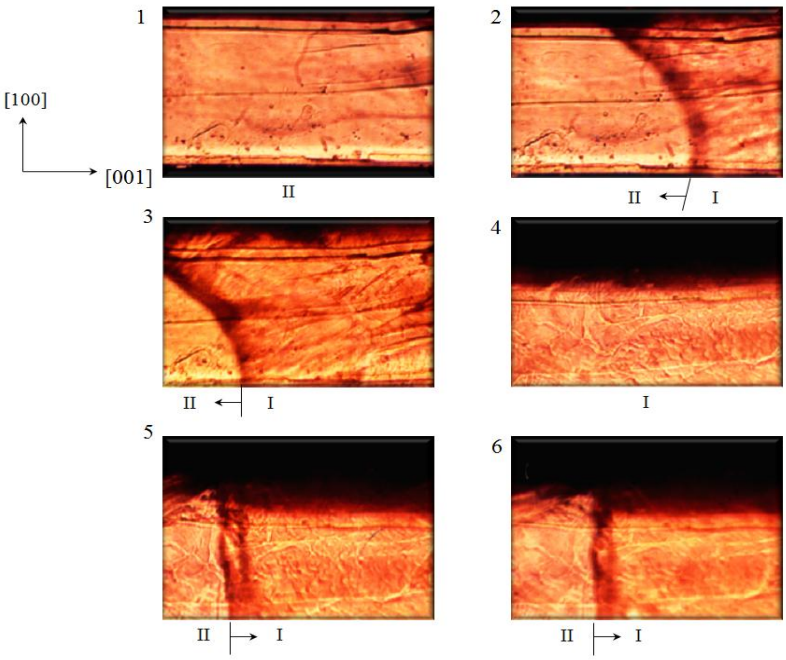
Şəkil 3. $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında III-modifikasiya kristalı daxilində II-modifikasiya kristalın rüşeyminin yaranması (foto 2) və böyüməsi (foto 3) prosesini əks etdirən mikrofotoqrafiyalar. Böyütmə $90^{\times}$.



Şəkil 4. $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında III→II çevrilməsi zamanı iki II-kristalın qarşı-qarşıya böyüməsini əks etdirən mikrofotoqrafiyalar. Böyütmə 90×.



Şəkil 5. $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında II→I çevrilməsini əks etdirən mikrofotoqrafiyalar. Foto 1,2,3 – tədqiq olunan nümunədə II→I çevrilmə. Foto 4– tam II→I çevrilməsindən sonra I-kristal. Böyütmə 90×.



Şəkil 6. $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında II↔I polimorf çevrilmələrini əks etdirən mikrofotoqrafiyalar. Foto 1. II–kristal, foto 2,3. II→I çevrilmə, foto 4. I-kristal tam II→I çevrilmədən sonra, foto 5,6. I→II çevrilmə. Böyütmə 90×.

3. T>497K temperaturda tədqiq olunan kristallarda II→I polimorf çevrilməsi baş verir. Bu halda da temperatur yubanması (histerezisi) ~1K-dir. II→I çevrilməyə kimi nümunə iki polimorf çevrilməyə məruz qaldığından,

həmin çevrilmələr nəticəsində onda toplanan daxili gərginlik II→I çevrilməsinə çiddi təsir göstərir. Şəkil 5–dən göründüyü kimi II və I modifikasiya kristallarını ayıran sərhəd ana kristalın [001] istiqamətində hərəkət etsə də, onun arxasından və [001] istiqamətinə paralel yönəlmiş deformasiya xətləri tərəfindən sanki dartılmış olur. II→I çevrilmənin sonunda tədqiq olunan nümunədə parçalanma baş verdiyindən əks keçidi müşahidə etmək mümkün olmamışdır.

İrəlidə qeyd etdiyimiz kimi eyni kristalda tam IV↔III↔II↔I polimorf çevrilmə tsiklini müşahidə etmək həmişə mümkün olmur. Kristalın defektlilik dərəcəsindən və daxili gərginliyindən asılı olraq bir kristalda müəyyən çevrilmə, digərində isə başqa çevrilmə mütəşəkkil keçə bilir. Ona görə də tədqiq olunan kristallarda polimorf çevrilmələrin xarakterini aydınlaşdırmaqdan ötrü müxtəlif kristallarda müxtəlif çevrilmələri araşdırmaq lazım gəlir. Bu baxımdan $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında polimorf çevrilmələrin xarakterini aydınlaşdırmaq məqsədilə daha bir kristalda II→I çevrilməsini nəzərdən keçirək.

Şəkil 6-dən göründüyü kimi tədqiq olunan kristalda II→I çevrilməsi II və I modifikasiyaları ayıran qövsvari sərhəddin [001] istiqamətində hərəkətilə baş verir. T<497K temperaturda əks çevrilmə, I→II polimorf çevrilməsi müşahidə olunur. Bu çevrilmənin yubanma temperaturu ~1K-dir. Şəkil 6, foto 5,6-dan göründüyü kimi proses II və I modifikasiyaları ayıran, demək olar ki, düzxətli sərhəddin hərəkətilə baş verir. Sərhədd ana kristalın [001] kristalloqrafik istiqamətində hərəkət edir və II→I çevrilməsi zamanı müşahidə olunan uyğun sərhəddə nəzərən enlidir. Şəkil 4 və 6-nın müqayisəsindən görünür ki, $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında III→II çevrilməsi zamanı II-modifikasiya kristalı böyüməsinin morfologiyası I→II çevrilməsi zamanı II-modifikasiya kristalının böyümə morfologiyasından fərqlidir. Birinci halda II-modifikasiya kristalları CsCl tipli kub III-kristaldan, ikinci halda isə NaCl tipli kub kristaldan böyüyür. Bundan başqa birinci halda ana kristalın sıxlığı böyüyən II-kristalın sıxlığından böyük, ikinci halda isə kiçik olduğundan bu da III→II və I→II çevrilmələrinin morfologiyasının müxtəlifliyinə səbəb ola bilər.

Beləliklə, $Rb_{1-x}Cs_xNO_3$ kristallarında aparılan morfoloji tədqiqatlar göstərdi ki,

1. $RbNO_3$–də Rb^+ ionlarının Cs^+ ionları ilə qismən əvəz olunması tədqiq olunan nümunələrdə polimorf çevrilmələrin sayına təsir göstərməsə də bu çevrilmələrin temperaturuna təsir göstərir. Belə ki, $RbNO_3$–də IV→III çevrilməsi T>427K, III→II çevrilməsi T>498K, II→I çevrilməsi T>564K temperaturlarda baş verdiyi halda, həmin çevrilmələr $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ kristallarında uyğun olaraq 393K, 421K və 497K-dən yuxarı temperaturlarda baş verir. Başqa sözlə desək, $RbNO_3$–də Rb^+ ionlarının Cs^+ ionları ilə qismən əvəz olunması çevrilmə temperaturunun kiçilməsinə səbəb olur.

2. $RbNO_3$–də Rb^+ ionlarının Cs^+ ionları ilə əvəz olunmasının miqdarının artması çevrilmə temperaturuna təsir göstərmir.

3. Bütün nümunələrdə polimorf çevrilmələr ana kristalın defektli yerində yeni modifikasiya kristalı rüşeyminin yaranması və böyüməsilə baş verir. Həmin defektlər bəzən yeni yaranan rüşeymin böyüməsinə istiqamətləndirici təsir göstərir.

4. $RbNO_3$–də Rb^+ ionlarının Cs^+ ionları ilə qismən əvəz olunması çevrilmənin temperatur yubanmasının kiçilməsinə səbəb olur. Əgər $RbNO_3$–də ΔT=±5K, $CsNO_3$ ΔT=±3K idisə, tədqiq olunan nümunələrdə bu ±1K olmuşdur.

5. Tədqiq olunan bütün nümunələrdə polimorf çevrilmələr enantiotrop olub, monokristal↔monokristal tiplidir.

6. $RbNO_3$-də IV və III-modifikasiya arasında müşahidə olunan x-modifikasiya tədqiq olunan nümunələrin heç birində müşahidə olunmamışdır.

7. Tədqiq olunan kristallarda Rb^+ inonlarının Cs^+ ionları ilə qismən əvəz olunması ana kristalın keyfiyyətini nisbətən aşağı salır və polimorf çevrilmələr zamanı yeni modifikasiya kristallarının üzlənmiş böyüməsini də çətinləşdirir. Bizcə ΔT-nin kiçik qiymətlər alması da bununla əlaqəlidir.

---

[1] *R.N. Brown, A.C. Mclaren.* Acta Cryst., 15, 977, 1962.

[2] *R.N. Brown, A.C. Mclaren.* Proc.Roy.Soc. A266, 239, 1962.

[3] *U. Korhonen.* Ann. Acad. Sci. Fennical, A1, 37, 1951.

[4] *L. Pauling, J. Sherman.* Z.Krist. Kristalgeom, 84, 213, 1933.

[5] *C. Finback, O. Hassel.* Z.Phyzik. 5, 460, 1937.

[6] *U. Korhonen.* Ann. Acad. Sci. Fennical., A1, 150, 1953.

[7] *V.İ. Nasirov,Ç.M. Alekperov, F.Q. Maqerramova.* İzv. Ped. Univ., T.1-2, s.70, 1995. (Rusca).

[8] *V.İ. Nasirov, Yu.Q. Asadov,E.V. Nasirov.* İzv., NAN Azerb.T.15, №5, s.150, 2006. (Rusca).

[9] *J. Lin, C. Duan, M. Ossowski, W. Mei, R.J. Smith.* J.Sol.State Chem.,V.60, №1,p.222,2001.

[10] *E.A. Secco, R.A. Secco.* J.Phys and Chem. of Solids. V.63, p.433, 2002.

[11] *E.S. Schlemper, W. C.Hamilton.* J. Phys.Chem. Sol., 408(B), p.4498, 1966.

V.I. Nasirov, A.F. Haziyeva, , Y.G. Asadov, E.V.Nasirov

THE MORPHOLOGY OF CRYSTAL GROWTH IN THE TRANSITIONS POLIMORPHIC IN $Rb_{0.90}Cs_{0.10}NO_3$ SINGLE CRYSTALS

Optical microscopy has been used to study morphology in the polymorphic IV↔III↔II↔I transitions. The equilibrium temperatures for the IV and III phases of the transitions IV↔III , III and II phases of the transitions III↔II, II and I phases of the transition II↔I has been determined.

В.И.Насиров, А.Ф.Хазиева, Ю.Г.Асадов, Э.В.Насиров

МОРФОЛОГИЯ РОСТА КРИСТАЛЛОВ ПРИ ПОЛИМОРФНЫХ ПРЕВРАЩЕНИЯХ В $Rb_{0,90}Cs_{0,10}NO_3$

Методом оптической микроскопии исследована морфология роста кристаллов при полиморфных IV↔III↔II↔I превращениях в $Rb_{0,90}Cs_{0,10}NO_3$. Определено температура равновесия между IV и III модификациями при превращениях IV↔III (T_0=393±0.5K), III и II модификациями при III↔II превращениях (T_0=421±0.5K), II и I модификациями при II↔I превращениях (T_0=497±0.5K). Установлено, что в исследуемых кристаллах полиморфные превращения энантиотропны и происходят по типу монокристалл↔ монокристалла.

Qəbul olunma tarixi: 17.04.2012

İRİDİUM SİLİSİD-SİLİSİUM STRUKTURUNUN ENERGETİK DİAQRAMI

E.Ə. KƏRİMOV
Milli Aerokosmik Agentliyi Təbii Ehtiyatların Kosmik Tədqiqi İnstitutu
AZ 1106, S.S. Axundov küç.1, korpus 2.

IrSi-Si strukturu əsasında Şottki çəpərinin elektrik xassələri öyrənilmiş, çəpərin əsas parametrləri təyin edilmiş və eksperimental nəticələr əsasında energetik diaqram qurulmuşdur. IrSi-Si strukturunun alınması qaz magistralı və reaksiya kamerasından ibarət xüsusi qurğuda aparılımışdır.

Açar sözlər: Şottki çəpəri, iridium silisidi, energetik diaqram, Fermi səviyyəsi, potensial çəpər.
PACS: 73.40.Ns, 73.40.Sx, 78.20.-e

Müasir zamanda uzunmüddətli uçuşlarda olan kosmik gəmilərin və peyklərin əsas enerji mənbəyi günəş batareyalarıdır. Bütün dünyada təbii enerji mənbələrinin təxminən 60-70 il ərzində tükənəcəyini nəzərə alsaq, alternativ enerji mənbələrinə, xüsusilə də günəş enerjisinə maraq günü-gündən artır. Bu məqsədlə ucuz günəş elementləri və onların əsasında günəş batareyalarının yaradılmasına aid tədqiqat işləri intensiv surətdə aparılır [1] . Nəzərə alsaq ki, Azərbaycanda ilin təxminən 300 günü günəşlidir, bu bizim üçün daha da böyük əhəmiyyət kəsb edir.

Daha yüksək f.i.ə.-na malik günəş elementləri almaq üçün hal-hazırda çoxlu sayda seçim– element bazası mövcuddur. Elə struktur quruluşu seçmək lazımdır ki, onların bazasında hazırlanan günəş elementləri uzunömürlü, radiasiyaya qarşı davamlı temperatur dəyişmələrinə qarşı dözümlü olsun.

Şottki çəpərləri əsasında işləyən günəş elementləri yuxarıda sadalanan şərtləri kifayət qədər ödəyir. Təqdim olunan məqalədə IrSi-Si kontaktı əsasında Şottki çəpərinin elektrofiziki xassələri öyrənilib və alınan eksperimental nəticələr əsasında bu strukturun energetik zona diaqramı tərtib edilmişdir.

IrSi-Si strukturu qaz magistralı və reaksiya kamerasından ibarət olan xüsusi qurğunun köməyi ilə alınmışdır. Reaksiya kamerası borulardan, qızdırıcıdan və Si lövhələri üçün kasetdən ibarətdir. Termiki emaldan əvvəl lövhələr kimyəvi təmizləməyə məruz qalır və 10^{-3} mm.c.st. təzyiqdə olan kamerada yerləşdirilir. Işçi kamerada temperatur ±2°C dəqiqliklə 200-700°C diapazonda saxlanılır [2].

IrSi-Si Şottki çəpərində yekun cərəyan *p-n* keçidində olduğu kimidir. Deşiklərin yaratdığı cərəyan

$$J_d = qT\ \lambda\ F\ \lambda\ \left[1-\exp\ -\alpha w\ \right] \qquad (1)$$

kimi təyin olunur. Burada $T(\lambda)$ buraxılma əmsalı, $F(x)$ – isə foton selinin sıxlığı, w-isə potensial çəpərin enidir. Elektronların yaratdığı cərəyan

$$J_n = qT\ \lambda\ F\ \lambda\ \left[\alpha L_n /\ \alpha L_n + 1\ \right]\exp\ -\alpha w \qquad (2)$$

olur. Tam cərəyan isə (1) və (2) münasibətlərinə əsasən

$$J = J_d + J_n = qT\ \lambda\ F\ \lambda\ \ 1-\exp\ -\alpha w\ + \left[\alpha L_n /\ \alpha L_n + 1\ \right]\exp\ -\alpha w$$

olur.

Şottki çəpəri əsasında günəş elementinin volt-amper xarakteristikası isə:

$$J = I_s\ \exp\ qV / nkT\ -1\ - I_L$$
$$I_s = AA^{**}T^2 \exp\ -qU_B / kT$$

olacaqdır. Fermi səviyyəsi

$$E_f = N_v\ \exp\ \xi \backslash kT$$

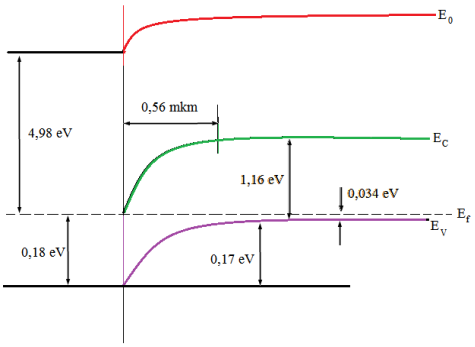
kimi təyin olunur.

Deşiklərin konsentrasiyası ρ=1,5·10^{-15}sm^{-3} və N_v=1,04·10^{19} sm^{-3} təşkil edir. Hesablamalar göstərir ki, ξ=0,04 eV, $\Delta\varphi_{Bi}$ = 0,012 eV, χ_m = 3·10^{-3}mkm və çəpərin həqiqi qiyməti φ_B=0,182eV. Potensial çəpərin (φ_B) hündürlüyünü bilməklə diffuziya potensialını (U_d) və fəza yükü oblastının enini (w) təyin etmək olar.

Tutumun gərginlikdən $C=f(U)$ asılılığından Irsi-Si sərhəddində səth halları sıxlığının (N_s) energetik paylanması tapılmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, IrSi-Si sərhəddində N_s 3,5·10^{12}sm^{-2}eV^{-1}-dən 1,4·10^{10}sm^{-2}eV^{-1}-ə qədər dəyişir. Məhz buna görə IrSi-Si strukturunun alınması üsulundan asılı olaraq başqa metal və yarımmetallarda olduğu kimi çıxış işi dəyişə bilər. Digər tərəfdən səth halları olmadıqda

$$\varphi_B=\varphi_m-\varphi_{n/n}.$$

Əgər nəzərə alsaq ki, silisium üçün φ_m = 4,8 eV, IrSi üçün $\varphi_{n/n}$=4,98eV onda, φ_B=0,18eV olar. Potensial çəpərin hündürlüyünü təyin edərkən təcrübənin xətası 0,01eV olduğu üçün həqiqi çəpərin hündürlüyü 0,17eV-a bərabərdir.



Şəkil 1. IrSi-Si strukturunun energetik zona diaqramı.

Şəkil 1-də IrSi-Si strukturunun təcrübi nəticələrə əsasən müəyyən edilmiş energetik zona diaqramı göstərilmişdir. Baxdığımız struktura daxil olan metalın (Ir) çıxış işi üçün ədəbiyyatda müxtəlif qiymətlər mövcuddur ki, bunlar da bir-birindən kəskin surətdə fərqlənirlər.

Təbii olaraq belə sual meydana çıxır ki, əgər çəpərin hündürlüyünə çıxış işinin funksiyası kimi baxsaq, metalın çıxış işinin hansı qiymətini götürmək lazımdır. Elə bu səbəbə görə də IrSi üçün əvvəl tapılmış çıxış işinin qiyməti təcrübi nəticələrlə üst-üstə düşmür. Qeyd edək ki, energetik zona diaqramının əsas parametrlərinə görə çıxış işinin qiyməti IrSi üçün 4,98 eV-a bərabərdir.

[1] *Ş.Myurarka*. Silisidı dlya SBİS. Moskva "Mir",1986, s.176. (Rusca).

[2] *E.A. Kərimov*. AMEA, Xəbərlər, cild XXXI, № 5, 2011, s. 39 - 42.

E.A.Kerimov

THE ENERGY DIAGRAM OF STRUCTURE IRIDIUM SILICIDE - SILICIDE

Electric properties of the Schottky barrier on the basis of structure IrSi - Si are studied, key parametres of the barrier are defined and on the basis of experimental results the energy diagram has been constructed. Structure IrSi - Si has been obtained on the special installation consisting of a gas highway and the reactionary chamber.

Э.А. Керимов

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ДИАГРАММА СТРУКТУРЫ СИЛИЦИД ИРИДИЯ - СИЛИЦИД

Изучены электрические свойства барьера Шоттки на основе структуры IrSi-Si. Определены основные параметры барьера и на основе экспериментальных результатов была построена энергетическая диаграмма. Структура IrSi-Si была получена на специальной установке, состоящей из газовой магистрали и реакционной камеры.

Qəbul olunma tarixi: 10.04.2012

SU-PEQ (4000)-KOH SİSTEMLƏRİNİN STRUKTUR XÜSUSİYYƏTLƏRİ

E.Ə. MƏSİMOV, H.Ş. HƏSƏNOV, B.G. PAŞAYEV, S.İ. MUSAYEVA
Bakı Dövlət Universitetinin Fizika Problemləri İnstitutu
AZ-1145, Bakı, Z.Xəlilov küç.23
p.g.bakhtiyar@gmail.com

İşdə su-PEQ (4000) və su-PEQ (4000)-KOH sistemlərinin 293,15-323,15 K temperatur və PEQ-in 0.0001-0.001 molyar hissə konsentrasiyası intervalında dinamik özlülüyü və sıxlığı ölçülmüşdür. Təcrübi nəticələrdən istifadə edərək tədqiq olunan sistemlərin baxılan temperatur və konsentrasiya intervalında özlü axınının aktivləşmə parametrləri ($\Delta G_\eta^{\neq}$, $\Delta H_\eta^{\neq}$ və $\Delta S_\eta^{\neq}$), struktur temperaturu (T_0), məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmi ($\tilde{V}$), istidən genişlənmə əmsalı (α_p), xarakteristik özlülüyü ([η]), Haqqins sabiti (K_H) hesablanmışdır. Müəyyən olunmuşdur ki, PEQ həm suya, həm də su-KOH sisteminə strukturlaşdırıcı təsir göstərir, lakin KOH-ın iştirakı PEQ-in strukturlaşdırıcı təsirini müəyyən qədər zəiflədir. Bu isə KOH-ın struktura göstərdiyi dağıdıcı təsirlə əlaqədardır.

Açar sözlər: polietilenqlikol, özlü axının aktivləşmə parametrləri, struktur temperaturu, xarakteristik özlülük.
PACS: 77.22.Ej, 64.75.Bc, 31.70.Dk, 61.20 Og.

Məlumdur ki, müxtəlif maddələri suda həll etdikdə suyun strukturu və termodinamik halı dəyişir. Bütün bioloji proseslər su mühitində baş verdiyindən xarici amillərin, o cümlədən, elektrik, maqnit və elektromaqnit sahələrinin, təzyiqin, temperaturun, həllolan maddələrin və s., bioloji sistemlərin termodinamik halına təsirinin öyrənilməsi fiziki kimyanın qarşısında duran ən aktual problemlərdəndir. Birqiymətli demək olar ki, xarici amillər ilk növbədə bioloji sistemin tərkibinə daxil olan suyun strukturunu dəyişdirir. Bu isə bütövlükdə sistemin termodinamik halının dəyişməsinə səbəb olur. Onu da qeyd edək ki, suda həllolan maddələr kimyəvi tərkibindən və quruluşundan asılı olaraq suyun halına müxtəlif cür təsir edirlər: bir çox maddələr suda su molekulları arasında mövcud olan hidrogen rabitələrini zəiflətdikləri halda, digərləri bu rabitələri daha da gücləndirirlər. Bioloji sistemlərdə suyun halındakı dəyişikliklər bu mühitdə fəaliyyət göstərən canlı orqanizmlərin funksional fəaliyyətinə ciddi təsir göstərir. Çoxsaylı tədqiqatlar göstərir ki, hüceyrələr "canlı suda" daha yaxşı fəaliyyət göstərirlər. "Canlı su" o suya deyilir ki, bu suyun tərkibində bioloji əhəmiyyətə malik olan maddələr mövcuddur.

Beləliklə, canlı orqanizmə daxil olan və su molekulları ilə bilavasitə qarşılıqlı təsirdə olan maddələrin suyun termodinamik halına təsirinin öyrənilməsi olduqca vacibdir. Belə maddələrdən biri də polietilenqlikoldur (PEQ). PEQ toksik xüsusiyyətlərə malik olmadığından təbabətdə, farmakologiya və yeyinti sənayesində geniş istifadə olunur. PEQ-in molekulunda həm hidrofob (CH_2), həm də hidrofil (OH) qrupları var. Bundan başqa PEQ molekulunda C_2H_4 qrupları oksigen atomu ilə birləşirlər. Beləliklə, PEQ molekulunu aşağıdakı kimi təsvir etmək olar:

$$H-O\cdots-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-O-CH_2-CH_2-O-\cdots-H$$

PEQ-in H-O-qrupu, -O- və -H atomları su molekulu ilə hidrogen rabitəsi yarada bilirlər, CH_2 qrupları isə hidrofob effekti yaradırlar. Gözləmək olar ki, PEQ-də hidrofob effektinin varlığı PEQ-in hidrofil qrupları ilə su molekulları arasında hidrogen rabitəsinin yaranmasını gücləndirəcək. Beləliklə, PEQ-su sistemində PEQ-in kiçik konsentrasiyalarında PEQ və su molekullarının qarşılıqlı təsiri nəticəsində suyun strukturu dəyişməlidir.

İşdə su-PEQ(4000) və su-PEQ(4000)-KOH sistemlərinin 293.15-323.15 K temperatur və PEQ-in 0.0001-0.001 molyar hissə konsentrasiyası intervalında struktur xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Bu məqsədlə özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin ($\Delta G_\eta^{\neq}$), özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının ($\Delta H_\eta^{\neq}$), özlü axınının aktivləşmə entropiyasının ($\Delta S_\eta^{\neq}$), məhlulun struktur temperaturunun (T_o), məhlulda həllolan maddənin parsial molyar həcminin ($\tilde{V}$), həcmin istidən genişlənmə əmsalının (α_p) konsentrasiyadan, xarakteristik özlülüyün ([η]) və Haqqins sabitinin (K_H) isə temperaturdan asılılıqları təhlil olunmuşdur.

Özlü axının aktivləşmə Gibbs enerjisi ($\Delta G_\eta^{\neq}$)

$$\Delta G_\eta^{\neq} = RT \ln \frac{\eta}{\eta_0} \tag{1}$$

ifadəsi ilə, özlü axının aktivləşmə entalpiyası ($\Delta H_\eta^{\neq}$)

$$\Delta H_\eta^{\neq} = R \frac{d \ln \frac{\eta}{\eta_0}}{d\left(\frac{1}{T}\right)} \tag{2}$$

ifadəsi ilə, özlü axının aktivləşmə entropiyası ($\Delta S_\eta^{\neq}$) isə

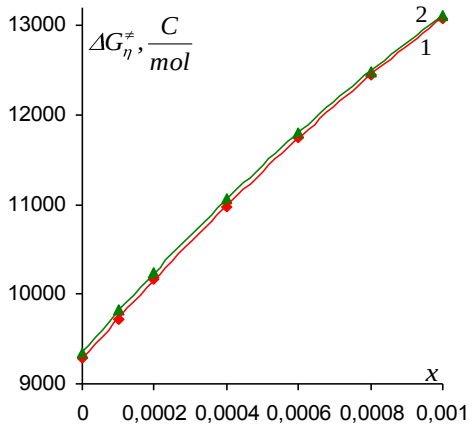
$$\Delta G_\eta^{\neq} = \Delta H_\eta^{\neq} - T\Delta S_\eta^{\neq} \tag{3}$$

ifadəsinə əsasən hesablanmışdır [1]. η_0 parametri Eyrinq nəzəriyyəsinə [2] görə

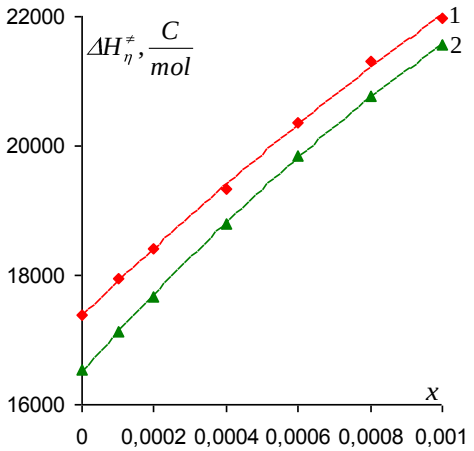
$$\eta_0 = \frac{N_A h \rho}{M} \qquad (4)$$

düsturu ilə təyin edilmişdir. Burada η və ρ kəmiyyətləri uyğun olaraq T mütləq temperaturunda məhlulun dinamik özlülüyü və sıxlığı, R-universal qaz sabiti, N_A - Avoqadro ədədi, h-Plank sabiti, M - məhlulun orta molyar kütləsidir.

Su-PEQ(4000) və su-PEQ(4000)-KOH sistemlərinin özlü axınının aktivləşmə parametrlərinin ($\Delta G_\eta^{\neq}$, $\Delta H_\eta^{\neq}$ və $\Delta S_\eta^{\neq}$) 293.15 K temperaturda PEQ-in konsentrasiyasından (x) asılılığı 1-3 saylı şəkillərdə göstərilmişdir. Qeyd edək ki, hər üç parametr baxılan konsentrasiyalarda temperaturdan asılı olaraq azalırlar və verilmiş temperaturda konsentrasiyadan asılılıqları eyni qanunauyğunluqla (293.15 K temperatura analoji) dəyişir.

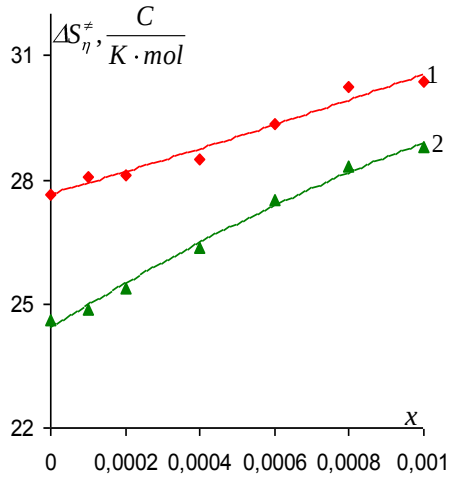


Şəkil 1. Su-KOH-PEQ (4000) sisteminin özlü axınının aktivləşmə Gibbs enerjisinin PEQ-in konsentrasiyasından asılılığı (T=293.15 K).
1-Su-PEQ (4000), 2- Su-KOH-PEQ (4000)

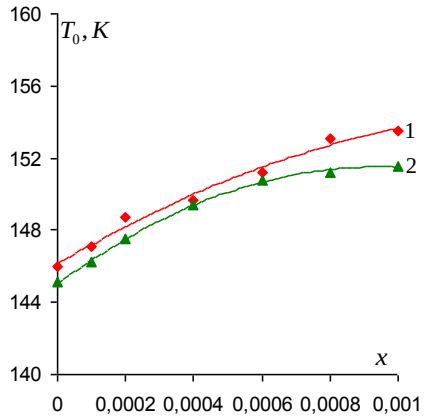


Şəkil 2. Su-KOH-PEQ (4000) sisteminin özlü axınının aktivləşmə entalpiyasının PEQ-in konsentrasiyasından asılılığı (T=293.15 K).
1-Su-PEQ (4000), 2- Su-KOH-PEQ (4000).

Şəkil 1-3-dən göründüyü kimi, $\Delta G_\eta^{\neq}$, $\Delta H_\eta^{\neq}$ və $\Delta S_\eta^{\neq}$ parametrləri baxılan temperaturda, məhlulda PEQ-in konsentrasiyasının artmasi ilə artırlar. Qeyd edək ki, $\Delta G_\eta^{\neq}$ molekulun axın zamanı bir vəziyyətdən digər vəziyyətə (və ya potensial çəpəri) keçməsinə sərf olunan enerjidir, $\Delta H_\eta^{\neq}$ məhlulda yaranan dəyişmələri enerji baxımından, $\Delta S_\eta^{\neq}$ isə struktur baxımından xarakterizə edir. Belə ki, konsentrasiyanın artması ilə $\Delta G_\eta^{\neq}$-nin artması molekulun potensial çəpəri keçməsinə daha çox enerji sərf olunmasını, $\Delta H_\eta^{\neq}$-ın artması sistemin daha möhkəm struktura malik olmasını, $\Delta S_\eta^{\neq}$-in artması isə sistemin daha strukturlaşmış hala keçməsini göstərir. Məlumdur ki, temperaturun artması məhlulda mövcud olan bütün qarşılıqlı təsirləri zəiflədir, bu da məhlulun ümumi enerjisinin azalmasına və strukturun dağılmasına səbəb olur. Buna görə də $\Delta G_\eta^{\neq}$, $\Delta H_\eta^{\neq}$ və $\Delta S_\eta^{\neq}$ parametrləri temperaturun artması ilə azalırlar. Alınan nəticələrə əsasən deyə bilərik ki, konsentrasiyanın artması ilə su-PEQ sistemində mövcud olan komplekslərin potensial çəpəri keçməsinə sərf olunan enerjisi artır, sistem enerjisi daha böyük olan hala keçir və beləliklə PEQ suya strukturlaşdırıcı təsir göstərir.



Şəkil 3. Su-KOH-PEQ (4000) sisteminin özlü axınının aktivləşmə entropiyasının PEQ-in konsentrasiyasından asılılığı (T=293.15 K).
1-Su-PEQ (4000), 2- Su-KOH-PEQ (4000)



Şəkil 4. Su-KOH-PEQ (4000) sisteminin struktur temperaturunun PEQ-in konsentrasiyasından asılılığı.
1-Su-PEQ (4000), 2- Su-KOH-PEQ (4000).

Struktur temperaturu (T_0) özlülüyün temperaturdan asılılığını xarakterizə edən

$$\eta = A\exp\frac{B}{(T-T)} \qquad (5)$$

empirik düsturundan tapılır. (5) ifadəsinə daxil olan A və B temperaturdan asılı olmayan sabit kəmiyyətlər, T_0 isə temperaturdan asılı olmayıb, yalnız həllolan maddənin növündən və konsentrasiyasından asılı olan kəmiyyət olub, struktur temperaturu adlanır. Struktur temperaturu anlayışı, onun qiymətinin tapılması işində üsulu [3, 4] geniş şərh olunmuşdur. Qeyd edək ki, sulu məhlullarda məhlulun struktur temperaturu ($T_0(m)$) suyun struktur temperaturundan ($T_0(su)$) böyükdürsə, yəni $T_0(m)>$ ($T_0(su)$) olarsa, həllolan maddə suyu strukturlaşdırır, əksinə $T_0(m)>$ ($T_0(su)$) olarsa, həllolan maddə suyun strukturunu dağıdır.

Su-PEQ(4000) və su-PEQ(4000)-KOH sistemlərinin struktur temperaturunun (T_0) konsentrasiyadan (x) asılılığı şəkil 4-də göstərilmişdir. Göründüyü kimi, konsentrasiyanın artması ilə struktur temperaturunun qiyməti artır. Bu isə PEQ-in təsiri ilə suyun strukturlaşmasını göstərir.

Su-PEQ sistemi molekullararası qarşılıqlı təsiri öyrənmək üçün ən sadə modellərdən hesab edilir. Ümumiyyətlə, binar məhlulların yaranması bir sıra proseslərlə müşayiət olunur. Bu proseslər su molekullarının öz aralarında, PEQ molekullarının öz aralarında və PEQ-in və suyun molekulları arasında baş verən qarşılıqlı təsirlərlə əlaqədardır. Belə molekulyar qarşılıqlı təsirlər hidrogen və digər növ rabitələrin yaranması hesabına ilk növbədə məhlulun həcmi xassəsinə təsir edir. Məhlulun həcmi xassəsi komponentlərin parsial molyar həcmləri və istidən həcmin genişlənmə əmsalı ilə xarakterizə olunur. Məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmi ($\tilde{V}$) [5]

$$\tilde{V} = V_m + (1-x)\left(\frac{\partial V_m}{\partial x}\right)_{p,T} \qquad (6)$$

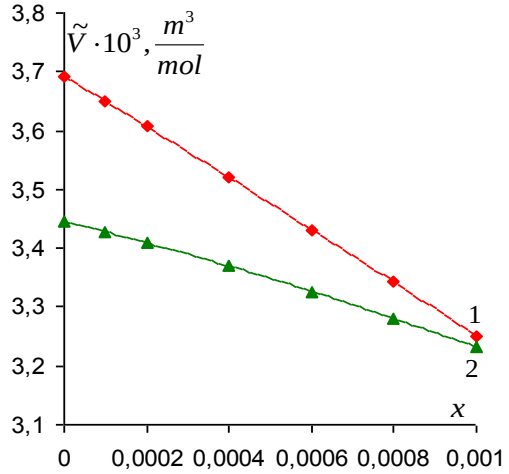
düsturu ilə, istidən həcmin genişlənmə əmsalı (α_p) isə [6]

$$\alpha_p = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = -\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial \rho}{\partial T}\right)_P \qquad (7)$$

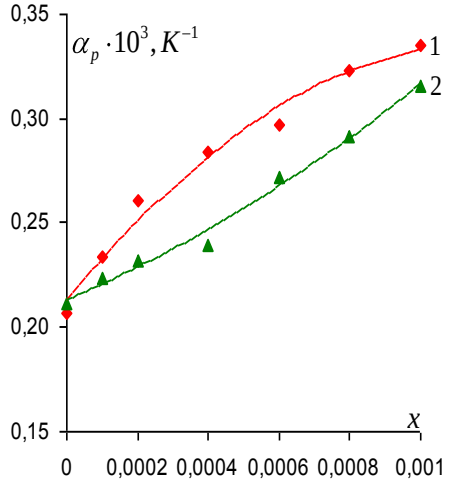
düsturu ilə təyin olunur. Burada V_m -məhlulun molyar həcmi olub,

$$V_m = \frac{M}{\rho} = \frac{\sum x_i M_i}{\rho}$$

düsturu ilə hesablanır. (7) düsturunda V məhlulun həcmidir. Su-PEQ(4000) və su-PEQ(4000)-KOH sistemlərində 293.15 K temperaturda PEQ-in parsial molyar həcminin və məhlulun istidən həcmin genişlənmə əmsalının konsentrasiyadan asılılığı şəkil 5 və 6-da göstərilmişdir. Qeyd edək ki, temperaturun artması ilə baxılan konsentrasiyalarda məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmi və məhlulun istidən genişlənmə əmsalı artır, verilmiş temperaturda konsentrasiyanın artması ilə isə məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmi azalır, məhlulun istidən genişlənmə əmsalı artır (293.15 K temperatura analoji).



Şəkil 5. Su-KOH-PEQ (4000) sistemində PEQ-in parsial molyar həcminin PEQ-in konsentrasiyasından asılılığı (T=293.15 K).
1-Su-PEQ (4000), 2- Su-KOH-PEQ (4000)



Şəkil 6. Su-KOH-PEQ (4000) sisteminin istidən genişlənmə əmsalının PEQ-in konsentrasiyasından asılılığı (T=293.15 K).
1-Su-PEQ (4000), 2- Su-KOH-PEQ (4000)

Şəkil 5-dən və 6-dan göründüyü kimi, hər iki halda məhlulda PEQ-in parsial molyar həcmi konsentrasiyanın artması ilə azalır , həcmin məhlulun istidən genişlənmə əmsalı isə artır.

Şəkil 3 və 6-dan göründüyü kimi, həm su-PEQ (4000), həm də su-KOH-PEQ (4000) sistemlərində PEQ-in konsentrasiyasının artması ilə $\Delta S_\eta^{\neq}$, $T_0(m)$ və α parametrləri artır, $\tilde{V}$ parametri isə azalır. Bu nəticələr göstərir ki , baxılan sistemlərdə PEQ-in konsentrasiyasının artması ilə məhlul daha strukturlaşmış hala keçir. Həlledici kimi su-KOH məhlulu götürdükdə PEQ-in konsentrasiyasının artması ilə $\Delta S_\eta^{\neq}$, $T_0(m)$ və $\tilde{V}$ parametrlərinin qiymətləri nisbətən azalır (şəkil 3-6-da 2 xəttləri). Bu isə *KOH*-ın təsirilə baxılan sistemin strukturunun nisbətən dağılmış hala keçməsi ilə əlaqədardır.

Suyun strukturu haqqında Nemeti və Şeraqinin klasterlər və klasterlər arası sərbəst su modelinə istinad edə-

rək, ehtimal etmək olar ki, tədqiq olunan sistemdə PEQ molekullarının ətrafında hidrogen rabitəsi vasitəsilə su molekullarının (ilk növbədə sərbəst su molekulları) toplanması nəticəsində müəyyən ölçülü aqreqatlar əmələ gəlir. PEQ-in konsentrasiyasının artması ilə məhlulda belə aqreqatların sayı artır və ölçüləri böyüyür, nəticədə məhlul daha da strukturlaşmış hala keçir.

Məhlulda polimer molekulunun konformasiyasını xarakterizə etmək üçün xarakteristik özlülükdən ($[\eta]$) və Haggins (K_H) sabitindən istifadə olunur. Xarakteristik özlülük gətirilmiş özlülüyün sıfırıncı konsentrasiyaya ekstrapolyasiyası ilə təyin olunur [6].

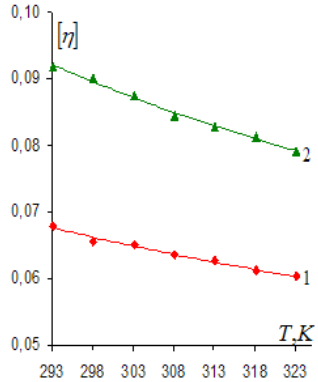
$$[\eta] = \lim_{c \to 0} \frac{\eta_m - \eta_h}{c\eta_h} \qquad (8)$$

Haggins sabiti isə

$$\frac{\eta_{xus}}{c} = [\eta] + K_H [\eta] c \qquad (9)$$

düsturuna əsasən təyin olunur [6].

Su-PEQ və su-KOH-PEQ sistemləri üçün xarakteristik özlülüyün və Haggins sabitinin temperaturdan asılılığı uyğun olaraq şəkil 7-də və şəkil 8-də göstərilmişdir.



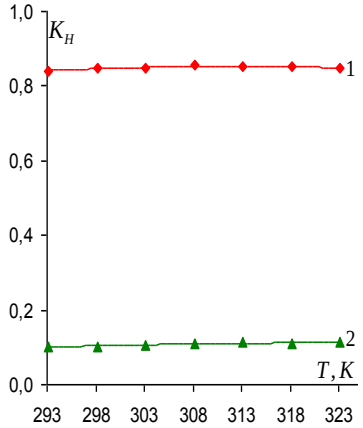
Şəkil 7. Su-KOH-PEQ (4000) sisteminin xarakteristik özlülüyünün temperaturdan asılılığı.
1-Su-PEQ (4000), 2- Su-KOH-PEQ (4000)

Şəkil 7-dən göründüyü kimi, baxılan bütün temperaturlarda xarakteristik özlülüyün qiyməti su-PEQ sistemi üçün su-KOH-PEQ sisteminə nisbətən kiçikdir. Xarakteristik özlülüyün axın zamanı polimer molekulunun fırlanma tezliyi və xüsusi həcmi ilə əlaqəsi [6]

$$[\eta] = 2{,}5\frac{N_A \nu}{M} = \frac{\alpha^2 W N_A}{M \eta_0} \qquad (10)$$

kimidir. Burada $\frac{N_A \nu}{M}$ -polimer molekulunun xüsusi həcmi, α -mütənasiblik əmsalı, W -fırlanma hərəkətinin əsas xarakteristikasıdır.

Məhlulun xarakteristik özlülüyü həlledici mühitində polimer molekullarının fırlanması nəticəsində baş verən enerji itkisini xarakterizə edir. (10) düsturuna görə, polimer molekulunun xüsusi həcminin artması ilə xarakteristik özlülüyün qiyməti də artır. Su-KOH-PEQ sistemində xarakteristik özlülüyün qiymətinin su-PEQ sisteminin xarakteristik özlülüyünə nəzərən böyük olması yəqin ki, həlledici olaraq su-KOH sistemi götürüldükdə bu sistemdə PEQ molekullarının xüsusi həcminin artması ilə əlaqədardır. Bu halda ən azı 2 proses ola bilər: 1) su-KOH sistemində PEQ molekulu elə forma alır ki, yekunda onun xüsusi həcmi böyümüş olur; 2) PEQ molekulu ilə daha çox su molekulları rabitədə olur ki, bunun nətcəsində molekulun həcmi artır.



Şəkil 8. Su-KOH-PEQ (4000) sisteminin Xaqqins sabitinin temperaturdan asılılığı.
1-Su-PEQ (4000), 2- Su-KOH-PEQ (4000)

Şəkil 8-dən göründüyü kimi, baxılan bütün temperaturlarda Haggins sabitinin qiyməti su-PEQ sistemi üçün su-KOH-PEQ sisteminə nisbətən böyükdür. Məlumdur ki, K_H Haggins sabiti sistemdəki zərrəciklərin qarşılıqlı təsirinin intensivliyini xarakterizə edir [6]. Yəni verilmiş polimer üçün həlledici nə qədər pis olarsa Haggins sabitinin qiyməti də bir o qədər böyük olur. Deməli PEQ polimeri su-KOH sistemində təmiz suya nisbətən daha yaxşı həll olur. Yəni suya kiçik konsentrasiyalı KOH əlavə etdikdə suyun həlledicilik keyfiyyəti yaxşılaşır. Bunu KOH-ın suyun strukturunu dağıtması ilə izah etmək olar. Belə ki, suyun strukturunun dağılması nəticəsində sərbəst su molekullarının sayı çoxalır və bu da su molekullarının PEQ makromolekulları ilə daha asan qarşılıqlı təsirdə olmasına imkan yaradır.

[1] *E.Ə. Məsimov, H.Ş. Həsənov, B.G. Paşayev, N.H. Həsənov*. Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2005, № 2, s.138-150.
[2] *S. Qlesston, K. Leydler, Q. Eyrinq*. Teoriya absolyutnix skorostey. M.: İzd-vo inostr. lit., 1948. 600 s.(Rusca).
[3] *K. Ueberreiter*. Colloid & Polymer Science. 1982. 260. №1. P.37.
[4] *E.Ə. Məsimov, B.G. Paşayev, H.Ş. Həsənov*. Bakı Universitetinin Xəbərləri, fizika-riyaziyyat elmləri seriyası, 2001, №1, s.64-69.
[5] *V.P. Belousov, M.Yu. Panov*. Termodinamika vodnix rastvorov ne elektrolitov. L.: Ximiya. 1983, 265s. (Rusca).
[6] *V.N. Tsvetkov, V.Ye. Eskin, S.Ya. Frenkel*. Struktura makromolekul v rastvorax. M.: Nauka, 1964, 720s. (Rusca).

Э.А. Масимов, Г. Ш. Гасанов, Б.Г. Пашаев, С.И. Мусаева

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ВОДА-ПЭГ (4000)-КОН

В работе измерены динамическая вязкость и плотность системы вода – ПЭГ - КОН в интервале температур 293,15-323,15 K и концентраций 0.0001-0.001 по мольной доли. Вычислены активационные параметры вязкого течения ($\Delta G_{\eta}^{\neq}$, $\Delta H_{\eta}^{\neq}$ и $\Delta S_{\eta}^{\neq}$), структурная температура (T_0), парциальный молярный объем ПЭГ ($\tilde{V}$) и коэффициент теплового расширения раствора (α_p), характеристическая вязкость ([η]) и постоянная Хаггинса (K_H). Установлено, что ПЭГ оказывает структурирующее действие и в системе вода - ПЭГ, и в системе вода – ПЭГ - КОН. В системе вода – ПЭГ - КОН структурирующее действие ПЭГ оказалось в некоторой степени ослабленным, которую можно связать деструктурирующим действием КОН.

E.A. Masimov, H.Sh. Hasanov, B.G. Pashayev, S.I. Musayeva

THE STRUCTURE FEATURES OF THE SYSTEM WATER-PEG (4000)-KOH

The dynamic viscosity and density of water-PEG-KOH system were measured in the ranges of temperature 293,15-323,15 K and concentrations 0.0001-0.001 mol.part. The activation parameters of viscous flow ($\Delta G_{\eta}^{\neq}$, $\Delta H_{\eta}^{\neq}$ and $\Delta S_{\eta}^{\neq}$), the structural temperature (T_0), partial molar volumes of PEG ($\tilde{V}$), coefficient of thermal expansion (α_p) and characteristic viscosity ([η]) and Haggins constant (K_H) of the solution were calculated using the experimental data. It was established that PEG shows the structuring effect both on water-PEG and water-PEG-KOH systems. The structuring effect of PEG on water-PEG-KOH system is relatively weak in comparison with water-PEG system due to destructuring effect of KOH.

Qəbul olunma tarixi: 17.04.2012

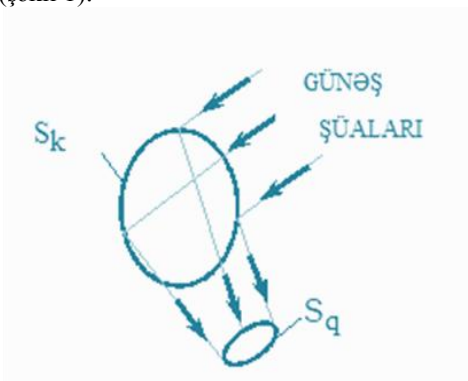
GÜNƏŞ FOTOELEKTRİK QURĞULARINDA MAKSİMAL KONSENTRASİYANIN VƏ ŞÜA SELİ SIXLIĞININ KONSENTRATORUN PARAMETRLƏRİNDƏN ASILI OLARAQ TƏYİN OLUNMASI

ORUC ƏHMƏDOV, MƏFTUN ƏLİYEV
AMEA Naxçıvan Bölməsi, Naxçıvan şəhəri, Heydər Əliyev prospekti 67.
e-mail: meftun-aliyev@rambler.ru

Məqalədə konsentrator Günəş qurğularının işləmə prinsipi sxematik olaraq təsvir olunmuş, şüa seli sıxlığının və maksimal konsentrasiyanın qiymətinin konsentrator və qəbuledicinin ölçülərindən asılılıq əlaqəsi yaradılmışdır. Optik-həndəsi və optik-energetik metodlarla fokal müstəvidə E_0=800Vt/m^2 günəş radiasiyası intensivliyinə malik, U_0–açılma bucağının muxtəlif qiymətlərində U_0=35°; 40°; 45°; 55°, konsentrator səthinin güzgü əksolunması əmsalı - R_G= 0,7 olduqda paraboloid və parabolosilindrik konsentratorlarda şüa seli sıxlığının və maksimal konsentrasiyanın qiymətləri hesablanmış və qrafiklərdə təsvir olunmuşdur.

Açar sözlər: günəş energetikası, fokus məsafəsi, işıq seli, birgüzgülü və çoxgüzgülü konsentratorlar, güzgü əksolunması əmsalı, parabolosilindrik konsentratorlar.
UOT: 5835

Günəş enerjisinin fotoelektrik (və ya fotovoltaik) metodla elektrik enerjisinə çevrilməsi müasir dövrdə elmi -praktik cəhətdən daha çox diqqət yetirilən sahələrdən biridir. Bu metodun əsas xüsusiyyəti onun geniş miqyasda istifadə olunması imkanlarının çoxcəhətli olmasıdır. Günəş batareyalarından istifadə olunduqda fotoaktiv səthin vahid sahəsindən maksimal güc almaq tələb olunur. Bu məqsədlə fotoelektrik çeviricilərin üzərinə düşən işıq seli sıxlığının miqdarını artırmaq tələb olunur. Verilən məsələnin həlli üçün əsas üsullardan biri Günəş batareyası panelinə konsentratorların tətbiq olunmasıdır. Günəş şüaları konsentratorları şüa seli sıxlığının aperturanın səthinə daxil olan şüalanma seli sıxlığına olan nisbətinə bərabər kəmiyyətlə-konsentrasiya dərəcəsi ilə xarakterizə olunur [1]. Konsentrasiya dərəcəsi 100-ə, parabolosilindrik konsentratorlar üçün isə 10 000 və daha yuxarı qiymətə çata bilir. Günəş şüaları konsentratorları – şüaların istiqamətini dəyişərək (əksolunma və ya sınma yolu ilə) onları hər hansı qəbulediciyə - *(Q)* yönəldən optik sistemlərdir (güzgülü, linzalı, və ya qarışıq-güzgülü-linzalı) [1]. Tutaq ki. S_k -günəş şüalarına perpendikulyar olan konsentratorun proyeksiya müstəvisinin sahəsi, S_q-qəbuledicinin sahəsidir, əgər $S_k/S_q>1$ olarsa, onda konsentrasiya mövcud olur (şəkil 1).



Şəkil 1. Günəş şüaları konsentratorlarının işləmə sxemi.

Bu zaman qəbulediciyə düşən şüalanma selinin orta sıxlığı - E_{or} aşağıdakı ifadəyə bərabər olur:

$$E_{or} = E_C \cdot R_G \cdot (S_K / S_Q) \qquad (1)$$

burada R_G – güzgü əksolunma əmsalı, E_C- konsentratora düşən şüa selinin orta sıxlığıdır. Şüa selinin orta sıxlığı və ya konsentrasiya dərəcəsi - K aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:

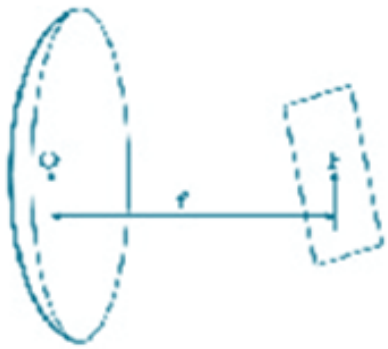
$$K = E_{or} / (E_C \cdot R_G) = (S_K / S_Q) \qquad (2)$$

Konsentrasiya anlayışını qəbulediciyə düşən günəş şüaları selinin bütöv və ya müəyyən hissəsi (K - ilə işarə olunur) kimi ifadə etmək mümkün olur. Maksimal konsentrasiya isə K_{max} kimi işarə olunur. Konsentrasiya dərəcəsinin konsentratorun parametrlərindən (qəbuledicinin həndəsi ölçülərinin qeyri dəqiqliyi də nəzərə alınmaqla) asılı olaraq təyn olunması və konsentratorun günəş ətrafında fırlanma qanunları Günəş konsentratorlarının hesablanması metodlarının əsasını təşkil edir. Konsentratorların hesablanması metodları həndəsi optika və fotometriya qanunlarına əsaslanır [3]. Ümumi halda günəş konsentratorlarının iki əsas optiki sxemi mövcuddur: 1.Birgüzgülü (birlinzalı), 2. Çoxgüzgülü (çoxlinzalı).

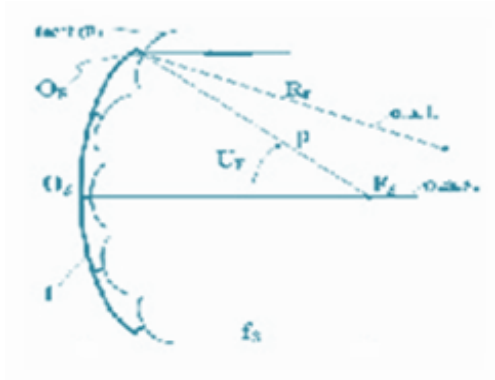
KONSENTRATORLARIN ƏSAS NÖVLƏRİ

Konsentratorların aşağıdakı əsas növləri mövcuddur:

Tam konsentratorlar (şəkil 2a) – konsentrə olunan səth (güzgü və linzalı) optiki hamar həndəsi səthə malikdir (daha çox paraboloid, konus, sfera. müstəvi və. s.). Mürəkkəb konsentratorlar (şəkil 2b) - konsentrə olunan səth ümumi bir karkasda yerləşdirilmiş bir neçə tam konsentrasiya elementindən (fasetlərdən) təşkil olunmuşdur. Bu zaman hər bir faset özünün səthi və həndəsi ölçülərinə malik olur.



a)



b)

Şəkil 2. Konsentratorların əsas növləri. a) tam konsentrator; *b)* mürəkkəb (faset) konsentrator.

KONSENTRATORLARIN ƏSAS PARAMETRLƏRİ

Tam konsentratorlar:

1. Konsentrə olunan səthin həndəsi ölçüləri - *f (x, y, z);*
2. Konsentrator səthinin sahəsi – S_k ,
3. Plandakı konsentratorun forması - düzbucaqlı, konus, dairəvi və s.;
4. Konsentratorun fokus məsafəsi *f* – optiki mərkəzdən maksimal konsentrasiyanın təmin olunduğu müstəvi səthə qədər olan məsafə;
5. Konsentratorun həndəsi ölçülərinin dəqiqliyi – qurğunun hazırlanmasında yol verilən temperatur və çəki deformasiyaları nəticəsində yaranan müstəvi səthin maksimal - α və ya orta kvadratik –σ bucaq xətaları;
6. Güzgü əksolunması əmsalı – R_G və ya linzalı konsentratorlar üçün – τ buraxılma əmsalı;
7. Linzalı konsentratorlar üçün sınma əmsalı – *n.*

Mürəkkəb konsentratorlar:

Bu növ konsentratorlar üçün fasetlərin parametrlərinə aşağıdakılar əlavə olunur:

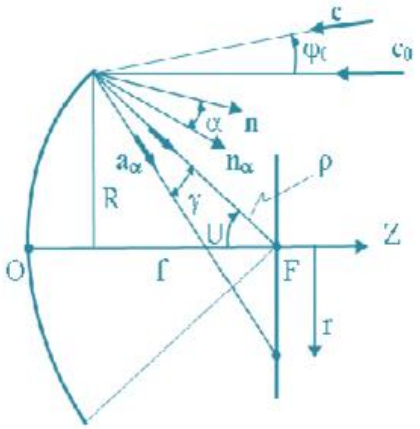
1. Aparıcı karkasın həndəsi ölçülərini təsvir edən funksiya – *fH(x, y, z);*
2. Karkasda fasetlərin yerləşmə vəziyyətinin koordinatları – *XOF, YOF, ZOF.*
3. Aparıcı karkasa nisbətən, məsələn, iki -βF, θF müstəvi bucaqlarının fasetlərin fəza vəziyyəti;
4. Uyğun olaraq , iki kiçik səth, iki kiçik səthi -$\Delta\alpha N$, $\Delta\beta M$ bucaq şəklində olan fasetlərin fəza vəziyyətinin qeyri-dəqiqliyi [4].

KONSENTRATORLARIN HESABLAMA METODLARI

Qeyd etmək lazımdır ki, istənilən qurğunun layihələndirilməsində parametrlərin nəzəri hesablanmaları nəticəsində alınan qiymətləri onun tələblərinə cavab verməlidir. Konsentrator üçün bu parametrlər optiki sxemlər, onun ölçüləri, konsentrasiya olunan səthin həndəsi ölçüləri, lazımi konsentrasiyanı təmin edən konsentrə olunmuş işıq selinin təyin olunmasına imkan verən dəqiqliyin təmin olunmasıdır. Konsentratorun maksimal gücünün təyin olunmasında parametrlərin coxluğuna görə hesablama bir neçə mərhələdə aparılır. İlkin olaraq optik-həndəsi və sonra optik-energetik metoddan istifadə olunur.

Bu işdə optik-həndəsi və optik-energetik metodlarla fokal müstəvidə E_0=800Vt/m^2 günəş radiasiyası intensivliyinə malik, U_0 - açılma bucağının muxtəlif qiymətlərində U_0=35°; 40°; 45°; 55° , konsentrator səthinin güzgü əksolunması əmsalı - R_G=0,7 olduqda paraboloid və parabolosilindrik konsentratorlarda şüa seli sıxlığının və maksimal konsentrasiyanın qiymətləri hesablanmış və qrafiklərdə təsvir olunmuşdur.

Aşağıdakı şəkildə fokal müstəvidə yerləşmiş müstəvi qəbulediciyə malik paraboloid konsentratorun sxemi təsvir edilmişdir:



Şəkil 3. Fokal müstəvidə yerləşmiş müstəvi qəbulediciyə malik paraboloid konsentratorun sxemi.

Konsentratorun maksimal F.İ.Ə.-nın və qurğunun gücünün təyin olunmasında parametrlərin sayının çox olduğuna görə hesablama bir neçə mərhələdə aparılır. Birinci mərhələdə optik-həndəsi metod və sonra optik-energetik metoddan istifadə olunur. Optik-həndəsi metodun ilkin və əsas tənliyi enerji balansı tənlikləridir:

$$F_q=F_k \cdot R_z \qquad (4)$$

Burada F_q- qəbulediciyə düşən işıq seli, F_k - konsentratora düşən işıq seli, R_z - güzgüdə əksolunma əmsalıdır (uyğun olaraq linzalı konsentratorlar üçün τ buraxılma əmsalıdır). Yəni metodda qəbuledicinin ölçüləri elə seçilmişdir ki, qəbuledicidən güşən işıq selini tamamilə qəbul edə bilsin. Bu zaman metodun əsas tənliyini almış oluruq:

$$Cm = E_{or} / (E_c \cdot R_z) \qquad (5)$$

Bu metod əsasında E_{or} - işıq selinin orta sıxlığını təyin edərək konsentratorun ölçüləri ilə qəbuledici arasındakı əlaqəni müəyyən edilir. Fokal müstəvidə yerləşmiş paraboloid konsentrator - müstəvi konsentrator sistemi üçün asılılıq halına baxaq (şəkil 3). Məlumdur ki, dekart koordinant müstəvisində mərkəzi təpə nöqtəsində yerləşmiş parabolanın tənliyi:

$$R^2 = 2pz \qquad (6)$$

Burada P – paraboloidin fokal parametri $(P=2f)$, və paraboloid konsentrator sistemlər üçün:

$$R^2 = x^2 + y^2 + z \qquad (7)$$

burada x, y, z - səthin koordinant nöqtələridir. Polyar koordinant sistemlərdə isə mərkəzi F fokusunda yerləşən paraboloidin tənliyi

$$\rho = p / (1 + CosU) \qquad (8)$$

kimi təyin olunur; burada U_0 - əksolunan şüanın açılma bucağıdır [5].

Tutaq ki, günəş şüaları parabolanın opik oxuna paralel düşür. Xatırladaq ki. Günəş φ^o bucaq radiuslu təxminən 16 bucaq dərəcəli bir mənbədir. Bu zaman S_k paraboloidinin və S_q qəbuledicinin sahəsi:

$$S_k = \pi R^2, \qquad S_q = \pi r^2$$

Şəkildən göründüyü kimi

$$R = \rho SinU \ , \ r = \rho \cdot \gamma / cos (U + \gamma) \qquad (9)$$

Burada $\gamma = \varphi^o + 2\alpha$. Bunu yuxarıdakı tənlikdə yerinə yazsaq alarıq:

$$C_m = sin^2 U_o \cdot cos^2 (U_o + \varphi^o + 2\alpha) / (\varphi^o + 2\alpha)^2 \qquad (10)$$

C_m -in maksimal qiymətini təyin etmək üçün aşağıdakı tənlik mövcuddur:

$$\partial C_m / \partial U_o = 0 \qquad (11)$$

Bu metoddan istifadə edərək parabolosilindrik konsentratorlar üçün C_m -maksimal konsentrasiyanı hesablamaq mümkündür. Əgər $cos^2(U_o + \varphi^o + 2\alpha)$ ifadəsini açıq şəkildə yazsaq alarıq:

$$cos^2(U_0 + \varphi^o + 2\alpha) = cosU_0 - \gamma \cdot sinU_0 \qquad (12)$$

(10) tənliyini [6] differensiallayaraq və nəzərə alsaq ki. U_o □ 0, onda bu tənliyi almış oluruq:

$$tgU_0 = (1 + \gamma^2) 0,5 - \gamma \qquad (13)$$

γ – nın məlum qiymətini $(\gamma = \varphi^o + 2\alpha)$ yerinə qoysaq $tgU_0 = 1$ alarıq və ya optimal açılma bucağı üçün $U_0 = 45°$ alarıq. Onda C_m – maksimal konsentrasiya:

$$Cm = 1/ 2\gamma \approx 107,5$$

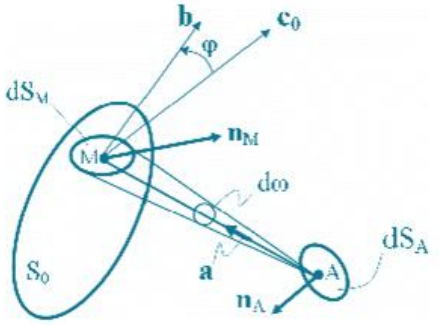
olar.

Bu tənliklərdən istifadə edərək paraboloid konsentrator üçün $U_0 = 45°$ olduqda , $C_m = (1/2\gamma)^2 = 115,562$ almış olarıq. Digər başqa konsentrator və qəbuledicilər üçün özünəməxsus həll üsulları mövcuddur. Optik – energetik metodun tətbiqi onunla əlaqədardır ki, işıq selinin tam qəbul edilməsi zamanı konsentrasiya məhdudlaşır və qeyri-dəqiqliyə yol verilir, həmçinin konsentrə olunmuş işıq selinin qiymətinin ölçülməsində qeyri- dəqiqliyə yol verilir.

Metodun əsasını şüalanma tənlikləri təşkil edir:

$$EA_{(So)} = \int B(a) \cdot (nM \cdot a) \cdot (nA \cdot a) \cdot dS_M / |MA|^2 \qquad (14)$$

Bu tənliyin əsas tərkib hissəsi a vektoru istiqamətindəki $(a = MA/ nA)$, dSM elementar sahəsinin M nöqtəsində yerləşən əksolunan (sınan) günəş şüasının $B(a)$ parlaqlığı, qəbuledicinin A nöqtəsindəki nA normalı, M və A nöqtələri arasındakı məsafədir [7] (Məlumdur ki, A təpə nöqtəsindəki $d\omega$ elementar cisim bucağı $d\omega = (nM \cdot a) dSM / |MA|^2$). Bu tənliyi həll etmək üçün S_0 parametri, onun plandakı ölçüsü verilməli, R_z-nin həndəsi ölçüləri (linzalı sistemlə üçün n və τ) A nöqtəsinin koordinantları və nA normalı məlum olmalıdır. Həmçinin şüalanma mənbəyinin xarakteristikaları (Günəş üçün şüa oxu C_0, Günəşin bucaq radiusu φ^o və günəş diskində $f(\varphi, \varphi_o)$ parlaqlıq bucağının təyin olunmasının qiymətləri) məlum olmalıdır [8]. Aşağıdakı şəkildə konsentrator qurğusunda optik-energetik metodla parametrlərinin təyin olunmasında istifadə olunan şüalanma inteqralı elementlərinin yerləşməsinin sxematik təsviri verilmişdir:



Şəkil 4. Şüalanma inteqralı elementləri.

Aydındır ki, "şüalanma" mövcud olduqda M nöqtəsinin koordinantları A nöqtəsində aşağıdakı şəkildə olur: $\varphi. > \varphi_o$ olduqda ,

$$B(a) = 0, \qquad (15)$$

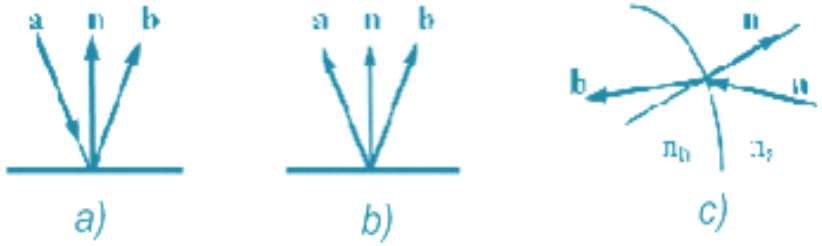
$\varphi, \leq \varphi_o$ olduqda isə

$$B(a) = Rz \cdot Bm \cdot f (\varphi, \varphi_o) \qquad (16)$$

φ_o qiymətinin kiçikliyini nəzərə alaraq onu aşağıdakı vektor tənliyindən təyin etmək daha məqsədəuyğundur:

$$\varphi = arcSin(| b \cdot c_0 |) = | b \cdot c_0 | \qquad (17)$$

(10) tənliyini tamamlamaq üçün məlum olan əksolunma və sınma tənliklərindən istifadə olunmalıdır. Aşağıdakı şəkildə konsentratorlu Günəş qurğularında şüaların əksolunma və sınması tənliklərini ifadə edən sxemlər təsvir olunmuşdur:



Şəkil 5. Günəş şüalarının əksolunma və sınması tənliklərini təsvir edən sxemlər.

Vektor şəklində güzgü əksolunması tənlikləri düşən şüanın vahid vektorunun istiqaməti– *a*, düşmə nöqtəsində normalı – *n* və əksolunan şüanın – *b* tənlikləri aşağıdkı şəkildə olur (şəkil 5a):

$$b = a - 2n(a \cdot n) \qquad (18)$$

Vektorların istiqaməti şəkil (5b)-də təsvir olunmuş formada olarsa: $b=-a+2n(a \cdot n)$. Ümumi halda:

$$b = sign(a \cdot n)[(2n(a \cdot n) - a]. \qquad (19)$$

Burada $sign(a \cdot n)$, $a \cdot n$ skalyarının işarəsini təyin edən funksiyadır.

Düşmə nöqtəsində düşən şüanın istiqamətindən və normaldan asılı olmayaraq, sınan şüanın istiqamətini təyin edən sınma qanununun vektor tənliyi (5c) aşağıdakı kimi olur:

$$b = a(na/nb) + n \cdot Q \ , \qquad (20)$$

Burada *a* - düşən; *b*- sınan şüa; *n*- sınma nöqtəsindəki normalı; *na*, *nb*- uyğun olaraq *a* və *b* şüalarının keçdiyi mühitin sınma əmsalı; *Q* - ilə işarə olunmuş kəmiyyətin hərfi mənası aşağıdakı tənlik ifadə olunmuşdur:

$$Q = Sign(a \cdot n) \cdot \{[(1-(na/nb)^2 \cdot (1-(a \cdot n))] \cdot 0{,}5 - Sign(a \cdot n) \cdot (n\,a/nb)(a \cdot n)\} \qquad (21)$$

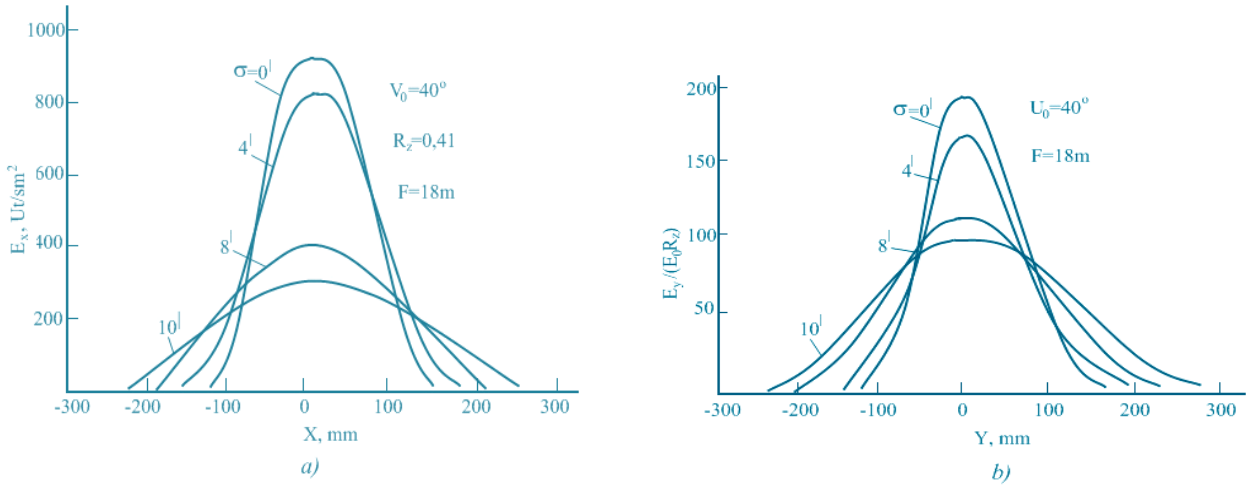
Joze tənliklərinə görə Günəş diski üzrə parlaqlığın təyin olunması aşağıdakı kimidir:

$$f(\varphi, \varphi_0) = \{1 + 1{,}5641 \cdot [1 - (\varphi/\varphi_0) \cdot 2]^{1/2}\} / 2{,}5641 \qquad (22)$$

(10) tənliyi göründüyü kimi həmçinin əks olunma və sınma tənlikləri ilə [9] tamamlanmalıdır.

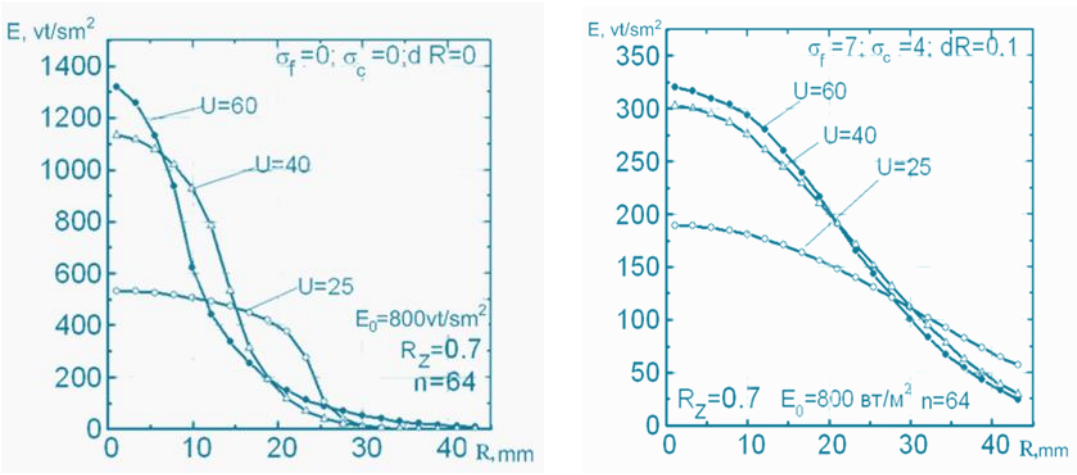
Vektor formada güzgünün əks olunma tənliyi *n* düşmə nöqtəsindəki normalı düşən şüanın *a* vektoru və əks olunan şüanın *b* vektoru: $b = \partial - 2n(\partial \cdot n)$ kimidir.

Bu tənliklərdən istifadə edərək, *f*– fokus məsafəsi, *D*-diametr və ya *R*-radius və U_0 - açılma bucağının məlum qiymətlərində fokal müstəvidə işıq selinin (konsentrasiyanın) qiymətini hesablamaq mümkün olur . Aşağıdakı şəkildə daha geniş yayılmış sistemlər üçün hesablamaların nəticələrini əks etdirən qrafiklər təsvir olunmuşdur:



Şəkil 6. Fokal müstəvidə U_0=40° , *f* =18m, R_G=0,41 qiymətlərinə malik konsentrator qurğusunda işıq selinin təyin olunması qrafikləri.

Praktikada fokal müstəvidə işıq selinin və konsentrasiyanın necə dəyişildiyini də bilmək çox vacibdir. Qurğuların yaradılmasında konsentratorun aşağıdakı parametrlərinin dəqiqliyinə: fasetlərin səthinin fəza dəqiqliyi *(σ_f), Rz* – radius əyriliyi, fasetlərin sayı – *n*, onların karkasda yerləşdirilmə sxeminə daha çox diqqət yetirilməlidir. Aşağıdakı qrafiklərdə müxtəlif U_0 – açılma bucağı, güzgü əksolunması əmsalı *Rz* = 0,7, Günəş radiasiyasının intensivliyi E_0=800Vt/m^2 malik faset konsentrator qurğularında işıq selinin uyğun qiymətləri təsvir olunmuşdur:

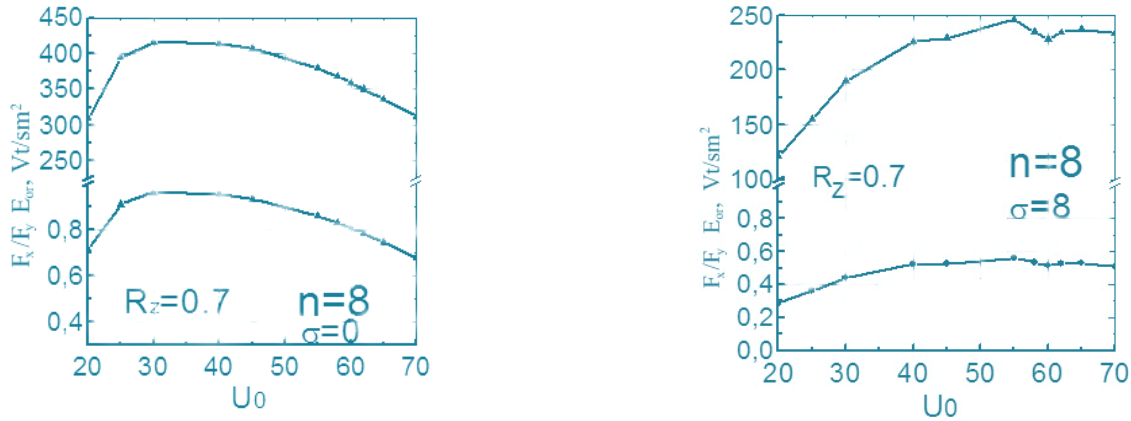


a) b)

Şəkil 7. Fokal müstəvidə müxtəlif açılma bucağına malik faset konsentratorlarda işıq selinin miqdarınının təyin olunması qrafikləri. a) dəqiq konsentrator, b) qeyri – dəqiq konsentrator

Tədqiqatın nəticələri birgüzgülü qurğular üçün dəqiq konsentratorlar üçün paraboloid faset konsentratorların yaradilması mümkünlüyünü təsdiq edir. Qrafiklərdən aydın olur ki, U_0= 60° olduqda qəbuledicinin ölçüsü 40 mm olduqda dəqiq qurğu üçün işıq selinin maksimal qiyməti E_0=1300 Vt/sm^2 hüdudunda qeyri-dəqiq konsentratorlar üçün qəbuledicinin ölçüsü eyni olarsa işıq selinin orta qiyməti 350 Vt/sm^2 təşkil edir.

Digər bir şəkildə *D* (və ya *R*)=Const olduqda 4x4m ölçülərinə malik (12 kVt gücündə) optimal parametrli qurğular üçün konsentrasiyanın xarakteristikaları verilmişdir.



Şəkil 8. Fokal müstəvidə faset konsentratorun (4x4m) (44x44 mm) sahədə U_0 bucağından asılı olmayaraq işıq selinin və orta şüalanmanın xarakteristikaları.

Şəkildən görünür ki, dəqiq konsentratorlar üçün optimal U_0=35°, qeyri-dəqiq konsentratorlar üçün 55° olduqda işıq selinin orta sıxlığı və uyğun olaraq işıq selinin maksimal qiymətləri mövcuddur. Tədqiqatların nəticələri onu deməyə əsas verir ki, müasir dövrdə tətbiq olunan Günəş konsentrator qurğularının parametrlərinin optimal hesablama üsulları mövcuddur və hər bir qurğunun yaradılmasında bu xarakteristikalar mütləq nəzərə alınmalıdır.

Qeyd etmək lazımdır ki, konsentratorlar ancaq onların üzərinə birbaşa düşən şüaların konsentrasiyasını artırır. Diffuziya şüalanması dağınıq şəkildə baş verdiyindən konsentratorlarda onların konsentrasiyasını artırmaq mümkün olmur. Ona görə də konsentratorlardan Yer kürəsinin birbaşa şüalanmanın üstünlük təşkil etdiyi regionlarında istifadə etmək daha səmərəli olur.

[1] *V.M. Andreyev, V.A. Qrilixes, V.D. Rumyancev.* Fotoelektriçeskoye preobrazovaniye koncentririvannoqo solneçnoqo izluçeniya. L.: Nauka, 1989. (Rusca).

[2] *T. Bayers.* 20 konstruktsiy s solneçnimi elementami. Per.s anql. *S.V. Sidorova*; pod. red. *M.M. Koltuna*. M.: Mir, 1988, 197 s. (Rusca).

[3] *A.A. Abduraxmanov, Ş.İ. Klıçev, Ş.R. Nurmatov, Ş.A. Fayziyev*. Geliotexnika. Taşkent, 2009, №4. s.95-97. (Rusca).

[4] *V.T. Vodyannikov*. Ekonomiçeskaya otsenka energetiki APK. M.: «İKF «EKMOS», 2002, 210s. (Rusca).

[5] Vozobnovlyayemiye istoçniki energii: Materialı nauçnoy molodyojnoy şkolı, pod. obşşey redaksiyey *A.A. Solovyova*. M.: Qeoqr. F-t. MQU, 2006, 158 s. (Rusca).
[6] *M.F. Djalilov*. Sistemı alternativnoy reqerenativnoy energii. Baku, RİS «Prosveşşeniya», 2009, 406 s. (Rusca).
[7] *Ş.İ.Klıçev,R.A.Zaxidov,S.L.Baxramov,Yu.A. Dudko, A.L. Xudoykulov, Z.Ş. Klıçev, İ.A. Xudoyberdiyev*. Geliotexnika, 2009. № 4. s.97-101. (Rusca).
[8] AS (SSSR), № 1478180 / *Ş.İ. Klıçev, R.A. Zaxidov.* Paraboloidnıy otrajatel. Bİ,1989, № 17. (Rusca).
[9] *B.V. Tarnijevskiy, İ.A. Şmidt i dr.* Metodika i rezultatı rasçyota vırabotki energii solneçnımi fotoelektriçeskimi ustanovkami. İzvestiya Akademii nauk. Energetika, 2001, №6. 298s. (Rusca).

Орудж Ахмедов, Мафтун Алиев

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ И ПЛОТНОСТИ СВЕТОВОГО ПОТОКА В СОЛНЕЧНЫХ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ КОНЦЕНТРАТОРА

В статье схематически описан принцип работы солнечных концентраторных установок, определена зависимость значений максимальной концентрации и плотности светового потока от измерений концентратора и приемника. Оптико-энергетическим и геометрически-оптическим методами в фокальной плоскости с интенсивностью солнечной радиации E_0 = 800 Vt/m^2, при различных значениях угла раскрытия U_0 (U_0=35°, 40°, 45°, 55°), коэффициенте отражения зеркальной плоскости концентратора R_z=0,7 в параболоидных и параболоцилиндрических концентраторах рассчитаны значения максимальной концентрации и плотности светового потока и представлены на графиках. На основе результатов исследований можно сказать, что в существующих оптимальных способах расчета параметров солнечных концентраторных установок, применяемых в настоящее время, необходимо учитывать эти характеристики при создании каждой новой установки, что дает возможность более эффективного и выгодного использования концентраторов.

Oruj Ahmadov, Maftun Aliyev

DETERMINATION OF THE HIGHEST CONCENTRATION AND LUMINOUS FLUX DENSITY IN SOLAR PHOTOELECTRIC PLANTS DEPENDING ON CONCENTRATOR PARAMETERS

The principle of operation of sunlight collector plants is diagrammatically described in the paper, dependence of values of the highest concentration and luminous flux density on measurements of concentrator and receiver is created. By optical-energy and geometrical - optical methods in a focal plane with intensity of solar radiation E_0 = 800 Vt/m^2, at various values of opening angle U_0 (U_0 = 35°, 40°, 45°, 55°) and reflection coefficient of the concentrator mirror plane R_z=0,7 in paraboloidal and parabolocylinder concentrators values of the highest concentration and luminous flux density are calculated and presented in diagrams. On the basis of investigation outcomes it is possible to tell that there are optimal means to calculate the parameters of sunlight collector plants applied now, and by creation of every such plant it is necessary to consider these characteristics, that gives the chance of more effective and favorable use of concentrators.

Qəbul olunma tarixi: 27.04.2012

BƏRK MADDƏLƏRİN LAZER KÜTLƏ - SPEKTROMETRİK ÜSULU İLƏ ANALİZİ ÜÇÜN XÜSUSİ QURĞU

Z.K. NURUBƏYLİ, K.Z. NURİYEV, T.K. NURUBƏYLİ
AMEA akademik H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,
Az-1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 33
e-mail: tarananur@gmail.com

Optik kvant generatorunun təsiri ilə sadə maddələrin ionlaşması əsasında aksial-simmetrik sahəsinə malik uçuşmüddətli kütlə analizatorunun köməyi ilə maddələrin kəmiyyət analizi aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, matrisa elementinin qeydolunma həssaslığının qarışıq elementlərin həssaslığına nisbəti onların ionlaşma dərəcələrinin nisbətinə bərabərdir.

İşdə maddələrin kəmiyyət analizi zamanı lazer şüasının diametrinin seçilməsinin elmi əsası verilmişdir.

Açar sözlər: kütlə-spektrometri, nisbi həssaslıq əmsalı, ionlaşma, keyfiyyət analizi, kəmiyyət analizi, bərk maddə.
PACS: 07.75+h.

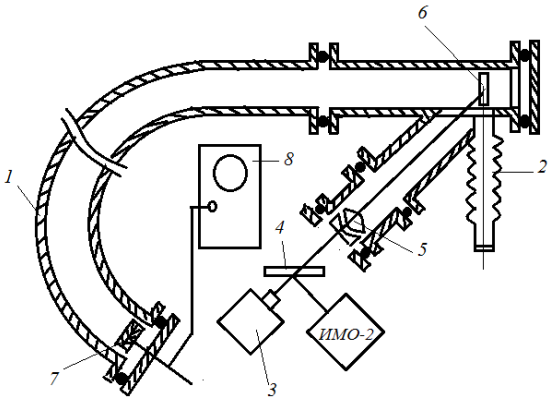
GİRİŞ

İonlaşma üsulundan asılı olmayaraq (lazer, qığılcımlı boşalma və ya ikinci ion emissiyası) bərk maddələrin kütlə spektrometrik analizində əsas problem düzgün və etibarlı nəticələrin alınmasıdır. Doğrudan da, kütlə spektrometrik üsulun bir sıra üstünlüklərinə baxmayaraq, bərk maddələrin bu üsulla ölçülmüş tərkibi onun həqiqi tərkibi ilə üst-üstə düşmür. Bu uyğunsuzluğa əsas səbəb bir tərəfdən müxtəlif elementlərin ionlarının atomlaşma və ionlaşma enerjilərinin müxtəlifliyi, digər tərəfdən isə onların kütlə analizatorunda və qeydedici qurğularda diskriminasiyaya məruz qalmasıdır [1]. Dəfələrlə mütəxəssislər bu problemi həll etmək üçün müxtəlif empirik və yarımempirik ifadələrin köməyilə nisbi həssaslıq əmsalı anlayışından (NHƏ) istifadə etməyi təklif etmişdir. Bu üsulun əsas mahiyyəti tədqiq olunacaq maddəyə tərkibi və miqdarı məlum olmaqla fiziki və kimyəvi xassələrinə görə tədqiq olunan nümunəyə yaxın daxili standartdan istifadə etməkdir. Bu zaman kütlə spektrometrdəki maddələrin miqdarını daxili standart adlanan bu maddəyə nəzərən hesablayırlar. Lakin uyğun daxili standart maddənin seçilməsi, onun homogenliyini təmin etməklə maddəyə qatılması və, nəhayət, onun attestasiyadan keçirilməsi bir sıra çətinliklərlə üzləşdiyindən, hələlik bu problemin həlli açıq olaraq qalır. Ona görə də, kütlə spektrometrik üsulda alınan ion dəstəsinin tərkibi ilə nümunənin element tərkibi arasındakı kəmiyyət ölçmələrini təmin etməyin yolu ayrı-ayrı elementlərin nisbi həssaslıq əmsalını təyin etməkdən keçir. Qeyd edək ki, son illər etalonsuz analiz üsulunun mümkünlüyünün araşdırılması geniş vüsət alıb [2,3].

Bu tədqiqat işinin görülməsində məqsəd impulslu lazerin köməyi ilə bərk maddələrin kütlə spektrometri vasitəsi ilə etalonsuz analizini reallaşdırmaq üçün xüsusi qurğunun sınağıdır. Qeyd edək ki, metal və yarımkeçiricilərin element tərkibinin lazer kütlə spektrometrik üsulla etalonsuz analizinin mümkünlüyü bir sıra işlərdə araşdırılmışdır [3]. Bu işlərdə istifadə olunan Nd lazerinin impulslarının davametmə müddəti τ və təkrar olunma tezliyi 25Hs olduğu üçün, bir impuls daxilində yaranmış plazmanın elektronları ilə ionları arasında enerji mübadiləsi, başqa sözlə, plazmada termodinamik tarazlığın yaranması üçün əlverişli şərait olmur.

TƏCRÜBİ HİSSƏ

Eksperimental qurğunun sxemi şəkil 1-də verilmişdir. Kütlə analizatoru (*1*) kimi son illərdə laboratoriyada işlənib sınaqdan çıxmış aksial-simmetrik elektrik sahəsinə malik uçuşmüddətli analizatordan istifadə edilmişdir. Analizatorun ayırdetmə qabiliyyəti 550 (^{56}Fe üçün), nisbi həssaslığı 10^{-6}atom%, kütlə diapazonu 10^{3}a.k.v.-dir. Yüksək vakuumu pozmadan nümunənin yerini dəyişmək üçün xüsusi manipulyatordan (2) istifadə olunmuşdur. Lazer şüasının nümunə üzərinə düşməmişdən onun bir hissəsi (gücün 10%-i) xüsusi güzgü vasitəsilə (4) ИМО-2 cihazına verilərək ölçülürdü.

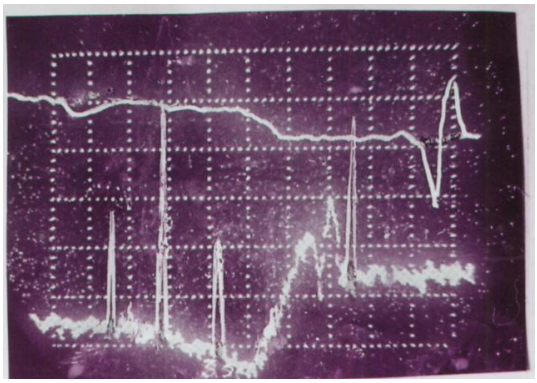


Şəkil 1. Təcrübi qurğu. 1- aksial-simmetrik analizator, 2- silfon, 3-lazer IQL (ЛГИ) -23, 4-yarımşəffaf güzgü, 5- fokuslayıcı optik sistem, 6- nümunə, 7- ion detektoru İEÇ (ВЭУ)-7, 8- ossilloqraf.

Nümunə üzərinə düşən lazerin enerjisini dəyişmək üçün neytral filtrlərdən istifadə edilmişdir. Bu zaman lazer şüasının diametri d=0,05-0,6mm olduqda onun intensivliyi $2\cdot10^{8}$-$1\cdot10^{9}$ Vt/sm^2 intervalında d=0,8-1,0mm olduqda isə $2\cdot10^{8}$-$5\cdot10^{9}$Vt/sm^2 intervalında dəyişir. Lazer şüasının en kəsiyini dəyişmək üçün xüsusi optik sistemin (5) vasitəsilə onun fokal müstəvisinin nümunənin arxasında qalmaq şərti ilə fokusun yerini dəyişmək kifayət idi. İon detektoru kimi İEÇ (ВЭУ)-7 elektron çoxaldıcısından istifadə edilmişdir. Çıxışdakı ion cərəyanı C1-64(8) ossilloqrafından qeyd olunurdu.

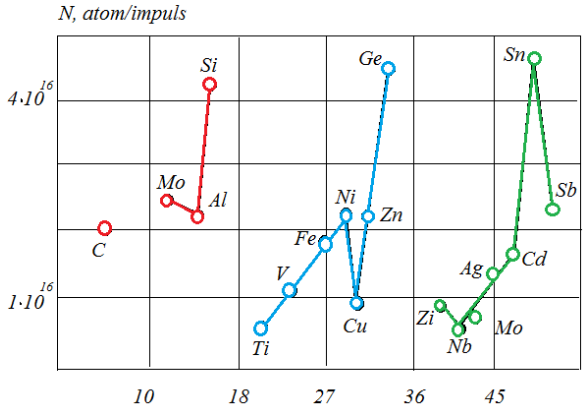
Təklif olunan qurğuda lazer plazmasında lokal termodinamik tarazlığın yaranması üçün lazerin impulsunun təkrarlanma tezliyi 1Hs-dən 50Hs qədər dəyişməsi mümkün olan xüsusi (4) generatorundan istifadə etməklə elə rejim seçmək olur ki, $l_{ie} << R_0$ (l_{ie} -ion-elektron rekombinasiya məsafəsi, -lazer şüasının fokuslanma radiusudur) şərti ödənilsin.

Şəkil 2-də lazer ionlaşma üsulu ilə paslanmayan polad nümunənin (6) səthində yaranan plazmanın ion tərkibinin ossilloqramı verilmişdir. Şəkildən görünür ki, lazer şüasının intensivliyinin $5 \cdot 10^9 Vt/sm^2$ qiymətində kütlə spektri həm matrisanın, həm də qarışıq elementlərinin ionları ilə zəngindir.



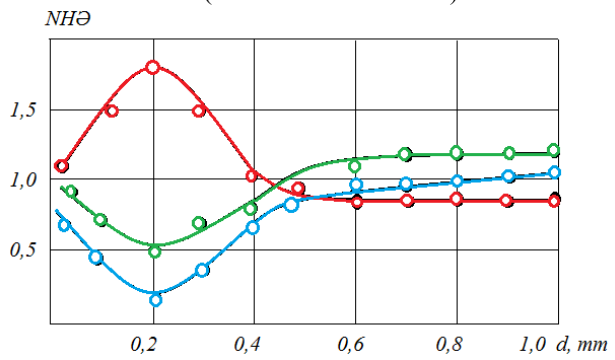
Şəkil 2. Paslanmayan poladın kütlə-spektrinin ossilloqramı.

Adı çəkilən qurğuda aşağıdakı C (qrafit), Mg, Al, Ti, Cr, Ni, Mo, Zn maddələri tədqiq olunmuşdur. Bu zaman nümunələrdəki qarışıqların tərkibi 10^{-2}% aşmırdı. Hər nümunə üçün 100 impulsdan alınan nəticələrin orta qiyməti götürülmüşdür. Şəkil 3-də bir lazer impuls ərzində nümunəni tərk edən atomların (*N*) elementin atom kütləsindən asılılığı verilmişdir. Şəkildən bu asılılığın periodik olduğu aydın görünür, bu periodiklik atomların sublimasiya istiliyinin elementlərin atom nömrəsindən asılı olduğunu göstərir. Bu cür asılılıq kütlə spektrindəki piklərin hündürlüyünün periodik sistemdə elementlərin sıra nömrəsindən periodik asılılığını təsdiq edir. Araşdırmalar göstərir ki, müşahidə olunan periodiklik ionlaşma potensiallarının tərs qiymətlərinin atom nömrəsindən asılılığı ilə keyfiyyətcə uzlaşır.



Şəkil 3. Bir impuls müddətində çıxan atomların sayının elementlərin sıra nömrəsindən asılılığı.

Işin ikinci hissəsini silisium, alüminium və dəmir matrisların ionlaşma dərəcəsinin ona daxil olan qarışıq elementlərin konsentrasiyasından asılılığının tədqiqi təşkil edir. Təcrübələr göstərir ki, bir sıra qarışıq elementlər üçün lazer şüasının təsiri ilə ionlaşma dərəcəsi bu maddələrin atom nömrəsindən asılı deyil (şək. 4). Bir sıra işlərdə [4] spektrdəki qarışıq elementlərin piklərinin hündürlükləri tədqiq olunan nümunənin qarışıq elementlərinin miqdarından xətti asılıdır (10^{-2} – 1% intervalında).



Şəkil 4. Nisbi həssaslıq əmsalının lazer şüasının fokuslanma radiusundan asılılığı.

Əsasın (matrisanın) maddəsinin, onun qarışıq elementlərinin aşqarlanma həssaslığından asılılığının nəticələri göstərir ki, qarışıq elementlərin həssaslığı (nisbi həssaslıq əmsalı), onların piklərinin *H* hündürlüyü ilə konsentrasiyası (*n*) aşağıdakı asılılığa tabedir.

$$\frac{H_i}{n_i} = \frac{H_0}{C_0 \varepsilon_0} \cdot \varepsilon_i, \qquad (1)$$

burada, *0* indeksi tədqiq olunan nümunənin matrisasını xarakterizə edir.

Beləliklə, qarışıq elementlərin həssaslığının matrisanın həssaslığına nisbəti həmin elementlərin $\varepsilon_i/\varepsilon_0$ nisbətinə bərabərdir. Başqa sözlə, əgər həm matrisa, həm də qarışıq element dövri sistemdə eyni yarımqrupa aiddirsə (başqa sözlə $\varepsilon_i/\varepsilon_0 \approx 1$) (1) ifadəsi aşağıdakı şəklə düşər.

$$\frac{H_i}{n_i} = \frac{H_0}{n_0} \qquad (2)$$

(1)-ə daxil olan $\varepsilon_i/\varepsilon_0$ kütlə - spektrometrik analizində qarışıq matrisanın həssaslığının qarışıq elementin həssaslığına nisbəti, başqa sözlə nisbi həssaslıq əmsalı deməkdir. Matrisanın və qarışığın fiziki-kimyəvi xassəsindən asılı olaraq bu nisbətin dəyişməsi eyni tərtibdə ola bilər. Bir çox elementlərin ionlaşma əmsalı məlum olmadığı üçün qarışıq elementlərin nisbi həssaslıq əmsalının hesablanması üçün aşağıdakı düsturu təklif etmək olar.

$$\frac{\varepsilon_0}{\varepsilon_i} = \frac{\Delta H_0 \varphi_i \sigma_0}{\Delta H_0 \varphi_0 \sigma_i} \qquad (3)$$

Burada ΔH elementlərin və matrisanın sublimasiya istiliyi, φ- ionlaşma potensialı, σ- ionlaşmanın en kəsiyidir.

Cədvəldə bəzi maddələrin nisbi həssaslıq əmsallarının bu üsulla hesablanmış və təcrübi qiymətləri verilmişdir.

Cədvəl.

Nisbi həssaslıq əmsalı (NHƏ)

Matrisa	Qarışıq element	NHƏ	
		Hesablanmış	Təcrübi
Fe	Cr	0,54	0,43
	Ni	0,33	0,39
	Mo	0,61	0,45
	V	0,75	0,92
Cu	Cr	0,73	0,65
	Sb	0,45	0,54
	S	0,69	0,82

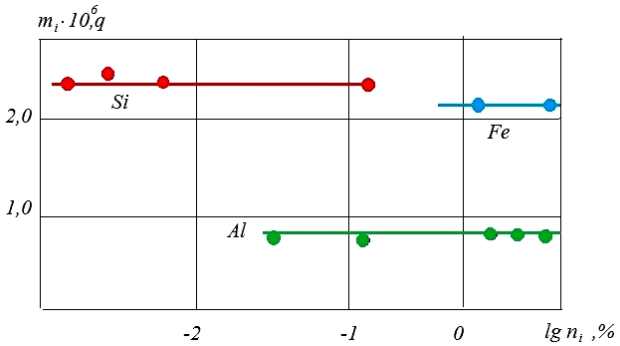
Cədvəldən görünür ki,matrisanın və qarışıq elementlərin NHƏ-nın hesablanmış qiymətləri onların təcrübi qiymətlərinə kifayət qədər yaxındır.

NƏTİCƏLƏRİN ŞƏRHİ

Aparılan tədqiqatların nəticələrinin əsas praktiki əhəmiyyəti bərk maddələrin lazer ionlaşma üsulu ilə kütlə spektrometrik analizi zamanı lazer şüasının diametrinin seçilməsinin elmi əsaslandırılmasıdır. Doğrudan da, nümunədə qarışıq elementlərinin miqdarını təyin etmək üçün istifadə olunan nisbi həssaslıq əmsalı (NHƏ) aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur [5]

$$\text{NHƏ}_x = \frac{n_x}{n_0} = \frac{1}{n_0} \cdot \frac{\sum_{j=1}^{z} N_x^2}{\sum_{j=1}^{z} N_{st}^j} \cdot \frac{n_{st}}{\text{NHƏ}_{st}} \qquad (4)$$

Burada n_{st}- daxili standartın nümunədəki miqdarı, n_x- x elementinin nümunədəki miqdarıdır. Şəkil 5-də qarışıq elementlərinin nisbi həssaslıq əmsalının lazer şüasının diametrindən asılılığı verilmişdir. d-nin dəyişməsinin NHƏ-nin formalaşmasına təsirini üç oblasta ayırmaq olar.



Şəkil 5. Atılan maddə kütləsindəki qarışığın nisbi konsentrasiyadan asılılığı

Birinci oblasta d-nın kiçik qiymətlərində ($d \leq 0{,}2$mm) əsas rolu ionlaşma prosesi oynayır. d=0,05 mm qiymətində qarışıq elementlərinin atomlarının ionlaşma dərəcəsi ionlaşma müddəti ilə təyin olunur. Yeri gəlmişkən ionlaşma müddətini təcrübi yolla aşagıdakı ifadədən tapmaq olar [6].

$$N_i = \frac{1}{\tau_i} e^{\tau_0/\tau_i} \qquad (5)$$

burada τ_i -ionlaşma müddəti olub aşagıdakı düsturla hesablanır.

$$\tau_i = \left[-\frac{\ln N_i}{N_{i0}}\right] v/R \qquad (6)$$

q=1·10^{9}Vt/sm^2 olduqda qarışıq elementlərinin birqat ionları 90%-dən çox oldugu üçün (4) ifadəsini aşagıdakı kimi yazmaq olar.

$$\text{NHƏ} = \frac{\tau_i^{st}}{\tau_i^x} \cdot e^{\tau_0\left(\frac{1}{\tau_i^x} - \frac{1}{\tau_i^{st}}\right)} \qquad (7)$$

d=d_{opt} olduqda, $\tau_0 \approx \tau_i(\varphi_{max})$, belə ki, φ_{max} elə seçilir ki, elektron zərbəsi ilə ionlaşma kəsiyinin maksimumu $T_e \cong 2 \div 3\varphi$, $d < 0{,}2$ mm olduqda (6) ifadəsindən

$$\varepsilon_0 = (d/d_{opt})\tau_i \varphi_{max}$$

Şəkil 4-dəki əyrinin ikinci oblastında (0.2≤d≤0.6mm) vakuum da dağılan ionların surətlənməsi prosesi əsas yer tutur. Bu da öz növbəsində z/M nisbəti müxtəlif olan ionların nisbi çıxışı azalır. Diametrin d≥0.6mm qiymətində rekombinasiya prosesi üstünlük təşkil edir. Bu prosesin effektliyi qarışıq elementinin növündən asılı olmur. Bu $d \geq 0.6$mm qiymətində NHƏ–nın sabitliyi deməkdir. Bu oblastda NHƏ-nın mütləq qiymətinə rekombinasiya prosesi daha çox təsir edir.

İşdə alınan nəticələrdən görünür ki, qarışıq elementlərin NHƏ-nın qiyməti verilmiş matrisa üçün lazer şüasının kiçik diametrində ($d \leq 0{,}2$) və $q = 1 \cdot 10^9$ Vt/sm^2 olduqda birqat ionların nisbi çıxışı 90%-dən çox olur.

NƏTİCƏ

Işdə bəzi sadə maddələrin lazer kütlə spektrometrik üsulla dəqiq kəmiyyət analizi aparmaq üçün nisbi həssaslıq əmsalını hesablamasının yeni metodu işlənmişdir. Göstərilmişdir ki, matrisanın və qarışıq elementlərinin həssaslıqlarının nisbəti həmin elementlərin ionlaşma dərəcələrinin nisbəti ilə ölçülür. Bu zaman ölçmələrin aşağı sərhəddi əksər qarışıq elementləri üçün 5·10^{-6} atom %-ni aşmır.

[1] *A.R. Qubal, A.A. Qaneyev, S.V. Potapov, P.V. Tyulaltsev*. Mass- spektrometriya, 2009, t.v. №1, s. 67-76. (Rusca)

[2] *A.M. Qaşimov, K.Z. Nuriyev, A. Salman Manuçar, K.B. Qurbanov, Z.K. Nurubeyli*. Elektronnaya obrabotka materialov. 2008, №2, s. 98-104. (Rusca)

[3] *S.A. Astaxov, V.İ. Baranov, L.A. Qribov*. Jurnal analitiçeskoy ximii. 2001, t.56, №7, s 703. (Rusca)

[4] *Yu.A. Bıkovskiy, V.A. Qridin, V.İ. Dımoviç i dr*. JTF, 2000, t.70, s.442. (Rusca)

[5] *M.S. Çupaxin, O.İ. Kryuçkov, Q.İ. Pamendik*. Analitiçeskiye vozmojnosti iskrovoy mass-spektroskopii. M. Atom izdat. 1972. s 224. (Rusca)

[6] *K.Q. Oksenoyd, Q.İ. Ramendik, S.M. Silkov, Ye.A. Sotniçenko*. Jurn.analit. ximii, 1998, t. 53, v.5, s.858-865. (Rusca)

Z.K. Nurubeyli, K.Z. Nuriyev, T.K. Nurubeyli

SPECIAL DEVICE FOR ANALYSIS OF SOLID STATES BY LASER MASS-SPECTROSCOPIC METHOD

On simple substance ionization by the radiation of the optical maser the quantitative analysis of solid states is carried out on the TOF mass analyzer with an axially symmetric electric field. It is shown that the ratio of the sensitivity of the registration of the matrix is equal to the ratio of the simple substances ionization.

We find evidence-based approach to the selection of the diameter of the focusing at the quantitative analysis of solid states.

З.К. Нурубейли, К.З. Нуриев, Т.К. Нурубейли

СПЕЦИАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ АНАЛИЗА ТВЕРДЫХ ТЕЛ ЛАЗЕРНЫМ МАСС-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

На основе данных об ионизуемости простых веществ под действием излучения оптического квантового генератора проведен количественный анализ твердых тел на времяпролетном масс-анализаторе с аксиально-симметричным электрическим полем. Показано, что отношение чувствительности регистрации матрицы равно отношению ионизуемости соответствующих простых веществ.

Найден научно обоснованный подход к выбору диаметра фокусировки при количественном анализе твердых веществ.

Qəbul olunma tarixi: 30.04.2012

$TlInS_2$ KRİSTALINDA İSTİLİK TUTUMU VƏ FAZA KEÇİDİ

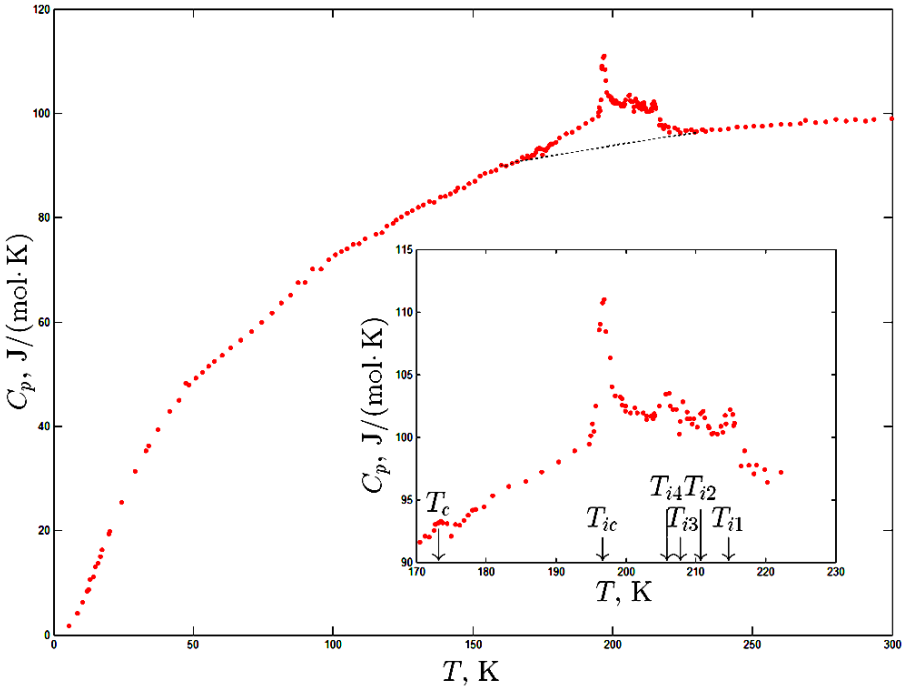
A.M. ABDULLAYEV, E.M. KƏRİMOVA, S.Q. CƏFƏROVA, X.Ş. VƏLİBƏYOV
AMEA akademik H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,
Az-1143, Bakı, H. Cavid prospekti, 33

İndiki işdə $TlInS_2$ kristalının istilik tutumu 4.2–300K intervalında tədqiq edilmişdir. Alınan məlumatlar güclü anizotrop strukturların istilik tutumu nəzəriyyəsinin köməyi ilə analiz oıunmuşdur. $C_p(T)$ asılılığının 170–215K temperatur intervalında bir sıra anomaliyalar aşkar olunur ki, bu da $T_c = 173.4$ K, $T_{ic} = 196.8$ K və $T_{i1} = 214.9$ K temperaturlarda faza keçidinin olmasını göstərir. Faza keçidi ilə əlaqədar olan enerjinin ΔQ və entropiyanın (ΔS) dəyişmələri, termodinamik potensialın əmsalları təyin olunmuşdur. $\frac{\Delta S}{R} = 0.14$ kiçik qiyməti bu keçidlərin yerini dəyişmə tipli faza keçidlərinə aid olduğunu göstərir. T_{ic} yaxınlığında istilik tutumunun anomaliyasının özünü aparması Landaunun faza keçidlər nəzəriyyəsi ilə qənaətbəxş təsvir edilir.

Açar sözlər: İstilik tutumu; $TlInS_2$; faza keçidi; termodinamik parametrlər
PACS: 65.40.Ba, 65.40.Gr

$TlInS_2$ birləşməsi atomlararası qarşılıqlı təsirin son dərəcə anizotrop olması ilə xarakterizə olunan laylı kristallara aid hesab edilir. Məlumdur ki [1], laylı kristallara aşağı temperaturlarda $C_p(T)$ asılılığını müəyyən edən xüsusi elastiki rəqslər xasdır. Bununla bərabər $TlInS_2$ kristalında xeyli dərəcədə qəfəs rəqslərinin dinamikası [2] ilə əlaqədar olan bir sıra faza keçidləri baş verir [3-5].

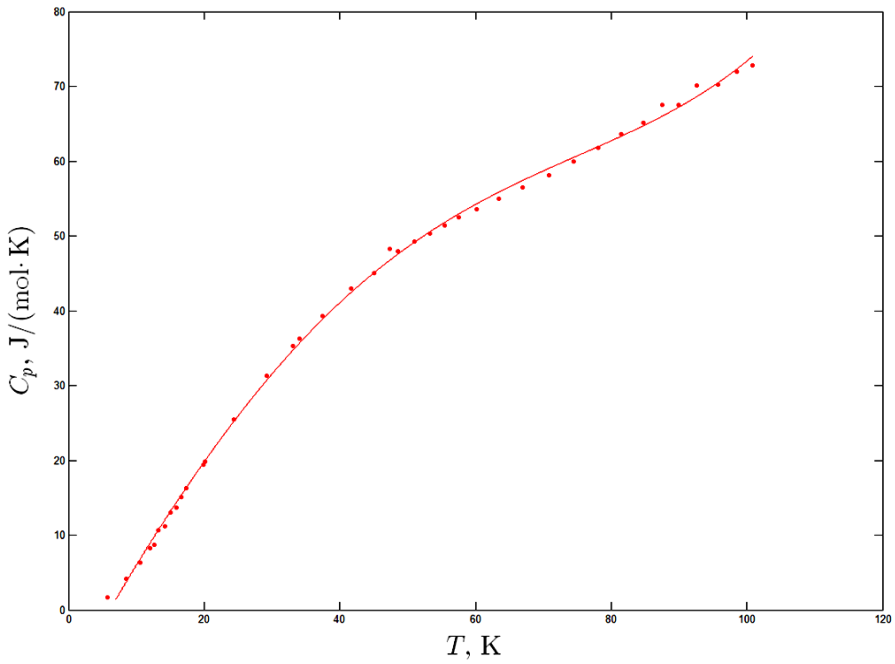
İndiki işdə $TlInS_2$ kristalının presizion kalorimetrik ölçmələr əsasında istilik tutumu öyrənilmişdir. İstilik tutumu əvvəllər [6] işində istifadə olunmuş adiabatik kalorimetrik qurğuda 4.2-300 K intervalında tədqiq edilmişdir. İstilik tutumunun təyinində nisbi xəta T>10K olduqda 0.3% qiymətini aşmır, T< 0K olduqda isə ~2% qiyməti tərtibindədir. Şəkil 1-də $TlInS_2$ kristalının istilik tutumunun tədqiqinin nəticələri göstərilmişdir.



Şəkil 1. $TlInS_2$ kristalının istilik tutumun temperatur asılılığı.

Göründüyü kimi, $TlInS_2$ kristalının $C_p(T)$ asılılığında 170-150K intervalında struktur faza keçidlərinin mövcudluğunu göstərən bir sıra anomaliyalar aşkar olunur [3-5]. Anomaliyaların maksimal qiymətləri T_{i1}=214.9K; T_{i2}=210.9K; T_{i3}=208K; T_{i4}=206.1K; T_{ic}=196.9K; T_c=173.4K temperaturlarına uyğundur. Simmetrik fazada istilik tutumunun artıq qalan hissəsi T_{i1} temperaturundan yuxarıda 214.9– 216K intervalında mövcuddur. Kubik splaynla yaxınlaşmanın köməyi ilə $C_p(T)$ asılılığı $T > T_{i1} + 11$K oblastından T_c temperaturundan kiçik olan oblasta ekstrapolyasiya olunmuş (şəkil 1-də qırıq xətt) və istilik tumunun requlyar (C_{p0}) və anomal (ΔC_p) əlavələri $(\Delta C_p = C_p - C_{p0})$ ayrılmışdır. Bu ayrılma $TlInS_2$ kristalında faza keçidlərinin xarakteristikalarını təyin və analiz etməyə imkan verir.

Şəkil 2-də 4.2– 100K intervalında loqarifmik masştabda $TlInS_2$ kristalının istilik tutumunun təcrübi qiymətlərinin temperaturdan asılılığı göstərilmişdir. İstilik tutumunun kubik qanunu 5.2– 8.5K intervalında ödənir. Kubik asılılıqdan $TlInS_2$ kristalı üçün xarakteristik Debay temperaturunun (θ_D) qiyməti təyin olunmuşdur: $\theta_D = 109 \pm 2$K.

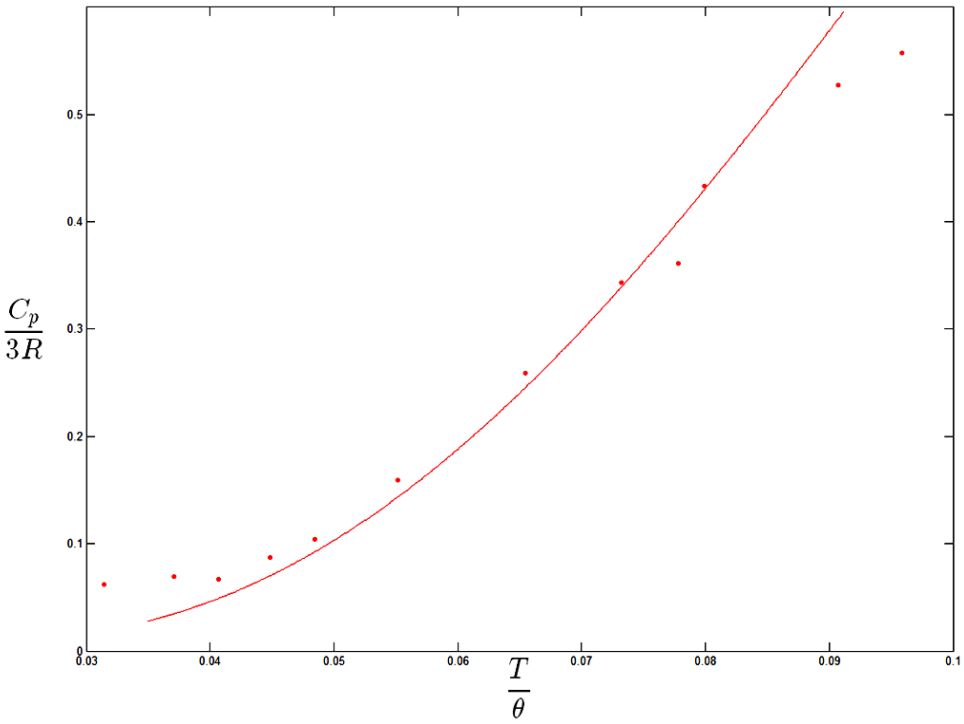


Şəkil 2. $TlInS_2$ kristalı üçün 4.2– 100K intervalında loqarifmik koordinatlarda $C_p(T)$ asılılığı.

Eksperimental məlumatların işlənməsi göstərdi ki, temperatur ardıqca $C_p(T)$ asılılığı $C_p = aT + b$ xətti qanuna yaxınlaşır. Bu xətti qanun 8.5-20K intervalında ödənir. Laylı strukturlarda $C_p(T)$ asılılığında xətti hissənin olması, adətən, laylı kristalların fonon spektrinin xüsusi əyilmə rəqsləri ilə əlaqələndirilir [1]. Fonon spektrinin aşağıtezlikli hissəsi üçün İ. M. Lifşis [7] modeli çərçivəsində sərbəstlik dərəcələrinin qismən həyacanlanması haqqında təsəvvürü nəzərə almaqla 92K qiymətinə bərabər olan ikiölçülü Debay temperaturu ($\theta = 92$K) hesablanmışdır. Göründüyü kimi,ikiölçülü temperatur Debay temperaturundan kiçik olmuşdur ki ($\theta < \theta_D$), bu da laylı strukturların İ. M. Lifşis [1] tərəfindən verilmiş nəzəriyyəsi ilə uyğun gəlmir.

Qeyd etmək lazımdır ki, $TlInS_2$ kristalının aşkar laylı struktura malik olmasına baxmayaraq, $C_p(T)$ asılılığının xətti hissəsinin temperatur sərhədləri bu kristalın binar analoqları ilə müqayisədə olduqca məhduddur [8]. Doğrudan da, [9] -da qeyd edildiyi kimi, [1] işinə uyğun olaraq $C_p \sim T$ münasibəti kifayət qədər geniş intervalda ödəmir ki, bu cür izah (yəni əyilmə rəqslərinin mövcudluğu) korrekt olsun.

Göstərilən vəziyyət təsadüfi deyil, çünki mürəkkəb laylı kristallarda struktur layın "çoxmərtəbəli" olması nəticəsində anizotropiya o qədər də böyük olmur.

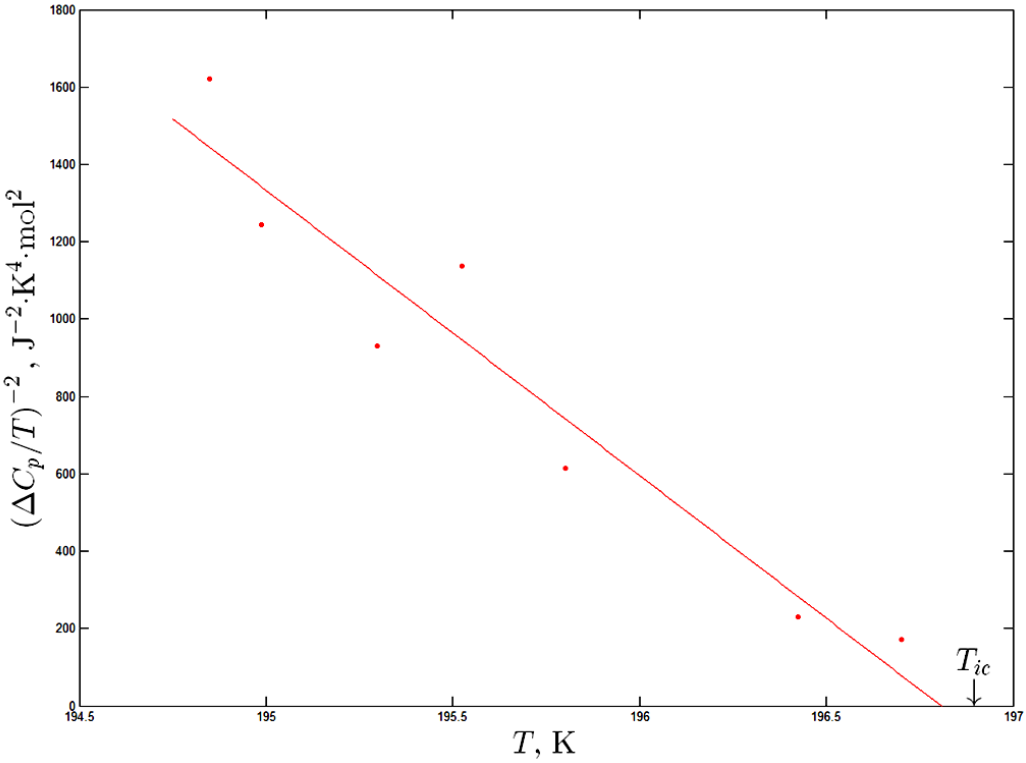


Şəkil 3. $TlInS_2$ kristalının istilik tumunun eksperimental (nöqtələr) və nəzəri (xətt) asılılığı.

[10] işində mikroskopik səviyyədə müxtəlif dərəcəli anizotropiyaya malik laylı kristalların fonon spektrinə baxılmış və göstərilmişdir ki, hətta əyilmə rəqslərini nəzərə almadan laylar arasında zəif əlaqənin olması son dərəcə anizotrop kristalların fonon spektrinin izotrop kristalın spektrindən çox mühüm fərqlənməsinə gətirir. Bu zaman qeyd edilmişdir ki, anizotropiyanın artması ilə aşağı temperaturlarda istilik tutumu güclü artır.

Biz [10] müəlliflərinin verdiyi model çərçivəsində $TlInS_2$ kristalının istilik tutumunun eksperimental məlumatlarının analizini aparmışıq. Şəkil 3-də temperaturun T/θ vahidlərində (θ – layda güclü qarşılıqlı təsirə uyğun xarakteristik temperaturdur) eksperimental (nöqtələr) və nəzəri (bütöv xətt) nəticələr göstərilmişdir. Şəkil 3-də göründüyü kimi, istilik tutumunun eksperimental temperatur asılılığı anizotropiya parametri $\gamma = 0.03$ olan kristal üçün hesablamalarla yaxşı razılaşır ki (γ – qonşu layların atomları arasında qüvvə sabitinin bir layın atomları arasında qüvvə sabitinə olan nisbətidir), bu da $TlInS_2$ kristalının nisbətən zəif anizotropiyaya malik olmasına işarədir ($\theta = 162\text{K}$).

Faza keçidi ilə əlaqədar olan enerjinin (ΔQ) və entropiyanın (ΔS) dəyişmələri uyğun olaraq anomal hissənin $\Delta C_p(T)$ və $\Delta C_p(T)/T$ əyrilərinin altındakı sahənin qrafiki inteqrallanması ilə təyin olunmuşdur (yuxarıda göstərilən temperatur intervalında). ΔQ və ΔS kəmiyyətlərinin qiymətləri cədvəldə verilmişdir. $\Delta S/R$ nisbətinin $\left(\frac{\Delta S}{R} = 0.14\right)$ kiçik qiyməti bu keçidlərin yerini dəyişmə tipli faza keçidlərinə aid olduğunu göstərir.



Şəkil 4. $TlInS_2$ üçün $\left(\Delta C_p/T\right)^{-2}$ ifadəsinin temperatur asılılığı.

$TlInS_2$ kristalının T_{ic} temperaturu yaxınlığında istilik tutumunun asılılığında bir sıra xarakterik xüsusiyyətlər üzə çıxır: T_{ic} temperaturunda kiçik sıçrayış və keçid temperaturuna nəzərən anomaliyanın yerləşməsi simmetrik deyil. T_{ic} temperaturunda faza keçidinə ikinci növ keçid kimi baxmaq olar. Bu nəticə nümunənin qızma və soyuması [5] zamanı alınan $\varepsilon(T)$ temperatur asılılığının 202K yaxınlığında üst-üstə düşməsini təsdiq edilir. $C_p(T)$ asılılığının digər anomaliyalarının forması ikinci növ faza keçidi üçün xarakterikdir. Qeyd etmək lazımdır ki, ~173K ətrafında kiçik anomaliya müşahidə olunur, lakin bu oblastda eksperimental nöqtələrin əks etdirilməsi ondan kənardakına nisbətən pisdir.

Kritik nöqtəyə yaxın T_{ic} temperaturlu keçid nöqtəsi oblastında termodinamik potensialı η nizamlılıq parametrinə görə qüvvət sirasına ayırmaq olar[1]:

$$\Phi = \Phi_0 + A\eta^2 + B\eta^4 + D\eta^6, \qquad (1)$$

harada ki, $A = a(T - T_K)$. Burada II növ faza keçidi üçün $B > 0$ olur. Bu halda keçid T_{ic} temperaturu və T_K tarazlıq sərhəddi eynidir, yəni $T_{ic} = T_K$ [1].

Aşağı simmetryalı fazada termodinamik potensialın minimallaşdırılması istilik tutumunun anomal ΔC_p əlavəsi üçün aşağıdakı ifadəni verir:

$$\Delta C_p = \frac{a^2 T}{2\sqrt{B^2 - 3AD}}.$$

Bu düsturu çevirərək, göstərmək olar ki [11], T_{ic} temperaturundan kiçik temperaturlarda $\left(\Delta C_p/T\right)^{-2}$ kəmiyyətinin temperaturun funksiyası kimi şəkli aşağıdakı kimidir:

$$\left(\frac{\Delta C_p}{T}\right)^{-2} = \frac{4B^2}{a^4} + \frac{12D}{a^3}(T_{ic} - T). \qquad (2)$$

Şəkil 4-də $TlInS_2$ üçün $\left(\Delta C_p/T\right)^{-2}$ ifadəsinin T-dən asılılığı göstərilmişdir. Bu asılılıq 195-196.K intervalında, yəni T_{ic} temperaturunacan xəttidir ki, bu da istilik tutumuna korrelyasiya effektlərinin nəzərə çarpacaq dərəcədə əlavəsi olmamasını göstərir. (2) bərabərliyindən (1) tənliyinin əmsalları arasında iki münasibət təyin edilərək cədvəldə göstərilmişdir.

T_{ic} temperaturundakı faza keçidi yaxınlığında etdiyimiz kimi, digər faza keçidləri üçün istilik tutumunun anomaliyalarının kiçik qiymətləri və faza keçidləri temperaturlarının yaxın yerləşməsi Landaunun termodinamik nəzəriyyəsi çərçivəsində istilik tutumunun anomaliya əlavəsinin kəmiyyətcə analizinin aparılmasına imkan vermə-mişdir.

Məlumdur ki, $TlInS_2$ kristalında 195-202K intervalında ikinci növ seqnetoelektrik faza keçidi müşahidə olunur, 220K temperaturda qeyri-mütənasib fazaya keçid, 170K temperaturda isə birinci növ faza keçidi baş verir [3-5]. İstilik tutumunun bizim tərəfimizdən alınan temperatur asılılığı [3-5] işlərinin məlumatlarını təsdiq edir. Bu zaman istilik tutumunun özünü anomal aparması 196.8-214.9K temperatur oblastında faza keçidlərinin yeni ardıcıllığının olmasını göstərir. Çox sayda keçidlərin olması diqqəti çəkir. Bundan başqa, istilik tutumunun anomaliyaları arasında temperatur intervalı təxminən 2-4K təşkil edir. Dar temperatur intervallı oxşar faza keçidləri digər birləşmələrdə [12-14] də müşahidə olunmuşdur.

Qeyri-mütənasib faza keçidləri nəzəriyyəsi [15-16] struktur modulyasiyasının qaçan dalğalarının mövcudluğunu mümkün hesab edir, lakin adətən kristalın defektləri modulyasiya dalğalarını qəfəsə bağlayır. Buna baxmayaraq, məlumdur [17] ki, modulyasiya dalğalarının bərkidilməsini təkcə defektlər yox, həm də kristal qəfəsin diskretliyi də yarada bilər. [18] işində gtöstərilmişdir ki, mütənasiblik tərtibi böyük olan mütənasib fazalara uyğun dalğa vektorları çox dar temperatur intervallarında bərkidilir. $TlInS_2$ kristalında 196.8-214.9K intervalında modulyasiyanın temperaturdan asılılığını bu oblastda qeyri-mütənasib faza ilə qonşu olan uzun periodlu mütənasib fazaların ardıcıllığının ("şeytan nərdivanı") mövcudluğu haqqında fərziyyə əsasında izah etmək olar.

$\Delta Q, \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol}}$	$\Delta S, \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol\cdot K}}$	$\frac{\Delta S}{R}$	$\frac{a^2}{B}, \frac{\mathrm{J}}{\mathrm{mol\cdot K^2}}$	$\frac{a^3}{D}, \frac{\mathrm{J^2}}{\mathrm{mol^3\cdot K^3}}$
231 ± 13	1.61 ±0.06	0.14	0.239	0.019

[1] *L.D. Landau, E.M. Lifşis*.Teoretiçeskaya fizika. T. V. Statistiçeskaya fizika. Ч. 1. M.: Nauka, 1976. 583s.(Rusca).

[2] Dinamiçeskiye svoystva tverdıx tel i jidkostey. İssledovaniya metodom rasseyaniya neytronov. Pod.red. *S. Lavsi, T.M. Şpringera*. M.: Mir, 1980, 477s.(Rusca).

[3] *A.A. Volkov, Yu.Q. Qonçarov, Q.V. Kozlov i dr*. FTT, 1983, t. 25, № 12, s. 3583-3585.

[4] *S.V. Vaxruşev, V.B. Jdanova, B.B. Kvyatkovskiy i dr*. Pisma v JETF, 1984, t. 39, № 6, s. 245 - 247. .(Rusca).

[5] *R.A. Aliyev, K.R. Allaxverdiyev, A.İ. Baranov i dr.* FTT, 1984, t. 26, № 5 , s. 1271-1276.(Rusca).

[6] *A.M.Abdullayev, E.M. Kerimova, A.K. Zamanova.* J. Fizika, 2009, cild XV, №4, pp. 23-24.

[7] *E.Ye. Anders, B.Ya. Suxarevskiy, L.S. Şestaçenko.* Fizika nizkix temperatur. 1979, t. 5, № 7, s.783-793. (Rusca).

[8] *K.K. Mamedov.* Dinamika reşetki, teployomkost i termodinamiçeskiye svoystva silno anizotropnıx poluprovodnikov tipa $A^{ni}B^{VI}$ i selena pri nizkix temperaturax: Dis. ... dokt. Fiz-mat. Nauk. Baku, 1980. 337s. (Rusca).

[9] *Yu.M. Vilk, V.İ. Peresada*. UFJ, 1985, t. 30, № 7, s. 1098 -1100. (Rusca).

[10] *Ye.S. Sırkin, S.B. Feodosyev*. Fizika nizkix temperatur. 1982, t. 8, №10, s.1132-1135. (Rusca).

[11] *K.S. Aleksandrov, İ.N. Flerov.* FTT, 1979, t. 21, № 2, s. 327-336. (Rusca).

[12] *B.A. Strukov, S.A. Taraskin, K.A. Minaeva, V.A. Fedorkihin.* Ferroelectrics. 1980, v. 25. № 1 - 4. pp. 399 - 402.

[13] *V.V. Zaretskiy, A.U. Şeleq*. FTT, 1986, t. 28, № 1, s. 63-71. (Rusca).

[14] *A.H. Moudden, F. Denoyer, M. Lambert, W.Fitzgerald.* Solid State Commun., 1979, v. 32, № 11, pp. 933-936.

[15] *A.P. Levanyuk, D.Q. Sannikov*. FTT, 1976, t. 18, № 2, s. 423-428. (Rusca).

[16] *P. Bak*. Rep. Prog. Phys., 1982, v.45, № 6, pp.587-629. (Rusca).

[17] *K. Hamano, Y. Ikeda, T. Fujumoto et al.* J. Phys. Soc. Jpn. 1980, v.49, № 6, pp. 2278-2286. (Rusca).

[18] *P. Bak, von Boehm J.* Phys. Rev. B. 1980. V. 21. №11. pp. 5297-5308.

A.M. Abdullaev, E.M. Kerimova, S.G. Jafarova, Kh.Sh. Velibekov

THERMAL CAPACITY AND PHASE TRANSITION IN $TlInS_2$ CRYSTALS

In the present work the thermal capacity of crystals $TlInS_2$ in the range of 4.2–300K has been investigated. The obtained data are analysed with the help of thermal capacity of the strongly anisotropic structure theory. On dependence $C_p(T)$ in the range of 170 – 215K a number of anomalies that testifies to availability of phase transitions at $T_c = 173.4$ K, $T_{ic} = 196.8$ K and $T_{i1} = 214.9$ K is detected. Changes of energy ΔQ and entropy ΔS of phase transition, coefficients of thermodynamic potential are defined. Small value $\frac{\Delta S}{R} = 0.14$ specifies that these transitions relate to transitions of displacement type. The behaviour of an abnormal heat capacity near T_{ic} is well described by the theory of Landau phase transitions.

А.М. Абдуллаев, Э.М. Керимова, С.Г. Джеферова, Х.Ш. Велибеков

ТЕПЛОЕМКОСТЬ И ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД В КРИСТАЛЛАХ $TlInS_2$

В настоящей работе исследована теплоемкость кристаллов $TlInS_2$ интервале 4.2–300 К. Полученные данные проанализированы с помощью теории теплоемкости сильно анизотропных структур. На зависимости $C_p(T)$ в интервале 170 - 215 К обнаружен ряд аномалий, что свидетельствует о наличии фазовых переходов при $T_c = 173.4$ К, $T_{ic} = 196.8$ К и $T_{i1} = 214.9$ К. Определены изменения ΔQ энергии и ΔS энтропии фазового перехода, коэффициенты термодинамического потенциала. Малая величина $\frac{\Delta S}{R} = 0.14$ указывает на то, что эти переходы относены к переходам типа смещения. Поведение аномальной теплоемкости вблизи T_{ic} удовлетворительно описывается теорией фазовых переходов Ландау.

Qəbul olunma tarixi: 07.05.2012

$Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ MONOKRİSTALININ FOTOKEÇİRİCİLİK SPEKTRİNƏ γ- KVANTLARININ TƏSİRİ

A.S. ƏLƏKBƏROV, V.E. AYVAZOVA, Q.M. ƏHMƏDOV
Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
Bakı, Ü. Hacıbəyov küç. 34

$GeS_{0.5}Se_{0.5}$ monokristalı spektrin yaxın infraqırmızı oblastında fotohəssas maddədir. Həm nadir torpaq metalları, həm də γ-şüalanma kristalların fotokeçiriciliyinə güclü təsir edir. Ona görə də $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristalı 10krad dozada şüalandıqdan sonra tədqiq edilmişdir.

Açar sözlər: monokristal, fotokeçiricilik spektri, nadir torpaq metalları, γ- şüalanma, udulma dozası
PACS: 72.40

Optik informasiyanı və haloqrammanı qeydə almaq üçün qeyri-üzvi yarımkeçiricilərdən və şüşələrdən istifadə olunur. Belə maddələrə misal olaraq GeS və GeSe kristallarını göstərmək olar. Bu kristalların fiziki xassələri çox az öyrənildiyi halda, monohalogenidlər əsasında yaranan GeS_xSe_{1-x} bərk məhlulu isə demək olar ki, öyrənilməmişdir. Ona görə də əsas tədqiqat obyekti kimi $GeS_{0.5}Se_{0.5}$ bərk məhlulu seçilmişdir [1].

Psevdobinar sistemlərdə bərk məhlulların alınması üçün elementar germanium, kükürd və selenin birbaşa əridilməsi ilə sintez edilməsi metodundan istifadə olunmuşdur.

İlkin materiallar kimi xüsusi müqaviməti 50 Om·sm olan germaniumdan və B5 markali kükürd və selendən istifadə olunmuşdur.Sintez prosesi uzunluğu 15÷20 sm, daxili diametri 1.8÷2.2 sm olan kvars ampulalarda aparılmışdır. ВЛР-200 tərəzisində ölçülmüş ilkin maddələrdən kükürdün partlayış yaratmaması üçün germanium kristalları həvəngdəstədə toz halına salınır və ampulalara doldurulur. Ampulanın havası diffuziya nasosu ilə sorularaq10^{-6}÷10^{-7} mm.c.st. təzyiq yaradılır və qaynaq edilir.

Sintez prosesi iki mərhələdə aparılır: əvvəlcə ampulanın temperaturu 3dər/dəq sürəti ilə 600ºC temperaturuna qədər qızdırılır. Ampula bu temperaturda 12 saat saxlanıldıqdan sonra 2dər/dəq sürəti ilə 1000ºC-yə qədər qızdırılır. Qızdırılan nümunə 15saat bu temperaturda qaldıqdan sonra soba ilə bərabər soyudulur. Sintez edilmiş üçkomponentli bərk məhlulun tam dinamik tarazlığa gəlməsi üçün likvidus temperaturundan ~30ºC temperaturda bir neçə sutka dəmləməyə qoyulur [5].

Sintez edilmiş $GeS_{0.5}Se_{0.5}$ polikristalları diferensial termik analiz (DTA) və rentgen-quruluş analiz (RQA) metodları vasitəsilə tədqiq edilmişdir. Stepanov ampulalarında aparılmış DTA metodu ilə müəyyən edilmişdir ki, verilmiş temperatur intervalında heç bir termik effekt bas vermir və $GeS_{0.5}Se_{0.5}$ polikristalı bərk məhluldur.

Bərk cismlər elektronikasının inkişafı göstərir ki, nadir torpaq metalları yarımkeçirici kristalların fiziki xassələrinə, o cümlədən fotoelektrik və optik xassələrinə güclü təsir edir. Ona görə də tədqiqat obyekti kimi $GeS_{0.5}Se_{0.5}$ kristalı seçilmişdir. Bu kristalın sintezi və kompleks fiziki-kimyəvi analizi $GeS_{0.5}Se_{0.5}$ psevdobinar birləşməsində olduğu kimidir. Əlavə olaraq tərəfimizdən yeni nümunənin monokristalı yetişdirilmiş və alınan monokristalın laueqramması çixarılmışdır. Difraktoqrammada ДРОН-1.5 qurğusunda, 10º≤2θ≤80º bucaq intervalında aparılmışdır [4].

RQA göstərir ki, Nd atomları matrisanın qəfəs parametrlərini cüzi dəyişir,heç bir faza keçidi yaratmır.

Kompleks fiziki-kimyəvi analizdən sonra $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ bərk məhlulunun monokristalı Bricmen üsulu ilə yetişdirilmişdir. İkizonalı sobanın yuxarı hissəsinin ərimə temperaturu nümunənin ərimə temperaturundan 50º yuxarı, aşağı hissəsinin temperaturu isə 50º aşağı qərarlaşdırılmışdır. Kvars ampulanın sobada hərəkət sürəti 2.3mm/saat olmuşdur. РКОП-А kamerasında alınmış laueqramdan $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ nümunəsinin monokristal olması təsdiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, kristalın yetişməsi [001] istiqamətindədir.

Yüksək anizotropluğu ilə seçilən laylı monokristallar işığahəssas fotoqəbuledicilər hazırlanması istiqamətində perspektivli maddələr hesab olunur. Belə kristallara misal olaraq Ge S və GeSe monokristallarını göstərmək olar.

Germanium monohalogenidləri ortorombik sinqoniyada kristallaşır və onların qəfəs parametrləri aşağıdakı kimidir:

Ge S üçün: a=4.40; b=3.65; c=10.44Å

Ge Se üçün: a=4.38; b=3.82; c=10.79Å

Qəfəs parametrlərinin yaxınlığı, fiziki xassələrinin oxşarlığı bu maddələrdən çox geniş intervalda bərk məhlullar yaratmaq imkanı verir. Bu səbəbdən də yaradılan GeS_xSe_{1-x} kristallarının fotohəssaslıq oblastı çox geniş spektri əhatə edir [2].

Konkret olaraq, hazırki işdə, əsas tədqiqat obyekti kimi $GeS_{0.5}Se_{0.5}$ bərk məhlulu seçilmişdir. Keçən əsrin ortalarından, tərkibində Nd aşqarları olan bərk cism lazerlərinin yaradılmasından sonra, nadir torpaq metallarına olan maraq kəskin artmışdır. Bütün bunları nəzərə alaraq tədqiqat obyekti kimi $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristalı seçilmişdir.

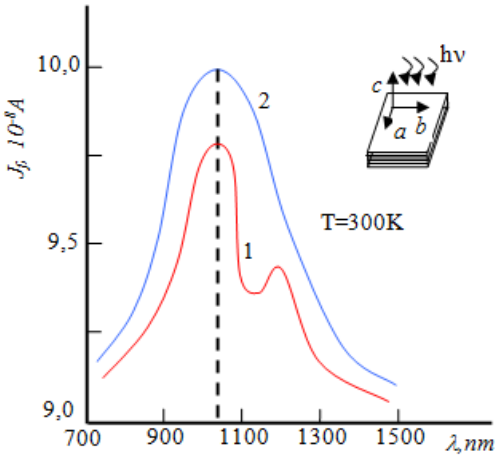
$Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristalları Bricmen metodu ilə yetişdirilmişdir. Alınmış kristallar üzərində kompleks fiziki-kimyəvi analiz aparılmışdır. Nümunənin difraktoqrammaları ДРОН-3 qurğusunda alınmış, mikrostrukturu isə МИМ-8 mikroskopunda tədqiq edilmişdir. Sintez olunmuş polikristalda faza keçidlərinin olub-olmaması və nümunənin ərimə temperaturu termoqrafik metodla öyrənilmişdir.

Alınmış laylı monokristalların fotoelektrik xassələrini öyrənmək üçün omik kontaktlar gümüş pastası vasitəsi-

lə qoyulmuşdur. Tədqiq olunan monokristalların ölçüləri 6·10mm, qalınlığı isə d=2÷200mkm ölçüsündə olmuşdur.

$Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}$ $Nd_{0.01}$ monokristalının fotokeçiricilik spektrinə γ -kvantların təsirini öyrənmək üçün bu nümunə həm şüalanmadan əvvəl, həm də sonra tədqiq edilmişdir. Monokristalın fotokeçiricilik spektrini almaq üçun əsasını MDR-2 monoxromatoru, Y5-9 gücləndiricisi və H-307 özüyazan cihazdan ibarət qurğudan istifadə olunmuşdur.

$GeS_{0.5}Se_{0.5}$ monokristalının elektrofiziki xassələrinin tədqiqi göstərdi ki, həm GeS, həm də GeSe kristalları kimi, bu bərk məhlul da p-tip elektrik keçiriciliyinə malikdir. Bərk məhlula vurulan Nd aşqarları isə kristalın tipini dəyişməsə də müqavimətini ~10^3 dəfə artırır.



Şəkil 1. $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristallarının fotoke çiricilik spektri: 1-şüalanmadan əvvəl, 2- şüalanmadan sonra.

$Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristalının fotokeçiricilik spektrinin otaq temperaturunda aparılan tədqiqatı isə onu göstərir ki, ana maddədən fərqli olaraq Nd aşqarları dalğa uzunluğunun λ≈1150nm qiymətində əlavə maksimum yaradır. Aparılan araşdırmalar göstərir ki, temperaturun T>200K qiymətlərində müşahidə edilən bu maksimum mürəkkəb elektron konfiqurasiyasına malik Nd atomundakı keçidlərlə bağlıdır. Məsələyə aydınlıq gətirmək üçün həmin nümunə C^{60} izotopundan 10krad dozada γ-şüalanmaya məruz qalmışdır. Aparılan təkrar təcrübə göstərdi ki, Nd aşqarları ilə bağlı müşahidə edilən maksimum γ-kvantlarla şüalanmadan sonra aradan qalxır, nümunənin fotokeçiriciliyi artır.

γ - kvantlarla şüalanma $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristalının yalnız fotokeçiricilik spektrinə deyil, digər optik xassələrinə və parametrlərinə də güclü təsir edir. Bu isə verilmiş sahədə aparılan tədqiqat işinin perspektivindən xəbər verir.

Beləliklə, $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristalının fotokeçiriciliyinin tədqiqindən aşağıdakı nəticələr alınır:

-Nd aşqarları $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristalının fotokeçiricilik spektrində, T>200K temperaturunda əlavə maksimum yaradır;

-Nd aşqarları $GeS_{0.5}Se_{0.5}$ monokristalında anizotropluğu zəiflədir, nümunənin tipini və fəza simmetriyasını dəyişmir;

-C^{60} izotropundan 10krad dozada edilmiş γ-şüalanma Nd atomlarının yaratdığı maksimumunu aradan qaldırır;

- γ - kvantlarla şüalanma $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristalının fotokeçiriciliyini artırır.

[1] *D.İ. Bletskan i dr.* UFJ, 1976, t. 21, №10, s. 1585-1590. (Rusca).

[2] *D.İ. Bletskan, İ.F. Kopinets, P.P.Poqoretskiy, Ye.N. Salnova, D.V. Çenur.* Kristalloqrafiya, 1975, t. 20, №5, s.1008-1012. (Rusca).

[3] *D.İ. Bletskan, N.İ. Palotinets, D.V.Çenur.* FTP, 1983, t. 17, №7, s. 1270-1274

[4] *Yu.M. Knyazev.* Svoystva redkozemelnıx metallov. Sverdlovsk. İFM UNS AN SSSR, 1972, s. 120. (Rusca).

[5] *A.V. Abasov, R.S. Madatov, V.İ. Stafeyev.* Radiasionno-stimulirovannıye protsessı v xalkogenidnıx strukturax. B. 2010, 349s. (Rusca).

A.S. Alakbarov, V.M. Ayvazova, G.M. Ahmadov

INFLUENCE OF γ-QUANTUM ON PHOTOCONDUCTIVITY SPECTRUM OF $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ MONOCRYSTAL

Investigations of the photoconductivity spectrum of $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}$ $Nd_{0.01}$ monocrystal at room temperature show that γ-radiation influences on photoconductivity. in close infrared field of spectrum. After γ- radiation by10 kRad the impurity peak of neodymium is vanishing and photoconductivity of $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}$ $Nd_{0.01}$ monocrystal increases.

А.С. Алекперов,В.Е. Айвазова,Г.М. Ахмедов

ВЛИЯНИЕ γ-КВАНТОВ НА СПЕКТР ФОТОПРОВОДИМОСТИ МОНОКРИСТАЛЛА $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$

В результате иследования спектра фотопроводимости монокристалла $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}$ $Nd_{0.01}$ при комнатной температуре,было установлено,что γ-излучение влияет на фотопроводимость.После излучения γ-квантами в дозе 10крад исчезает примесный пик неодима и увеличивается фотопроводимость монокристалла $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}$ $Nd_{0.01}$.

Qəbul olunma tarixi: 15.05.2012

MAQNİT SAHƏSİNİN POLİSTİROLUN STRUKTURUNA VƏ ELEKTRİK MÖHKƏMLİYİNƏ TƏSİRİ

A.M. MƏHƏRRƏMOV, D.F. RÜSTƏMOVA
Azərbaycan MEA Radiasiya Problemləri İnstitutu
arifm50@yandex.ru
AZ-1143. Bakı, B.Vahabzadə küç. 9

İntensivliyi 1,8 – 4,0 кE olan sabit maqnit sahəsinin məhluldan kristallaşdırılmış polistirolun elektrik möhkəmliyinə ($E_{deş}$) və İQ udulma spektrinə təsiri öyrənilmişdir. Göstərilmişdir кi, maqnit sahəsinin 2,5-3 кE qiymətlərinə qədər $E_{deş}$- nin qiyməti artır, sonra isə onun stabilləşməsi müşahidə olunur. Maqnit sahəsində, benzol və ya toluol məhlulundan kristallaşdırılmış PS-un İQ udulmasının dəyişməsi ilə $E_{deş}$ qiyməti arasında korrelyasiya olduğu müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: polistirol, maqnit sahəsinin təsiri, elektrik möhkəmliyi, məhluldan strukturlaşdırma, İQ- udulma.
PACS: 541.64+541.15:678.742

Maqnit sahəsi diamaqnitlərin deformasiya və axma sürətini, bərk polimerlərin isə müxtəlif struktur vahidlərinin mütəhərrikliyini dəyişə bilər. [1]-də müəlliflər ilk dəfə olaraq, maqnit sahəsində vulkanlaşdırılmış CKH-40 kauçukunun oliqoefirakrilatla qarışığına 433K temperaturda H=5кE sabit maqnit sahəsinin təsirini öyrənmişlər. Elektron-mikroskopik üsulla müəyyən edilmişdir ki, vulkanizasiya prosesində üstmolekulyar quruluşlar maqnit sahəsi istiqamətində oriyentasiya olunur. Maqnit sahəsinin təsiri həmçinin vulkanizatların qırılmaya qarşı müqavimətinin 20-30% artmasına səbəb olur. Digər işlərdə maqnit sahəsinin (MS) təsiri ilə polimerlərin relaksasiya və mexaniki xassələri ilə birgə diamaqnit həssaslığının da dəyişilməsi haqqında məlumatlar verilmlşdir [1-3]. Göştərilmişdir ki, H=20E maqnit sahəsində, epoksid və poliefir qətranlarının axma proseslərində sıçrayışlı deformasiyanın sürəti aşağı düşür [2]. Məsaməli polimer matrislərdə metal doldurucuların dispersiyasından asılı olaraq müxtəlif kristallaşma şəraitlərində kompleks xassəli, para-, dia- və ferromaqnit parametrli yeni kompozitlər alınmışdır [3-6].

Qeyd etmək lazımdır ki, sabit мaqnit sahəsinin (MS) polimerlərin xassələrinə təsirini diamaqnit həssaslığının anizotropiyası və molekulların nizamlanma dərəcəsinin artması, kristallitlərin ölçülərinin kiçilməsi ilə əlaqədar olan sahənin molekullara istiqamətləndirici təsiri ilə izah etmək olar. Bu isə öz növbəsində ASPE və YSPE plyonkalarının üstmolekulyar strukturu (ÜMS) elementlərinin anizotropiyası [2-4] və mikrobərkliyinin dəyişməsinə səbəb olur [3-5]. Polimer dielektriklərin elektrofizikası baxımından мaqnit sahəsinin elektrik yüklərinə təsiri Lorens qüvvəsi ilə həyata keçirilir ki, bu da yüklərin trayektoriyasının dəyişməsi hesabına yürüklüyün azalmasına və nəticədə dielektrik itkilərinin (tgδ) də azalmasına gətirib çıxardır. Bununla əlaqədar olaraq [7] müəlliflərin təhlil etdikləri modeldə, Fokker-Plank və Smoluxovskinin tənliklərinin köməyi ilə maqnit sahəsində elektrik dipollarının oriyentasion relaksasiya sürətini ölçməyə cəhd etmişlər və göstərmişlər ki, maqnit sahəsinin artması ilə politetraftoretilen plyonkalarına məxsus *tgδ(T)* əyrisinin maksimumu daha yüksək temperaturlara tərəf sürüşür.

Müxtəlif xarici təsirlərin köməyi ilə polimer zəncirlərə məxsus manqaların istiqamətləndirilmiş oriyentasiyası polimer materialların keyfiyyətinin və xassələrinin yaxşılaşmasına gətirir. Belə üsullardan biri polimerlərin strukturunun, onların oriyentasiyalı dartılması yolu ilə yenidən qurulmasıdır [1].

Polimer zəncirlərin oriyentasiyasının yaradılmasına birbaşa təsir edən faktorlardan biri maqnit sahəsidir. Maqnit sahəsinin termoplastların və termoreaktoplastların, o cümlədən, epoksid qətranının elektret, dielektrik xassələrinə, mikrobərkliyinə və struktur dəyişikliyinə təsir etməsi məlumdur [8-10]. Bəzi hallarda maqnit sahəsinin təsiri polietilentereftalat (PETF) və izotaktik polipropilen (PP) plyonkalarında bəzi mexaniki xarakteristikaların azalmasına gətirib çıxarır. Bəzi müəlliflərin məlumatına görə H=8kE maqnit sahəsində *PP* üçün elastiklik əmsalının 2 dəfə, PETF üçün isə 1115–dən 445 MPa qədər azaldığını, PETF plyonkaları üçün isə kövrək dağılma müşahidə etmişlər [11]. İntensivliyi 80-120 kE olan MS təsiri ilə PE ərintisi qismən nizamlanmış halda olur (kvazimayekristallik) və quruluş elementlərinin oriyentasiyası nəticəsində (əsasən $C=O$ qrupları) maqnitoelektretlər alınır ki, onların da səth yüklərinin effektiv sıxlığı σ_{eff} ~ 1.7-2.9 nKl/sm^2 olur [12].

Göstərilən eksperimental nəticələr hələ ki özünün layiqli izahını tapmayıb. Ancaq onu qeyd etmək olar ki, polimerlərin maqnit sahəsində özünü aparması struktur dəyişikliklər və мüxtəlif relaksasiya proseslərinin xüsusiyyətləri ilə təyin ediləcəkdir. Polimerlərin maqnit sahəsi ilə işlənməsi zamanı baş verən bütün fiziki hadisələri başa düşmək üçün bu məsələnin spektroskopik metodları cəlb etməklə hərtərəfli öyrənilməsi vacibdir.

Təqdim olunan işdə sabit maqnit sahəsinin polistirolun (PS) elektrik möhkəmliyinə $E_{deş}$ və struktur dəyişikliyinə təsiri öyrənilmişdir.

TƏCRÜBƏLƏRİN METODİKASI

(PS) plyonka nümunələri onun benzolda məhlulundan alınıb. Alınan məhlulları sabit maqnitin qütbləri arasında elə yerləşdirirlər ki, onun qüvvə xətləri alınan plyonkaların uzununa oxu boyunca paralel istiqamətdə yönəlmiş olsun. Polimer məhlulu otaq temperaturunda (293 K) həlledici tam buxarlanana qədər maqnit sahəsinin təsiri altında saxlanılır. Maqnit sahəsinin intensivliyi sabit maqnitin qütbləri arasındakı məsafəni tənzimləməklə 1.8-4.0 kE həddində dəyişdirilə bilər. Nümunələri daim eyni yerdə yerləşdirmək və maqnit sahəsinin intensivliyini şuntlama hesabına dəyişmək daha məqsədəuyğundur.

Alınmış PS plyonkalarının İQ spektrləri ilkin (maqnit sahəsi təsir etməmiş) və onlara maqnit sahəsi təsir etdikdən sonra çıxarılıb.

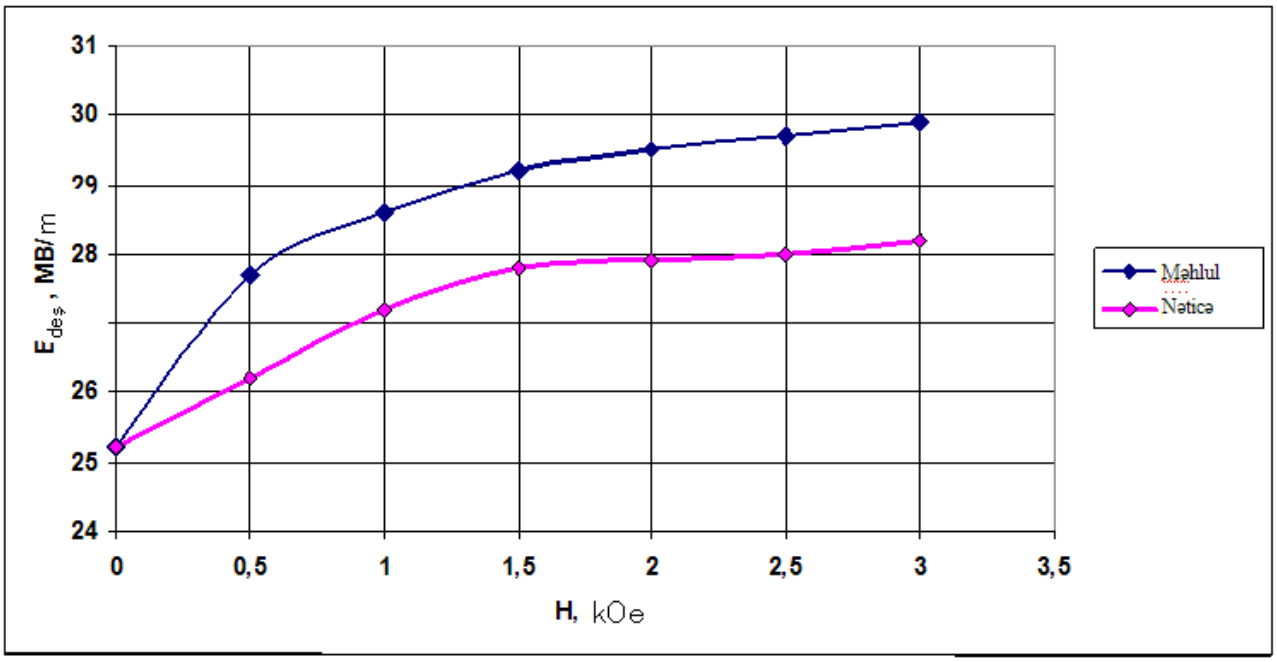
Maqnit sahəsinin təsirindən əvvəl və sonra [12]-də təsvir edilmiş qurğuda, elektrik gərginliyini sabit sürətlə qaldırmaqla, PS plyonkalarının deşilmə gərginliyi ($U_{deş}$) qeyd olunmuşdur. Elektrik möhkəmliyi $E_{deş}$,

$$E_{deş} = U_{deş} / h$$

kimi təyin edilib, burada h- plyonkanın qalınlığı, $U_{deş}$ - deşilmə gərginliyidir.

TƏCRÜBƏLƏRİN NƏTİCƏLƏRİ VƏ ONLARIN MÜZAKİİRƏSİ

Şəkil 1-də PS plyonkalarının qısamüddətli elektrik möhkəmliyinin ($E_{deş}$) maqnit sahəsinin intensivliyindən (H) asılılığı verilmişdir. Maqnit sahəsinin hər bir qiyməti üçün nümunələrin 10-15 müxtəlif nöqtəsində $E_{deş}$ müəyyən edilmiş və onların orta ədədi qiyməti son qiymət kimi götürülmüşdür.



Şəkil 1 PS plyonkalarının elektrik möhkəmliyinin ($E_{deş}$) maqnit sahəsinin intensivliyindən (H) asılılığı

Şəkil 1-dən görünür ki, plyonkaların çökdürülməsi zamanı sabit maqnit sahəsinin təsirindən PS elektrik möhkəmliyi sahənin aşağı qiymətlərində artır, H-ın böyük qiymətlərində isə doyma müşahidə olunur. Elektrik möhkəmliyinin artması polimer zəncirlərin oriyentasiyası hesabına strukturun nizamlanması, həmçinin üstmolekulyar strukturun (ÜMQ) dəyişilməsi ilə əlaqədardır [13, 14].

$H \geq 1.5$ kE böyük qiymətlərində müşahidə olunan doyma, polimer zəncirlərin maksimum oriyentasiya olunması ilə bağlı ola bilər. İstiqamətlənmiş oriyentasiyaya polimerlərin axıcılığının yüksək özlülük halında maqnit sahəsinin təsiri ilə nail olmaq olar. Əgər bərkimə bilavasitə maqnit sahəsində baş verərsə, $H \perp E$ olduqda, quruluş halının müntəzəm ardıcıl və seçmə yolu ilə fiksasiyası nəticəsində materialın oriyentasiya dərəcəsini artırmaq mümkündür.

PS plyonkasının xassələrinin müvafiq məhlula sabit maqnit sahəsinin təsiri nəticəsində dəyişməsi həmçinin molekulyar strukturda mütəşəkkilliyə və uyğun olaraq müxtəlif funksional qrupların yürüklüyündə dəyişiliklərə səbəb olur. Deyilənlər bu qrupların İQ spektrlərində udulma zolaqlarının intensivliyinin dəyişilməsi ilə yoxlanıla bilər. Qısamüddətli deşilmə möhkəmliyinə sınaqdan keçirilmiş nümunələrin İQ spektrlərində baş verən dəyişikliklər cədvəl 1-də verilmişdir.

Cədvəl 1-dən göründüyü kimi, sabit maqnit sahəsi OH qruplarına aid olan 3450-3600 sm^{-1} zolağının İQ udulma qiymətinə təsir göstərmir. Eyni zamanda müvafiq olaraq sadə efirlərə, azotlu birləşmələrə və $C=O$ qruplarına aid olan 1280, 1350, və1735 sm^{-1} zolaqlarında udulma intensivlilikləri artır. 1280 sm^{-1} udulma zolağının intensivliyinin artması sadə efir rabitəsi (C-O-C) vasitəsi ilə tikilmə prosesinin, 1350, və1735 sm^{-1} zolaqlarında isə oksidləşmə proseslərinin getdiyinə dəlalət edir. Bu C-O-C rabitələri vasitəsi ilə tikilmənin hesabına daxili strukturun nizamlılığının dəyişməsini göstərir. Güclü polyarlığa malik $C=O$ qrupu (1735 sm^{-1}) udulma zolağı intensivliyinin bir qədər artımı, çox güman ki, sabit maqnit sahəsində müvafiq oriyentasiya ilə əlaqədardır.

Cədvəl 1

Maqnit sahəsinin təsirinə məruz qalmış PS plyonkaları üçün bəzi İQ udulma zolaqlarının qiymətləri

ν, sm^{-1}	1280	1350	1735	3450--3600
İlkin.Benzol məhlulundan çökdürülmüş	0.13	0.16	0.09	0.02
H=1.2 kE	0.18	0.29	0.12	0.03
H=1.8 kE	0.24	0.46	0.15	0.02
H=2.6 kE	0.32	0.63	0.18	0.04
H=3.6 kE	0.40	0.72	0.28	0.04

Maqnit işlənməsinin müxtəlif sinif polimerlərin fizika-mexaniki [1-4], elektrik [6-8, 14], maqneto-elektret [9-12], mexaniki [15, 16], və s. xassələrinə təsirininin təcrübi nəticələrinin müqayisəli analizi göstərir ki, xarici maqnit sahəsinə reaksiya mikro və makro səviyyələrdə baş verir ki, bu da diamaqnit həssaslığın, axma sürətinin, istiliyə davamlılığın, ərimə temperaturunun, dielektrik itkiləri və nüfuzluğunun anizotropiyasına səbəb olur. PETF plyonkaları üçün maqnit sahəsinin H=140E qiymətində $tg\delta$ qiymətinin azalması 40-50 % təşkil edir [7]. Belə fərz etmək olar ki, maqnit sahəsinin polimerə effektiv təsiri həm də makromolekulların molekulyar mütəhərrikliyindən asılıdır. Bununla əlaqədar PS həlledicilərinin maqnit sahəsinin təsiri altında molekulyar strukturun dəyişilməsi dərəcəsinə baxaq. Cədvəl 2-də benzol və toluol məhlulundan sabit maqnit sahəsində kristallaşdırılmış PS nümunələri üçün müxtəlif qrupların optik sıxlıqlarının dəyişilməsi verilmişdir.

Cədvəl 2

Maqnit sahəsinin təsiri altında benzol və toluol məhlulundan kristallaşdırılmış PS nümunələrinin İQ udulma spektrində baş verən dəyişiklillər

ν, sm^{-1}	1500	1600	1280	1350	1554	1750	3450-3600
İlkin PS	0.745	0.468	0.129	0.158	0.069	0.087	0.019
Benzolda	1.878	0.997	0.179	0.287	0.098	0.121	0.028
2,6 kE	1.234	1.466	0.234	0.448	0.158	0.160	0.038
3,6 kE	0.685	1.510	0.396	0.716	0.223	0.275	0.030
Toluolda	1.866	1.214	0.338	0.544	0.192	0.285	0.015
1,8 kE	1.684	1.065	0.236	0.453	0.147	0.166	0.022
2,6 kE	1.157	0.834	0.321	0.625	0.198	0.214	0.016
3,0 kE	0.945	0.782	0.536	1.463	0.363	0.385	0.062
3,6 kE	0.845	0.625	0.1107	0.237	0.084	0.150	0.037

Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, maqnit sahəsinin təsiri nəticəsində nəzərə çarpan struktur dəyişikliyi benzol məhlulundan kristallaşdırılmış PS nümunələri üçün müşahidə olunur.

Beləliklə deyə bilərik ki, sabit maqnit sahəsi PS plyonkalarının elektrik möhkəmliyinin ($E_{deş}$) bir qədər artmasına səbəb olur ki, bu da maqnit sahəsində benzol və toluol məhlulundan çökdürülmüş PS plyonkalarında struktur dəyişikliyi ilə korrelyasiya təşkil edir. Göründüyü kimi PS plyonkalarının maqnit sahəsində kristallaşdırılması ÜMS elementlərinin daha bərabər paylanmasına səbəb olur ki, nəticədə elektrik yüklərinə təsir göstərən Lorens qüvvəsinin fırladıcı təsiri onların trayektoriyalarını artıraraq yürüklüyün azalmasına və $E_{deş}$ qiymətinin artmasına səbəb olur.

[1] *R.Ş. Frenkel, E.A. Kuzmina.* İssledovaniye vliyaniya maqnitnoqo polya na formirovaniye strukturı kauçuk-olaqomernıx sistem v prosesse vulkanizasii. V. sb. Karbosepnıye polimerı. M. Nauka, 1977, s. 129-131. (Rusca).

[2] *A.D. Stadnik, Q.V. Kirik.* Polimerniye kompozitı I nanokompozitı v maqnitnıx polyax. q. Sumı, 2005, s.239. (Rusca).

[3] *N.N. Pesçanskaya, A.B. Sinani.* FTT, 2008, t.50, vıp.1, s.177-181. (Rusca).

[4] *V.A. Jorin, L.L. Muxina, İ.V. Razumovskaya.* Visokomol. soyed. ser. Б., 1998, t.40, №7, s.1213-1215. (Rusca).

[5] *V.Ya.Roçev, V.Q.Bekeşev,N.N.Savateyev, N.K. Kivrina.* İzv. AN (Rossiya), ser. fiz., 2001,t.65,№7, s.1032-1034. (Rusca).

[6] *A.M. Maqerramov, M.A. Ramazanov, P.B. Atakişiyeva, F.B. Qadjieva.* Plastiçeskiye massı. 2008, №10, s.14-16. (Rusca).

[7] *D.A. Qaranin, V.S. Lutovinov i dr.* FTT, t.32, 1990, №4, s.1172-1176. (Rusca).

[8] *T.F. Abbasov, A.O. Orudjev i dr.* Vısokomol. soyed.ser.Б, 2000, t.42, №6, s.1060-1064. (Rusca).

[9] *Q.A. Luşeykin.* M. Ximiya, 1984, s.55-56, s.78. (Rusca).

[10] *A.N. İonçenkov, E.N. Tkalenko, F.Q. Qilimyanov, M.O. Antoma.* Polimernıye maqnitnıye kompozisii na osnove poliolefinov. V sb. Svoystva I primeneniye polimerizasionnıx plastmass. L. «Plastpolimer», 1983, s.83-85. (Rusca).

[11] P.*A. Aleksandrov, V.V. Budarqin i dr.* Voprosı atomnoy nauki i texniki, ser. Termoyadernıy sintez. 2006, vıp. 1, s. 24-30. (Rusca).

[12] *V.A. Qoldade, V.V. Snejnov, L.S. Pinçuk.* Strukturnaya oriyentasiya i elektriçeskaya polyarizasiya polimerov v slabıx maqnitnıx polyax. Tez. dokl II Vsesoyuz. seminara «Polimernıye i kompozisionnıye seqneto-, pyezo-, piromaterialı i elektretı v uskorenii nauçno-tex.proqressa», Moskva, 1989, otd. NİİTEXİMa, q. Çerkessı 1989, s. 64-65. (Rusca).

[13] Elektriçeskiye svoystva polimerov Pod. red. *B.İ.Sajina.* L. Ximiya. 1986, 224s. (Rusca).

[14] *A.M. Maqerramov.* Strukturnoye i radiasionnoye modifisirovaniye elektretnıx, pyezoelektriçeskix svoystv polimernıx kompozitov, Baku, Elm, 2001, 327s. (Rusca).

[15] *Yu.V. Zelenev, Q.V. Kirik, A.D. Stadnik.* Plastiçeskiye massı, 2003, №4, s.17-19. (Rusca).

A.M. Magerramov, D.F. Rustamova

THE INFLUENCE OF MAGNETIC FIELD ON POLYSTYRENE STRUCTURE AND ELECTRICAL STRENGTH

The influence of constant magnetic field by 1,8-4,0 kOe strength in the process of PS solution crystallization on the electrical strength E_{st} of PS and on the change of IR absorption spectrum has been studied. It has been shown that the value of E_{st} increases within the values of magnetic field up to 2.5-3 kOe, then its stabilization is observed. A correlation has been found between the changes of IR absorption and the value of E_{st} of PS crystallized from solution in benzene and / or toluene in the presence of a magnetic field.

А.М. Магеррамов, Д.Ф. Рустамова

ВОЗДЕЙСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА СТРУКТУРУ И ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ПРОЧНОСТЬ ПОЛИСТИРОЛА

Изучено влияние постоянного магнитного поля напряженностью 1,8-4,0 кЭ в процессе кристаллизации раствора ПС на электрическую прочность $E_{пр}$ и на изменение ИК спектра поглощения. Показано, что величина $E_{пр}$ возрастает при значениях магнитного поля до 2,5-3 кЭ, а затем наблюдается ее стабилизация. Найдена корреляция между изменениями ИК-поглощения и величиной $E_{пр}$ ПС закристаллизованных из раствора в бензоле и/или толуоле в присутствии магнитного поля.

Qəbul olunma tarixi: 23.05.2012

$TlInS_2$ VƏ $TlGaSe_2$ BİRLƏŞMƏLƏRİNDƏ In VƏ Ga ATOMLARININ Dy ATOMLARLA QİSMƏN ƏVƏZ EDİLMƏSİNİN ONLARIN FİZİKİ XASSƏLƏRİNƏ TƏSİRİ

E.M. KƏRİMOVA, N.Z. HƏSƏNOV, A.İ. HƏSƏNOV, K.M. HÜSEYNOVA, A.Ə. İSAYEVA
AMEA akademik H.M.Abdullayev adına Fizika İnstitutu
AZ-1143, Bakı, H.Cavid prospekti,33.

L.Ə. İSMAYILZADƏ
Milli Aviasiya Akademiyası AZ 1045, Baki, Binə 25-ci km
e-mail: Elmirakerimova42@gmail.com

In və Ga atomlarının Dy atomlarıyla qismən əvəz etməklə $TlInS_2$ və $TlGaSe_2$ birləşmələrinin fotoelektrik və optik xassələrinə təsirinin nəticələri müəyyən edilmişdir. Debay metodu ilə $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ bərk məhlullarında laylar arası məsafə təyin edilmişdir. Bu kristallarda fotohəssaslıq uzundalğalı oblasta doğru genişləndiyi müşahidə olunur. $TlGaSe_2$-yə nisbətən $TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$-də qadağan olunmuş zonanın eninin genişlənməsi müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: Monokristal, qəfəs szbitləri, fotokeçiricilik, optic udma spektri, eksiton.
PACS: 71.20.Eh, 71.20Nr, 71.35.Cc, 72.40.+W.

$TlA^{III}X_2^{VI}$ (A-In, Ga; X-S, Se, Te) tipli aşağıölçülü laylı, zəncirvari və laylı-zəncirvari birləşmələr onunla maraqlıdır ki, kristal quruluşun kəskin anizotropluğu bu birləşmələrdə fiziki xassələrin əsas kristalloqrafik istiqamətdən asılılığını müəyyən edir. Bu kristallarda maqnit xassələri əldə etmək, həmçinin fiziki parametrlərin məqsədyönlü idarə edilməsi üçün 3 valentli indium (In) və qallium (Ga) kationlarını 3 valentli hal əmələ gətirən keçid metalları və nadir torpaq elementləri ilə qismən və tam əvəz etmək məqsədə uyğundur [1-5,7].

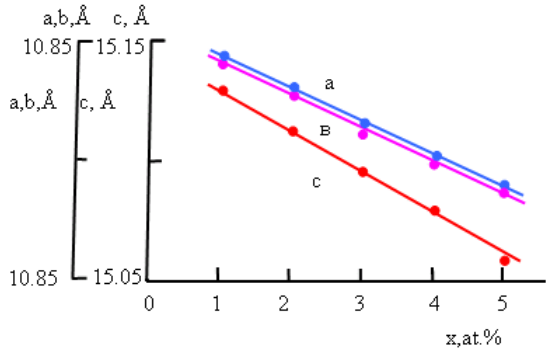
Bricmen - Stokbarger metodu ilə sintez edilmiş $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$-nin (x=0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10) nümunələri toz halına salınaraq CuK_α mənbəyindən şüalandırılmaqla Debaygramması alınmışdır; laylar arası məsafənin ölçüləri (d) aşağıdakı cədvəldə göstərilmişdir. $TlInS_2$ birləşməsinin strukturu ilk dəfə Müller və digərləri [6] tərəfindən təyin edilmişdir ki, $TlInS_2$ elementar qəfəs sabitləri a=10,95; b=10,95, c=15,14Å, fəza qr. C_{2C}, β=100°, Z=16 olan monoklin simmetriyaya malikdir. Tədqiqatımızın nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ nümunələrinin hamısı bir fazalıdır, bütün difraksiya əksolmaları birgiymətli olaraq elementar qəfəs parametrləri [6]-də verilmiş monoklin β-fazalı $TlInS_2$–yə uyğundur.

$TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ nümunələrinin difraktoqramması

$TlInS_2$ [6]		x=0,02		x=0,04		x=0,06		x=0,08		x=0,10	
d_{eksp}, Å	Hkl	d_{eksp}, Å	I/I_1	d_{eksp}, Å	I/I_1	d_{eksp}, Å	I/I_1	d_{eksp}, Å	I/I_1	d_{eksp}, Å	I/I_1
3,842	22¯1	3,829	5	3,802	5	3,775	5	3,754	5	3,728	5
3,456	31¯1¯	3,423	7	3,406	4	3,389	6	3,372	3	3,364	3
3,255	22¯2	3,244	4	3,232	3	-	-	-	-	-	-
2,866	32¯1	2,864	10	2,843	8	2,834	10	2,829	9	2,823	8
2,135	15¯1¯	2,134	5	2,132	3	2,127	3	2,126	4	2,122	4
1,926	25_2	1,925	9	1,923	10	1,920	9	1,918	8	1,916	6
1,864	503;208¯	1,864	2	1,862	6	1,857	1	1,854	7	1,852	9
1,797	600;612¯	1,796	6	1,749	8	1,792	6	1,790	10	1,787	10
1,720	61¯4¯	1,717	7	1,715	7	1,713	5	1,711	5	1,710	5
1,677	24¯6	1,676	5	1,675	5	1,672	5	1,671	6	1,670	7
1,597	109¯319¯	1,595	8	1,597	9	1,592	8	1,590	8	1,589	8
1,433	149¯	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,371	27¯4	1,370	1	1,368	2	1,339	1	1,336	3	1,334	2
1,233	28¯4;719¯	1,232	4	1,231	5	1,230	5	1,230	6	1,229	5
1,224	842¯	1,223	4	1,223	2	1,221	2	1,214	6	1,213	4
1,067	10.2.4¯	1,066	1	1,065	1	1,060	1	1,060	1	1,059	2
1,047	10.3.4¯	1,042	4	1,041	3	1,039	1	1,038	2	1,037	3
0,938	88¯2	0,937	6	0,937	5	0,934	5	0,934	6	0,933	7
0,883	78¯7	-	-	0,882	-	-	-	-	-	-	-

$TlInS_2$-də In atomlarının qismən Dy atomları ilə əvəz olunması $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ nümunələrinin difraksiya maksimumlarının intensivliyinin, d-nin ədədi qiymətinin və elementar qəfəs sabitlərinin azalmasına gətirib çıxarır

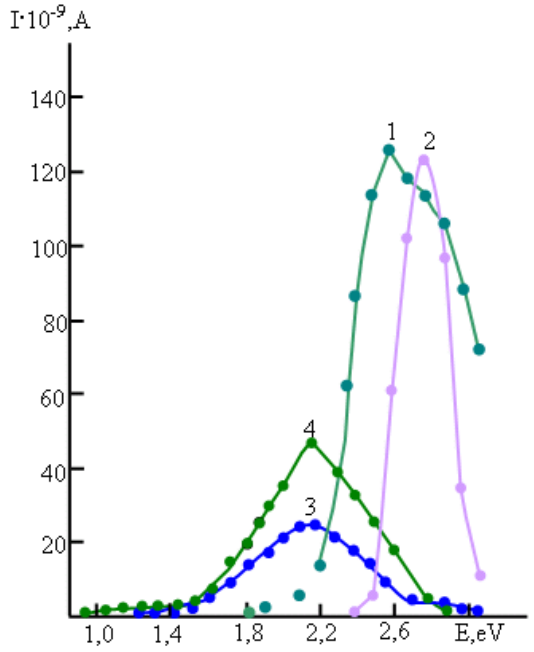
(şəkil 1). Dəyişən tərkibli bərk məhlullarda *x*-in qiyməti artdıqda elementar qəfəs parametrləri hiss olunacaq dərəcədə azalır və bu asılılıq xətti xarakter daşıyır. Elementar qəfəs sabitlərinin ədədi qiymətinin 4,6%-ə qədər azalması, statistik olaraq $TlInS_2$–nin strukturundakı oktaedrik və tetraedrik boşluqlarda yerləşən In (0,88Å) və Dy (0,92Å) atomlarının ion radiuslarının fərgli olması ilə əlaqədardır.



Şəkil 1. $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$–nin elementar qəfəs parametrlərinin tərkibdən asılılığı.

$TlInS_2$ və $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ kristallarının xüsusi müqaviməti uyğun olaraq $3\cdot10^8$Om·sm və $2,4\cdot10^8$Om·sm təşkil edir.

Şəkil 2-də $TlInS_2$ və $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ monokristalları üçün 300K və 77K temperaturlarda fotokeciriciliyin spektral paylanma əyrisi verilmişdir.



Şəkil 2. 300K (1, 3) və 77K (2, 4)-də $TlInS_2$ (1, 2) və $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ (3, 4) monokristallarında fotokeçiriciliyin spektral paylanması əyriləri.

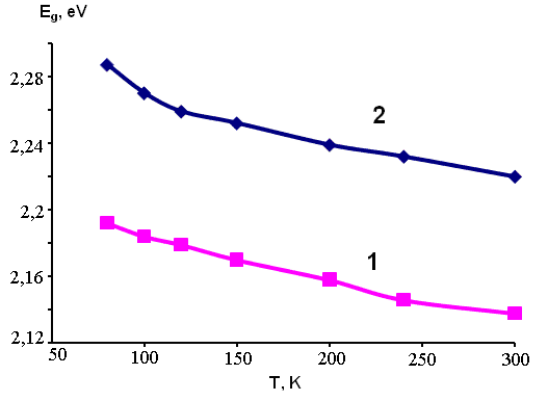
Qadağan olunmuş zonanın eni E_g spektral paylanmaya əsasən fotocərəyanın maksimumunun yarım düşgüsündən hesablanmışdır. 300K və 77K temperaturlarda $TlInS_2$ üçün E_g 2,38eV və 2,61eV-a bərabərdir. Həmçinin 300K və 77K temperaturlarda $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ monokristalları üçün E_g 1,8eV və 1,9eV qiymətləri alır. Şəkil 2-də fotohəssaslığın uzundalğalı oblasta doğru genişlənməsi müşahidə olunur.

Monokristalların fotokeciriciliyi tədqiq edilmişdir, hansı ki legirə edici aşqarların konsentrasiyasına «Comebax" qurğusunda rentgen spektral analizi metodu ilə nəzərət edilib.

0,3-1,3mkm dalğa uzunluğunun diapazonunda fotoelektrik tədqiqat göstərdi ki, otaq temperaturunda fotokeciriciliyin spektral əyrilərində aşqar piklər müşahidə olunur ki, bunlar nadir torpaq element ilə əlaqədardır. Bərk məhlulun tərkibi dəyişdikcə fotokeçiriciliyin maksimumu sürüşür. 300K-də $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ kristalları 0,38-1,2mkm oblastda fotohəssaslığa malikdirlər.

Disproziumla aşqarlanmış $TlGaSe_2$ monokristallarının fotohəssaslıq spektrində $1,8<h\nu<2,0$eV intervalında inversiya müşahidə olunur. $TlGa_{1-x}Dy_xSe_2$ (x=0,001; 0,002; 0,003) monokristalının tərkibini, həmçinin verilən gərginliyi (0,1÷200V) dəyişməklə inversiya nöqtəsini dəyişmək (620-690nm) olar. $TlGaSe_2$<Dy> monokristalının fotoelektrik xassələrini öyrənilməsi əsasında alınan nəticələrə görə dalğa uzunluğu 620-690nm və 77K-dən 140K-nə kimi temperatur oblastında işləyən «fotoelektrik analizatoru» adlanan cihaz düzəltmək mümkün olmuşdur.

$TlGa_{1-x}Dy_xSe_2$ udma spektrinin araşdırılması göstərdi ki, kristallarda düz keçidlərin enerjisini, həmçinin onların qadağan olunmuş zonasının enini təyin etmək olar [2]. $TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$ bərk məhlulları üçün 80-300K temperatur intervalında qadağan olunmuş zonasının eninin temperatur asılılığı öyrənilmişdir (şəkil 3).



Şəkil 3. $TlGaSe_2$-də (1) və $TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$–də (2) qadağan olunmuş zonasının eninin temperatur asılılığı.

Tədqiqatlar göstərdi ki, $TlGaSe_2$ monokristalının və $TlGa_{1-x}Dy_xSe_2$ (x=0,01) bərk məhlulunun udulma kənarlarının strukturunda aşağıdakı fərqlər var:

Aşağı temperaturlarda $TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$–də düz keçid yaxınlığında eksitonun əmələ gəlməsi ilə bağlı udma zolağı müşahidə olunmamışdır;

80-120K temperatur intervalında qadağan olunmuş zonanın eninin temperatur əmsalı $TlGaSe_2$ üçün -$3\cdot10^{-4}$eV/K, $TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$ üçün ≈-$7\cdot10^{-4}$eV/K, yəni 2 dəfədən çox fərqlidir;

$TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$ -nin udma əmsalının qiyməti $TlGaSe_2$ –dən yüksəkdir.

Qeyd etmək lazımıdır ki, 120-300K temperatur intervalında hər iki kristal üçün dE_g/dt təxminən -$2,1\cdot10^{-4}$eV/K-dir. $TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$ –nin qadağan olunmuş zonasının eninin qısa dalğalı oblasta tərəf sürüşməsi

$TlGaSe_2$–yə nisbətən 90meV təşkil edir, misal üçün 80K–də $TlGaSe_2$ üçün E_g=2,192eV, $TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$ üçün isə 2,287eV-dir, yəni 1% qallium atomlarının disproziumla qismən əvəz olunması $TlGaSe_2$-nin qadağan olunmuş zonasının enini nəzərə çarpacaq dərəcədə artırır.

[1] *E.M.Kerimova., S.N.Mustafaeva, A.K.Zamanova, K.M.Guseinova.* Thermo-e.m.f. and thermal conductivity of $TlLnX_2$ compounds, Abstracts of European Congress on Advanced materials and processes. Euromat 2009. Glasgow, UK. 7-10 sept. 2009.

[2] *E.M. Kerimova, M.A. Aldjanov, S.N. Mustafaeva, R.Q. Seyidov.* Thermal and kinetic properties of TlTe at 2-350K Abstracts of European Congress on Advanced materials and processes. Euromat 2009. Glasgow, UK. 7-10 sept. 2009. E33-11.

[3] *E.M. Kerimova., F.M. Seyidov, N.Z. Gasanov.* Neorqan. materialı, 2010, T.46, №12, S.1-5. (Rusca).

[4] *E.M. Kerimova., F.M. Seyidov, N.Z. Gasanov.* Neorqan. materialı, 2011, T.47. № 12, S. 1429-1432. (Rusca).

[5] *E.M. Kerimova., S.N. Mustafayeva., Yu.Q. Asadov., R.N. Kerimov.* Tezisı dokladov VII-oy Nasionalnoy Konferensii "Rentgenovskoe, Sinxrotronnoe izluçeniya, Neytronı i Elektronı dlya issledovaniya nanosistem i materialov. Nano-Bio-İnfo-Koqnitivnıye texnoloqii" (RSNE-NBİK). Moskva, Rossiya. 14-18 noyabra 2011.S.21. (Rusca)

[6] *D. Müller, F. Poltman, Hahn H. Zur.* Struktur Ternare Chalkogenides Thalliums mit Alluminium, Gallium und Indium. Z. Naturforsch. B, 1974, V. 29, № 1-2, S. 117-118.

[7] *N.Z.Gasanov, E.M.Kerimova*. Study of the influence of the introduction of rare-earth elements on the physical properties of the $TlGaS(Se)_2$ layered semiconductors. Book of Abstracts, 16th International Conference on Ternary and Multinary Compounds (ICTMC-16), Technical University, Berlin, Germany, 15-19 sept., 2008, ID-43.

E.M. Kerimova, N.Z. Gasanov, L.A. Ismailzade, A.I. Gasanov, K.M. Huseynova, A.A. Isayeva

INFLUENCE OF PARTIAL SUBSTITUTION OF ATOMS In AND Ga BY Dy ATOMS IN $TlInS_2$ AND $TlGaSe_2$ COMPOUNDS ON THEIR PHYSICAL PROPERTIES

The results of the experimental studies of the influence of partial substitution of In and Ga atoms by Dy atoms in $TlInS_2$ and $TlGaSe_2$ compounds on photovoltaic and optical properties of these crystals are shown. Using Debye method interlayer distances in $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$ solid solutions were identified. In these crystals widening of photosensitivity region to the long wave side is seen. An increase in width of forbidden gap of $TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$ relative to $TlGaSe_2$ has been found.

Э.М. Керимова, Н.З. Гасанов, Л.А. Исмаилзаде, А.И. Гасанов, К.М. Гусейнова, А.А. Исаева

ВЛИЯНИЕ ЧАСТИЧНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ АТОМОВ In И Ga АТОМАМИ Dy В СОЕДИНЕНИЯХ $TlInS_2$ И $TlGaSe_2$ НА ИХ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Приводятся результаты экспериментальных исследований по изучению влияния частичного замещения атомов In и Ga атомами Dy в соединениях $TlInS_2$ и $TlGaSe_2$ на фотоэлектрические и оптические свойства этих кристаллов. Методом Дебая определены межслоевые расстояния в твердых растворах $TlIn_{1-x}Dy_xS_2$. В этих кристаллах наблюдается расширение области фоточувствительности в длинноволновую сторону. Обнаружено увеличение ширины запрещенной зоны у $TlGa_{0,99}Dy_{0,01}Se_2$ по отношению к $TlGaSe_2$.

Qəbul olunma tarixi: 12.05.2012

$SmSnSe_2$ BİRLƏŞMƏSİNİN ELEKTRİK KEÇİRİCİLİYİ MEXANİZMİ

B.A. TAHİROV, M.İ. MURQUZOV, V.Ə. ƏBDÜRƏHMANOVA, X.A. ADIGÖZƏLOVA, Ş.İ. İSMAİLOV

AMEA akademik H.M. Abdullayev adına Fizika İnstitutu,
Az-1143, Bakı, H.Cavid prospekti, 33

Məqalədə $SmSnSe_2$ birləşməsinin elektrik keçiriciliyinin (σ), Xoll əmsalının (R_x) və yükdaşıyıcılarının xoll yürüklüyünün (U_x) təcrübədən alınmış qiymətlərinin analizi verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, $\sigma(T)$ və $R(T)$ asılılığı normal dəyişir və keçiricilikdə iki növ yükdaşıyıcı iştirak edir. Tədqiqat aparılan temperatur intervalında (T=300÷600K) yükdaşıyıcılar əsasən ion mərkəzlərindən səpilir və temperaturun artması ilə nümunənin elektrik keçiriciliyi qismən sıçrayışlı keçiricilik hesabına artır.

Açar sözlər: birləşmə, elektrik keçiriciliyi mexanizmi, səpilmə mexanizmi, Holl əmsalı, yürüklük
PACS: 72.20

GİRİŞ

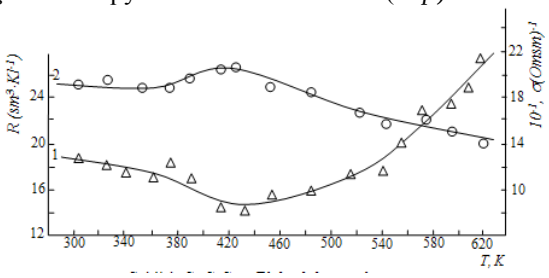
Ədəbiyyat materiallarının təhlilindən məlum olur ki, son zamanlar nadir torpaq metallarının (NTM) iştirakı ilə olan mürəkkəb birləşmə və ərintilərin tədqiqinə maraq xeyli artmışdır [1-3]. Buna səbəb NTM-nin özünəməxsus spesifik xassələrinin olmasıdır [4]. Bu elementlərin izolə olunmuş atom quruluşunda daxili *4f* enerji səviyyəsində olan mütəhərrik elektronlar onlardan kondensə olunmuş sistemə keçdikdə atomların "əvvəlki" halındakı ($s+d$) valent elektronları iki qrupa; lokallaşmış və kollektivləşmiş hallara bölünür [4,5]. Bu xassə NTM-nın iştirakı ilə olan komponentlərin təbiətindən və nisbətlərindən asılı olaraq valentliyi müxtəlif formada dəyişdirir. Nəticədə NTM-nın iştirakı ilə olan mürəkkəb birləşmə və yaxud ərintilərdə müxtəlif fiziki xassələrə malik maddələr almaq mümkün olur. Ona görə də NTM-nın iştirakı ilə olan tərkiblərin öyrənilməsi maraq kəsb edir. Təqdim olunan məqalə NTM-dan olan Sm metalının iştirakı ilə olan $SmSnSe_2$ birləşməsinin elektrik keçiriciliyi və yükdaşıyıcıların səpilmə mexanizmi araşdırılır. Sm metalının özü dəyişkən valentli (Sm^{2+} və Sm^{3+}) olduğundan bu xalkogenid birləşmədə fiziki keçiriciliyin xassələrinin öyrənilməsi xüsusi maraq kəsb edir [6].

TƏCRÜBƏNİN APARILMASI

$SmSnSe_2$ birləşməsinin alınması texnologiyası və fiziki-kimyəvi analizi [4-6] ədəbiyyatlarında verilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, $SmSnSe_2$ birləşməsi rombik sinqoniyada kristallaşır. Qəfəs parametrləri a=8,83; b=8,90 və c=6,80Å tərtibindədir. Elementar qəfəsin həcmi V=534,4Å^3, ərimə temperaturu T=940°C-dir. T=780°C temperaturunda parçalanma baş verdiyindən, sintezdən sonra presləmə üsulu ilə paralelepiped şəklində alınmışdır. Rentgenfaza analizi onun tam stexiometrik tərkibə uyğun olduğunu göstərir. Elektrofiziki parametrləri T=300÷600K temperatur intervalında öyrənilmişdir. Ölçmələr kompensasiya üsulu ilə aparılmışdır. Ölçmələr zamanı buraxılan xətalar 2,7%–dən artıq olmamışdır.

TƏCRÜBƏNİN ANALİZİ VƏ NƏTİCƏLƏRİ

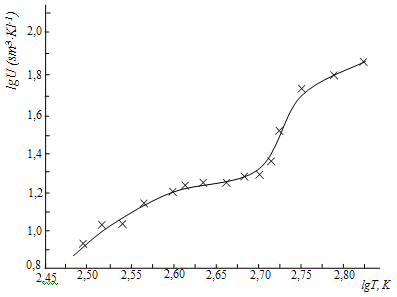
Təcrübədən alınan qiymətlər əsasında uyğun qrafiklər qurulmuş və analiz edilmişdir. Birinci şəkildə $SmSnSe_2$ birləşməsinin elektrik keçiriciliyinin (şəkil 1, 1-ci əyri) (σ) və Xoll əmsalının (R_x) (2-ci əyri) temperatur asılılığı verilmişdir. Qrafikdən göründüyü kimi $\sigma(T)$ və $R(T)$ asılılıqları mürəkkəbdir. Elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı T=456÷560K temperatur intervalında minimumdan keçir və temperaturun sonrakı qiymətlərində artır. Aşqar keçiriciliyi oblastında (T=300÷420K) σ-nın qiyməti monoton artır və yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisi $\Delta\varepsilon_1$=0,24eV tərtibindədir. Bu temperatur intervalında Xoll əmsalının qiyməti maksimumdan keçərək azalır (1-ci şəkil, 2-ci əyri). Təcrübə təkrarən yoxlanılmış və elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığından [$\sigma(T)$] yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisinin qiymətləri hesablanmışdır: T=300÷420K temperaturunda yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisi $\Delta\varepsilon_{g1}$=0,24eV $\Delta\varepsilon_{g1}$=0,24eV və bu temperatur intervalında $n<N_{d1}$ şərti ödənilir. 2-ci temperatur intervalı T=500÷625K-də $\Delta\varepsilon_{g2}$ =0,53eV və bu intervalda $n<N_{d2}$ şərti ödənilir. Bu oblastda daha dərində yerləşmiş enerji səviyyələrindən, nisbətən ağır elektronların keçiricilikdə iştirakı hesabına maddənin elektrik keçiriciliyi nisbətən intensivləşir. T=420÷560K temperatur intervalı isə keçirici zonaya yaxın donor səviyyələrindən sərbəstləşən elektronların tükəndiyini göstərir; $n<N_i$ (burada N_d donor səviyyələrini xarakterizə edir). Üçüncu temperatur intervalında T>630K yükdaşıyıcıların aktivləşmə enerjisi $\Delta\varepsilon_{g2}=0.75eV$ tərtibindədir ki, bu da termik qadağan olunmuş zonanın qiymətini xarakterizə edir ($n\approx p$).



Şəkil 1. $SmSnSe_2$ elektrik keçiriciliyinin və Xoll əmsalının temperatur asılılığı

1-ci şəkildə (2-ci əyri) Xoll əmsalının temperatur asılılığı verilmişdir. Qrafikdən göründüyü kimi $R(T)$ asılılığı T=300÷380K temperatur intervalında sabitdir. T=400÷460K temperaturunda yükdaşıyıcıların qismən aktivləşməsi müşahidə olunur və Xoll əmsalının qiymətində

çox zəif azalma müşahidə olunur. Temperaturun sonrakı artımında, T=520K temperaturunda maksimumdan keçərək azalma müşahidə olunur. Qrafikdən göründüyü kimi həmin temperaturda $\sigma(T)$ asılılığı minimum qiymət alır (1-ci əyri). Təkcə $R(T)$ asılılığının maksimumundan keçərək dəyişməsi bilavasitə $SmSnSe_2$ birləşməsinin energetik zona quruluşunun mürəkkəb olduğunu göstərir. $R(T)$ asılılığının maksimumdan keçərək dəyişməsi elektrik keçiriciliyi mexanizmində iki növ (ağır və yüngül) yükdaçıyıcıların iştirak etdiyini göstərir. Qeyd edək ki, istənilən anda nümunənin temperaturundan və təbiətindən asılı olaraq ağır elektron yüngülə və əksinə çevrilə bilər və ona görə də $SmSnSe_2$ birləşməsində ağır elektron sıçrayışla yüngül elektrona çevrilir. Bu proses 2-ci temperatur intervalında keçiricilik mexanizminin qismən aktivləşməsində (temperatur artımında) baş verir.



Şəkil 2. $SmSnSe_2$ birləşməsində Xoll yürüklüyünün temperatur asılılığı.

2-ci şəkildə $SmSnSe_2$ birləşməsində yükdaşıyıcılarının Xoll yürüklüyünün temperaturdan asılılığı verilmişdir. Qrafikdən göründüyü kimi temperaturun artması ilə Xoll yürüklüyü (U_x) mütənasib artır. (U_x) asılılığı T=300÷380K temperatur intervalında $U_x \sim T^{2.0}$ qanunu ilə; T=380÷460K-də $U_x^{0.2}$ qanunu ilə dəyişir. T=460÷480K-də intensiv artım $U_x \sim T^{3.5}$ qanunu ilə dəyişmə müşahidə olunur. Temperaturun sonrakı artımında analoji təkrarlama: $U_x \sim T^{1.8}$ qanunu ilə dəyişmə müşahidə olunur. Beləliklə müəyyən olunmuşdur ki, $SmSnSe_2$ birləşməsində yükdaşıyıcılarının Xoll yürüklüyü mürəkkəb formada dəyişir. Buna səbəb birinci növbədə Sm element atomlarının dəyişkən olması ($Sm^{2+} \nu Sm^{3+}$) nümunənin ionluq dərəcəsinin keyfiyyətcə dəyişməsidir. Beləliklə müəyyən olunmuşdur ki, tədqiqat apardığımız temperatur intervalında yükdaşıyıcıların ionlaşmış və neytral atom mərkəzlərindən səpilməsi üstünlük təşkil edir. Qeyd edək ki, T=380÷500K temperatur intervalında qismən sıçrayışlı keçiricilik mexanizmi də iştirak edir.

Beləliklə təcrübədən aşağıdakı kimi nəticələr alınmışdır.

1. $SmSnSe_2$ birləşməsinin elektrik keçiriciliyi kiçik radiuslu polyaron modelə məxsus keçiricilik tipi yaradır.

Tədqiqat apardığımız temperatur intervalında elektronlarin əsasən ion və neytral atom mərkəzlərindən səpilməsi üstünlük təşkil edir.

[1] *E.M. Qocayev, Ye.S. Jafarova*. Elmi əsərlər, Fundamental elmlər. AzTU -2008 №1 c. VII (25) s.3-8. (Rusca).
[2] Pod.red. *V.P. Juze*. Fiziçeskiye snoystva xalkogenidov redkozemelnıx elementov, «Nauka» 1973. s.474. (Rusca).
[3] Pod.red. *O.M. Aliyev*. Novıye neorganiçeskiye materialı, 1992 .s. 399. (Rusca).
[4] *M.İ. Murquzov*. Sostoyaniye valentnıx elektronov v slojnıx poluprovodnikax s uçastiyem lantanoidov. Diss. na soisk. uç.st. dok. fiz. mat. nauk VQU im. V. Kapsukasa, Vilnyus, 1981, 230s. (Rusca)
[5] *A.P. Qurşumov*. Fiziko-ximiçeskaya i fiziçeskaya prirodı slojnıx poluprovodnikovıx materialov na osnove monoselenida olova. Б.1991. (Rusca)
[6] *Ye.İ. Yarembaş, A.Ye. Yeliseyev*. Metodı sinteza i analiza xalkogenidov. RZE, M. 1975. s. 258. (Rusca)

B.A. Tahirov, M.I. Murguzov, V.A. Abdurakhmanova, H.A.Adigozalova, Sh.I.Ismailov

ELECTRIC CONDUCTION MECHANISM OF $SmSnSe_2$ COMPOUND

The temperature dependence of electric conduction coefficient *(σ)* and Hall coefficient (*R*) of $SmSnSe_2$ compound in 77-600 K interval are measured. It is shown that two kinds of charge carriers take part in the conduction and they scatter by the ion centers. The hopping conduction is observed at temperature increase that leads to the increase of eletric conduction.

Б.А. Таиров, М.И. Мургузов, В.А. Абдурахманова, Х.А. Адыгезалова, Ш.И. Исмаилов

МЕХАНИЗМ ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТИ СОЕДИНЕНИЯ $SmSnSe_2$

Измерены температурные зависимости коэффициента электропроводности *(σ)* и коэффициента Холла (*R*) соединения $SmSnSe_2$ в интервале температур 300-600 К. Показано, что в проводимости участвуют два сорта носителей заряда, которые рассеиваются на ионных центрах. С увеличением температуры наблюдается прыжковая проводимость, что приводит к увеличению электропроводности.

Qəbul olunma tarixi: 19.04.2012

FİZİKA, vol. XVIII №2, section: En
BURAXILIŞINDA DƏRC OLUNAN MƏQALƏLƏRİN QISA XÜLASƏSİ

T.C. İbrahimov, O.B. Tağıyev, C.A. Abuşov, E.A. Allahverdiyev, Q.M. Bayramov, N.H. Dərvişov

MAYE KRİSTAL HOPDURULMUŞ MƏSAMƏLİ SİLİSİUMUN FOTOLÜMİNESSENSİYASI

Məsaməli silisiumun həm təmiz, həm də spektrin bənövşəyi oblastında lüminessensiya verən 5CB və H109 maye kristalları ilə doldurulmuş halında lüminessensiya spektrləri tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, məsamələrinə maye kristal hopdurulmuş silisiumun lüminessensiya spektrlərində həm məsaməli silisiumun, həm də maye kristalın spektr xətləri mövcud olur. Bu zaman məsaməli silisiuma aid müvafiq xətlərin intensivliyi hopdurucu daxil edilməmiş təmiz məsaməli silisiumun lüminessensiyası ilə müqayisədə bir necə dəfə yüksəlir. Təcrübi nəticələr enerjinin maye kristaldan məsaməli silisiuma daxili qeyri radiasion köçürülməsi ilə izah olunur.

S.M. Seyid-Rzayeva

YARIMKEÇİRİCİ NANOBORULARDA REZONANS MAQNETOPOLYARONLARI

Təqdim olunan məqalədə sonlu uzunluqlu yarımkeçirici nanoboruda maqnetopolyarona dair məsələnin nəzəri tədqiqatının nəticələri verilmişdir. Diskret enerji səviyyələrinin Kvant ədədlərinin müxtəlif giymətlərinə uyğun elektronun uzununa maqnit sahəsindəki diskret enerji səviyyələri arasında rezonans səviyyəsinin mövcudluğu aşkar edilmişdir. Rezonans əlaqəni yaradan səbəb kimi elektronun həcmi LO fononlarla garşılıqlı təsirindən istifadə olunmuşdur.

Cırlaşmış hallar üçün olan həyəcanlaşma nəzəriyyəsindən istifadə edərək adi ikiqat və üçqat polyaronların enerjisinin maqnit sahəsindən asılılıqları GaAs üçün qurulmuşdur. İkiqat polyaron halında enerji parçalanmasının ədədi qiymətinin nanoborunun uzunluq və diametrindən asılılığı hesablanmışdır.Müəyyən edilmişdir ki, enerji parçalanmasının ədədi qiyməti nanoborunun uzunluğunun kvadrat kökü ilə tərs mütənasibdir və nanoborunun diametrinin artması ilə zəif azalır.

E. Məmmədov

ÜÇQAT XALKOGENİD ŞÜŞƏLƏRDƏ RENTGEN DİFRAKSİYASI ÜSULU İLƏ ƏLDƏ EDİLMİŞ ORTA NİZAMLANMANIN EVOLYUSİYASI

İlk Sərt Difraksiya Piki (İSDP) baxımından $Ge_xAs_ySe_{1-x-y}$ şüşələri tozlarının rentgen difraksiyası əyriləri öyrənilmişdir. Ən kiçik orta koordinasiya ədədinə malik kompozisiya amorf selenin əyrisinə bənzər iki geniş pikli əyri nümayiş edir. Ge və As atomların sayı artdıqda İSDP intensivliyi artır və o, kiçik bucaqlar istiqamətində sürüşür. Bu, iki və üç ölçülü struktur vahidlərin formalaşması ilə orta nizamlanmanın yaranması ilə izah edilir və kompozisiyanın kimyəvi astananı keçdikdə iki struktur konfiqurasiyadan birinin pozulması ilə nəticələnir.

R.M. Sərdarlı, O.A. Səmədov, A.P. Abdullayev, F.T. Salmanov, S.F. Səmədov, N.A. Əliyeva

γ KVANTLARI İLƏ SÜALANMIŞ $TlGaTe_2$ KRİSTALININ DİELEKTRİK XASSƏLƏRİ

γ- kvantlarla şüalanmış $TlGaTe_2$ kristalının dielektrik nüfuzluğunun temperaturdan asılılığının tədqiqi göstərir ki, kristalın tetraqonal "*c*" oxu boyunca *D*=100 Mrad şüalanma dozasına məruz qaldıqdan sonra dielektrik nüfuzluğunun maksimal qiyməti şüalanmamış hala nəzərən 6 dəfə artır. Sıçrayışın aktivləşmə enerjisi ($E^a_{\parallel}$=0.66eV və $E^a_{\perp}$=0.38eV), onun rəqslərinin tezliyi ($\nu_{\parallel}=2.5\cdot10^{13}$ Hs və $\nu_{\perp}= 6.3\cdot10^{12}$ Hs) təyin olunmuş və göstərilmişdir ki, bu tezlik kristalın fonon rəqslərinin tezlik oblastı ilə üstə-üstə düşür.

Z.Y. Sadıqov, F.İ. Əhmədov, N.V. Anfimov, X.İ. Abdullayev, A.A. Dövlətov, Z.V. Krumşteyn, R.M. Muxtarov, R.S. Mədətov, A.G. Molokanov, A.A. Nozdrin, A.Q. Olşevski, N.A. Səfərov, V.N. Şvetsov

150 MeV PROTONLARLA ŞÜALANMASINDAN SONRA SİLİSİUM MİKRO-PİKSELLİ SELVARİ FORODİODLARININ İŞLƏNMƏSİ

Bu iş proton zərrəciklərin mikro-pikselli selvari fotodiodlara (MSFD) təsirinin öyrənilməsinə həsr edilmişdir. Cihaz dozası $5\cdot10^{10}$ proton/sm^2 və enerjisi 150 MeV olan protonlarla şüalandırılmışdır. Əsas diqqət şüalanmadan sonra cihazın qaranlıq cərəyana və cihazın küy faktoruna yönəldilmişdir.

E.P. Zaretskaya , V.F. Gremenok, A.P. Odrinsky, N.N. Mursakulov, N.N.Abdulzade, Ch.E. Sabzaliyeva

$Cu(In_xGa_{1-x})(S_{1-y}Se_y)_2$ NAZİK TƏBƏQƏLƏRİNİN QURULUŞU, STRUKTUR DEFEKTLƏRİNİN ELEKTRİK AKTİVLİYİ

Nazik təbəqəli CIGS günəş elementlərinin alınma texnologiyası işlənmişdir. $Cu(In_{1-x}Ga_x)$ $(S_yS_{e1}$-$y)$ nazik təbəqələrinin quruluşu, onlarda olan defektlərin elektrik aktivliyi tədqiq edilmişdir. Elektroaktiv defektlərin tədqiqi üçün fotoinduksion cərəyanın nestasionar spektroskopiya (PICTS) metodundan istifadə edilmişdir. PICTS metodu ilə defektlərin yüklənməsi və boşalmasının qeydiyyata alınmasının xüsusiyyətləri müəyyən edilmişdir. CIGS materiallarına məxsus metastabil defektlərin xüsusiyyətləri Lany-Zunger modeli çərçivəsində izah oluna bilər. İşdə bu cür izahın təcrübi sübutu təqdim olunur.

BURAXILIŞINDA DƏRC OLUNAN MƏQALƏLƏRİN QISA XÜLASƏSİ

L.İ. Vəliyeva, İ.N. Əliyeva, E.Z. Əliyev

ALLATOSTATİNLƏR AİLƏSİNƏ MƏNSUB BLAST 1 MOLEKULUNUN SU MÜHİTİNDƏ FƏZA QURULUŞU VƏ MOLEKULYAR DİNAMİKASI

Molekuldaxili qarşılıqlı təsirlər hesabına BLAST 1 neyropeptidinin formalaşmasında iştirak edən amin turşu qalıqlarının əsas və yan zəncirlərinin ikiüzlü bucaqlaının dəyişmə sərhədlərinin qiymətləndirilməsi nəticəsində molekulun fəza quruluşu, konformasiya xüsusiyyətləri və su mühitini modelləşdirən mühitlərdə molekulun mütəhərrikliyi tədqiq edilmişdir. Məlum olmuşdur ki, qeyri-valent və elektrostatik qarşılıqlı təsirlər vasitəsilə stabilləşən Leu1-Phe4 и Phe4-Leu6 fraqmenti verilmiş su nolekulları ətrafında molekulyar dinamika prosesində öz quruluşlarını saxlayırlar.

S.M. Bağırova, Z.M. Zəhrabəyova, V.K. Kazımova, H.X. Əjdərov

ƏRİNTİ ZOLAQ ÜSULU İLƏ ALINAN InAs-GaAs BƏRK MƏHLULLARINDA KOMPONENTLƏRİN AKSİAL PAYLANMASINA ZOLAQ UZUNLUĞUNUN TƏSİRİ

Pfann yaxınlaşmasında göstərilib ki, ərinti zolaq üsulu ilə alınan InAs-GaAs kristallarında komponentlərin aksial konsentrasion profili ərimiş zolağın uzunluğunun dəyişməsi ilə geniş intervalda idarə edilə bilər. Göstərilib ki, verilmiş bircinsli və dəyişən tərkibli InAs-GaAs kristalları əldə etmək üçün optimal texnolojı parametrlər (ərimiş zolağın uzunluğu, ilkin bərk məhlulun tərkibi) komponentlərin paylanmasının riyazi modelləşdirilməsi əsasında müəyyən edilə bilər.

İ.Qasımoğlu, İ.Ə.Məmmədova, M.A.Əliyev

$CuGaSe_2$ MONOKRİSTALLARINDA FOTOQALVANİC EFFEKTLƏR

$CuGaSe_2$ monokristallarında lazer (0,63 mk) və γ-şüalanmanın qısa qapanma cərəyanına təsiri tədqiq edilmişdir. Qısa qapanma cərəyanının dalğa uzunluğundan asılı olaraq müşahidə olunan inversiyası, o cümlədən cərəyanın intensivliyinin dəyişməsi və keçiriciliyin uzun dalğalara doğru genişlənməsi lazer və γ-şüaları ilə şüalandırılması nəticəsində yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının artması ilə bağlıdır.

S.Ş. Qəhrəmanov, F.K. Ələsgərov, S.A. Nəsibova

$A_2^VB_3^{VI}$ <AŞQAR> HƏCMİ KRİSTALLARDA AŞAĞI ÖLÇÜLÜ STRUKTURLARIN ÖZ-ÖZÜNƏ FORMALAŞMASI VƏ ONLARIN MORFOLOGİYASI

$(Te^{(1)}–Te^{(1)})$ aralığında $A^V{}_2B^{VI}{}_3$<aşqar> sistemində aqreqasiya prosesində yaranan morfoloji strukturlar oyrəşilib. Belə nanokonteynerlərdə $A^V{}_2B^{VI}{}_3$ Ni, Zn və Se atomları nanostrukturlaşır. İnterkalyasiya zamanı aşqarlar kvintetlər arasına daxil olurlar. Aqreqasiya zamanı kvant nöqtələri formalaşır; onların əsasında kvant "ipləri" və fraktal makro-pilləkənlər öz-özünə əmələ gəlir.

Belə nanostrukturlaşmış obyektlərdə elektronlar kvant nöqtələrinin baryerlərini keçərək (~50nm) $A^V{}_2B^{VI}{}_3$<Ni> sistemində ZT≈1.1-dən artıq yaratmaq mümkün olmur.

ISSN 1028-8546

2012, Cild XVIII, 2
Section: Az

MÜNDƏRİCAT

1. $Rb_{0,90}Cs_{0,10}NO_3$ monokristallarında polimorf çevrilmələrin morfologiyası
V.İ. Nəsirov, A.F. Həziyeva, Y.Q. Əsədov, E.V. Nəsirov 3
2. İridium silisid-silisium strukturunun energetik diaqramı
E.Ə. Kərimov 8
3. SU-PEQ (4000)-KOH sistemlərinin struktur xüsusiyyətləri
E.Ə. Məsimov, H.Ş. Həsənov, B.G. Paşayev, S.İ. Musayeva 10
4. Günəş fotoelektrik qurğularında maksimal konsentrasiyanın və şüa seli sıxlığının konsentratorun parametrlərindən asılı olaraq təyin olunması
Oruc Əhmədov, Məftun Əliyev 15
5. Bərk maddələrin lazer kütlə - spektrometrik üsulu ilə analizi üçün xüsusi qurğu
Z.K. Nurubəyli, K.Z. Nuriyev, T.K. Nurubəyli 21
6. $TlInS_2$ kristalında istilik tutumu və faza keçidi
A.M. Abdullayev, E.M. Kərimova, S.Q. Cəfərova, X.Ş. Vəlibəyov 25
7. $Ge_{0.99}S_{0.5}Se_{0.5}Nd_{0.01}$ monokristalının fotokeçiricilik spektrinə γ - kvantlarının təsiri
A.S. Ələkbərov, V.E. Ayvazova, Q.M. Əhmədov 30
8. Maqnit sahəsinin polistirolun strukturuna və elektrik möhkəmliyinə təsiri
A.M. Məhərrəmov, D.F. Rüstəmova 32
9. $TlInS_2$ və $TlGaSe_2$ birləşmələrində In və Ga atomlarının Dy atomlarla qismən əvəz edilməsinin onların fiziki xassələrinə təsiri
E.M. Kərimova, N.Z. Həsənov, A.İ. Həsənov, K.M. Hüseynova, A.Ə. İsayeva, L.Ə. İsmayılzadə 36
10. $SmSnSe_2$ birləşməsinin elektrik keçiriciliyi mexanizmi
B.A. Tahirov, M.İ. Murquzov, V.Ə. Əbdürəhmanov, X.A. Adıgözəlova, Ş.İ. İsmailov 39
11. AJP FİZİKA, vol. XVIII №2, section: En buraxılışında dərc olunan məqalələrin qısa xülasəsi 41

www.physics.gov.az