

UOT 586.413.2

**$(TlGaS_2)_x - (TlGaSe_2)_{1-x}$  ( $x = 0,1; 0,2$ ) BƏRK MƏHLULLARININ  
İSTİDƏN GENİŞLƏNMƏSİ VƏ İZOTERMİK SIXILMASI**

<sup>1</sup>QURBANOV MEHDİ MƏHƏMMƏD oğlu

<sup>2</sup>MƏMMƏDOV SƏMƏNDƏR CƏFƏR oğlu

<sup>3</sup>QOCAYEV MURĞUZ MUĞAN oğlu

<sup>4</sup>MƏMMƏDOV FUAD ƏZİZ oğlu

*Sumqayıt Dövlət Universiteti 1,2,3,4-dosent*

[qurbanov.mehti@mail.ru](mailto:qurbanov.mehti@mail.ru)

*Açar sözlər: istidən genişlənmə, izotermik sıxılma, bərk məhlul, kristal qəfəsi, rabitə enerjisi, kimyəvi rabitə*

$TlGaS_2$  və  $TlGaSe_2$  üçqat birləşmələri müasir texnikanın müxtəlif sahələrində praktik tətbiq olunmaları baxımından perspektivli materiallar hesab edilir. Bu materialların əsasında alınan bərk məhlullara da maraq böyükdür. Belə ki, bir sıra ədəbiyyatda göstəriləyi kimi, tərkibdə selenin qismən kükürd ilə əvəz edilməsi faza keçidinin qiymətinə, qadağan olunmuş zonanın eninə, ərimə temperaturuna və atomlararası kimyəvi əlaqə qüvvəsinin qiymətinə təsir göstərir [1-3].

Bu birləşmələrin xarakterik xüsusiyyətlərindən biri, onlarda stexiometrik vakansiyaların konsentrasiyalarının yüksək olması və qadağan zonasında lokallaşmış enerji səviyyələrinin mövcudluğudur. Bərk məhlul alınan zaman bu vakansiyaların konsentrasiyası, atomlararası kimyəvi rabitə və eləcə də qəfəs parametrlərində dəyişikliyə səbəb olur. Bu cür dəyişiklik ilkin birləşmələrə xas olmayan yeni xassələrin yaranmasına gətirib çıxarır. Beləliklə, yeni alınmış bərk məhlulların praktik tətbiqi baxımından geniş imkanlar açılmış olur.

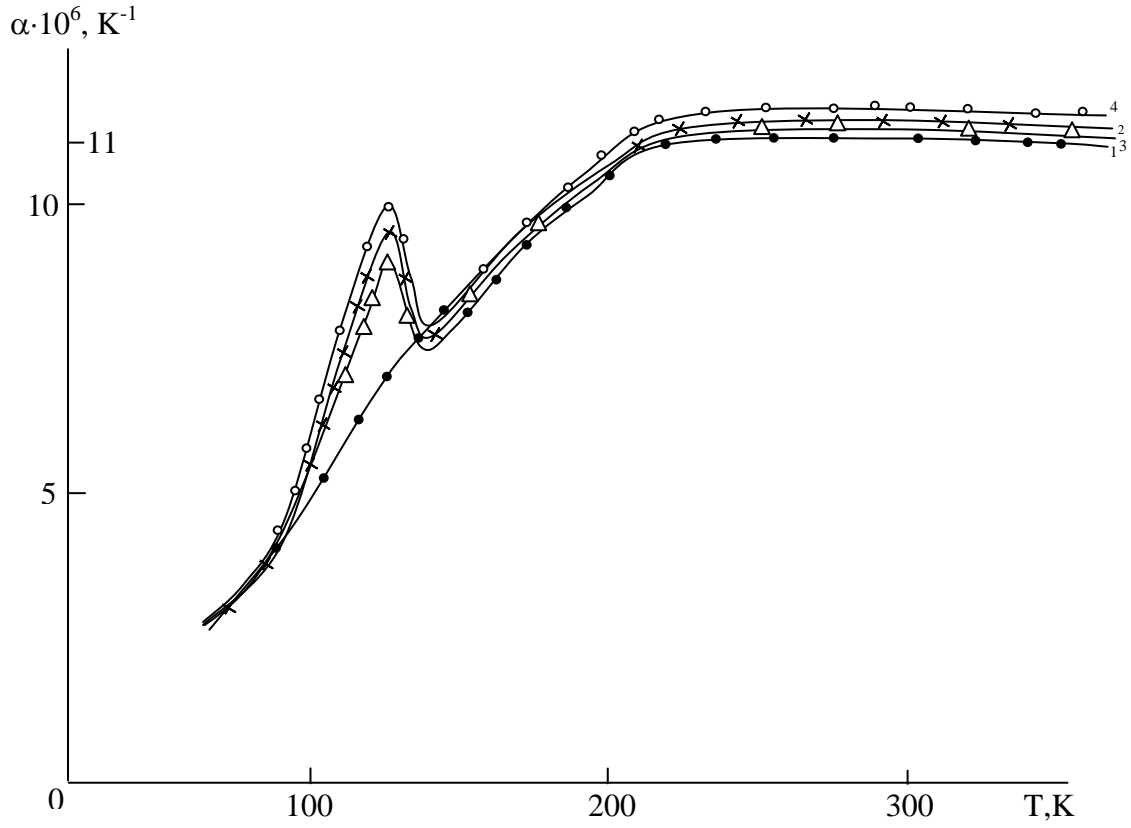
Bu işdə  $(TlGaS_2)_{0,1}-(TlGaSe_2)_{0,9}$  və  $(TlGaS_2)_{0,2}-(TlGaSe_2)_{0,8}$  tərkibli bərk məhlulların istidən genişlənmə və izotermik sıxılma əmsallarının eksperimental qiymətləri və bu qiymətlər əsasında hesablanmış sabit təzyiqdə və sabit həcmdə xüsusi istilik tutumları fərqlinin ( $C_p-C_v$ ) qiymətləri verilmişdir.

Tədqiq olunan bərk məhlullar ədəbiyyatdan mövcud olan metodika əsasında sintez olunmuşdur [4].

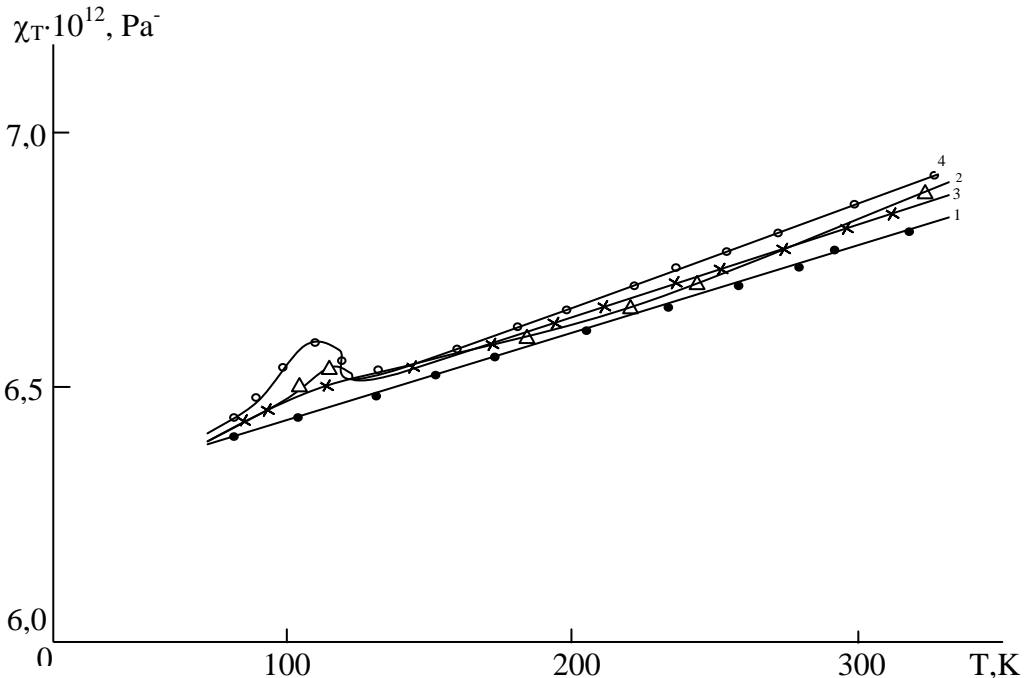
Bərk məhlullar, əvvəlcədən sintez olunmuş  $TlGaS_2$  və  $TlGaSe_2$  birləşmələrindən müəyyən çəki nisbətində götürməklə alınmışdır. Bərk məhlullardan çəkilmiş rentgenoqrammalar əsasında kristallik quruluşun növü müəyyən edilmiş və qəfəs parametrləri hesablanmışdır [5]. Müəyyən edilmişdir ki, bütün tərkiblər monoklin quruluşda kristallaşır. Tərkibdə  $TlGaS_2$ -birləşməsinin çəki nisbəti artdıqca qəfəs parametrlərinin qiymətində azalma alınır. Eyni zamanda bu cür azalma ştrixdiaqrammada müəyyən xətlərə uyğun intensivliyin azalması ilə də müşahidə olunur.

$TlGaS_2$  və  $TlGaSe_2$ -birləşmələri eyni kristallik quruluşa malik olduqlarından onların əsasında alınan bərk məhlullar kəsilməz şəkildə olur və ştrixdiaqrammada bərk məhlul oblastında əlavə xətlər alınmır.

$(TlGaS_2)_x - (TlGaSe_2)_{1-x}$  ( $x = 0,1; 0,2$ ) bərk məhlullarının istidən genişlənmə və izotermik sıxılma əmsalları ədəbiyyatdan mövcud olan metodika əsasında ölçülmüşdür [6]. Bu məqsədlə sintez olunmuş bərk məhlullardan uzunluğu 0,03 m, diametri 0,005 m olan silindrik formalı nümunələr hazırlanmışdır. Ölçmələr zamanı nisbi xəta 0,5% olmuşdur. Ölçmələrin nəticələri şəkil 1, 2-də və cədvəldə verilmişdir. Bu şəkillərdə, həmçinin  $TlGaS_2$  və  $TlGaSe_2$  birləşmələrinin istidən genişlənmə və izotermik sıxılma əmsallarının qiymətləri də göstərilmişdir.



Şəkil 1.  $(TlGaS_2)_x-(TlGaSe_2)_{1-x}$  bərk məhlulunun istidən genişlənmə əmsalının temperatur asılılığı 1.  $x=0$ ; 2.  $x=0,1$ ; 3.  $x=0,2$ ; 4.  $x=0$ .



Şəkil 2.  $(TlGaS_2)_x-(TlGaSe_2)_{1-x}$  bərk məhlulunun izotermik sıxılma əmsalının temperatur asılılığı 1.  $x=0$ ; 2.  $x=0,1$ ; 3.  $x=0,2$ ; 4.  $x=1$ .

Şəkillərdən görüldüyü kimi, ana maddə kimi götürülmüş  $TlGaSe_2$  birləşməsində  $105\div 120K$  temperatur intervalında baş verən ikinci növ faza keçidi, bərk məhlul olan halda da

saxlanır. Lakin tərkibdə həll olan  $TlGaS_2$ -nin çəki nisbəti artdıqca həm istidən genişlənmə, həm də izotermik sıxılma əmsallarının temperatur asılılıqlarında alınan anomaliyaların boyu kiçilir. Bu cür dəyişiklik, tərkibdə  $TlGaS_2$ -nin miqdarının artması ilə kristal qəfəsində defektliliyin artması və bunun nəticəsində atomlararası kimyəvi rabitə qüvvəsinin zəifləməsi ilə izah oluna bilər. Bu fikir  $TlGaSe_2$ -dən  $TlGaS_2$ -yə keçdikcə qadağan olunmuş zonanın eninin azalması ilə də təsdiq olunur.

İstidən genişlənmə və izotermik sıxılma əmsallarının eksperimental qiymətləri əsasında tədqiq olunan bərk məhlullarda sabit təzyiqdə və sabit həcmdə xüsusi istilik tutumları fərqi ( $C_p - C_v$ ) də hesablanmışdır. Hesablamalar ədəbiyyatdan mövcud olan termodinamik düstur əsasında aparılmışdır [7].

$$C_p - C_v = \frac{\alpha^2 VT}{\chi_T} \quad (1)$$

Burada  $\alpha$ -istidən xətti genişlənmə əmsalı,  $\chi_T$ -izotermik sıxılma əmsalı,  $V$ -molyar həcm,  $T$ -temperaturdur. (1) düsturuna daxil olan molyar həcmi qiymətini hesablamaq üçün lazım olan sıxlığın qiyməti piknometrik üsulla ölçülmüşdür.

**Cədvəl**

	T, K	$TlGaS_2$			$(TlGaS_2)_{0,1} - (TlGaSe_2)_{0,29}$			$(TlGaS_2)_{0,2} - (TlGaSe_2)_{0,8}$			$TlGaSe_2$		
		$\alpha \cdot 10^6$ , 1/K	$\chi_T \cdot 10^1$ , m <sup>2</sup> /N	$(C_p - C_v)$ , C/kq·K	$\alpha \cdot 10^6$ , 1/K	$\chi_T \cdot 10^1$ , m <sup>2</sup> /N	$(C_p - C_v)$ , C/kq·K	$\alpha \cdot 10^6$ , 1/K	$\chi_T \cdot 10^1$ , m <sup>2</sup> /N	$(C_p - C_v)$ , C/kq·K	$\alpha \cdot 10^6$ , 1/K	$\chi_T \cdot 10^1$ , m <sup>2</sup> /N	$(C_p - C_v)$ , C/kq·K
1	90	4,29	6,27	0,518	6,81	6,45	1,05	6,79	6,42	0,98	6,85	6,47	2,12
2	100	4,75	6,46	0,732	7,59	6,52	1,54	7,52	6,49	1,32	7,67	6,56	2,69
3	120	5,24	6,54	1,346	8,25	6,59	2,35	8,21	6,57	1,96	8,31	6,65	3,34
4	140	6,42	6,62	1,547	7,37	6,63	3,12	7,53	6,61	2,82	7,64	6,70	4,94
5	160	6,92	6,68	2,301	7,76	6,69	4,57	7,69	6,68	3,61	7,85	6,72	5,61
6	180	7,28	6,71	2,784	8,22	6,75	5,12	8,18	6,71	4,23	8,35	6,77	6,52
7	200	9,21	6,74	3,338	10,12	6,79	6,85	10,06	6,72	5,13	10,23	6,81	8,15
8	250	9,57	6,79	4,735	10,51	6,82	8,01	10,06	6,79	7,25	10,57	6,89	10,25
9	300	10,86	6,87	6,806	10,79	6,91	10,23	10,48	6,86	9,37	11,37	6,98	12,97

Cədvəldən görüldüyü kimi, həm  $TlGaS_2$  və  $TlGaSe_2$  birləşmələrində, həm də onların bərk məhlullarında xüsusi istilik tutumları fərqi ( $C_p - C_v$ ) temperaturun artması ilə artır. Bu cür artımı onunla əlaqələndirmək olar ki, bütün tədqiq olunan tərkiblərdə temperaturun artması ilə atomlararası kimyəvi rabitə zəifləyir, eyni zamanda həm istidən xətti genişlənmə əmsalı, həm də sabit təzyiqdə xüsusi istilik tutumu ( $C_p$ ) artır. Bu fikir ( $C_p - C_v$ ) fərqi  $TlGaS_2$ -dən  $TlGaSe_2$ -yə keçdikcə çoxalması ilə də təsdiq edilir.

$TlGaS_2$ ,  $TlGaSe_2$  və onların bərk məhlullarında  $C_p - C_v$ -fərqi az olması onu deməyə əsas verir ki, bu tip birləşmələr üçün sabit həcmdə xüsusi istilik tutumunun ( $C_v$ ) temperatur asılılığına aid mövcud olan nəzəri modelləri yüksək dəqiqlik tələb olunmayan hallar üçün sabit təzyiqdə xüsusi istilik tutumunun ( $C_p$ )-temperatur asılılığı üçün də tətbiq etmək mümkündür.

Aparılan elmi-tədqiqat işinin yekununda aşağıdakı nəticəni vermək olar:

**Nəticə.** 1)  $TlGaSe_2$  birləşməsində 105÷120 K temperaturlar intervalında baş verən faza keçidi  $(TlGaS_2)_x - (TlGaSe_2)_{1-x}$  bərk məhlulunda  $TlGaS_2$ -nin çəki nisbəti artdıqca zəifləyir və  $x$ -in vahidə yaxınlaşan qiymətlərində tamamilə yox olur; 2)  $(TlGaS_2)_x - (TlGaSe_2)_{1-x}$ -bərk məhlulunda  $x$ -artdıqca atomlararası kimyəvi rabitə güclənir və istidən genişlənmə əmsalının qiyməti azalır.

## ƏDƏBİYYAT

1. Алджанов М.А., Гусейнов Н.Г., Мамедов З.Р. Теплоемкость смешанных кристаллов  $TlInS_2$ - $TlInSe_2$  // ФТТ, т.30, в.2, 1988, 580 с.
2. Абдуллаева С.Г., Беленький Г.Л., Мамедов Н.Т. Экситонные состояния в слоистых полупроводниках  $TlGaS_{2x}Se_{2(1-x)}$  // ФТТ, т.15, в.5, 1981, 943 с.
3. Курбанов М.М. Тепловое расширение и изотермическая сжимаемость  $TlGaS_2$  // Неорганич. материалы, т.37, 2001, 1447 с.
4. Абдуллаева С.Г., Абдинбеков С.С., Гусейнов Г.Г. О кристаллической структуре соединений  $TlM^III X_2^VI (M^III - In, Ga; X-S, Se)$  // Доклад АН АзССР, 1980, т.36, №8, с.34-38.
5. Qurbanov M.M., Məmmədov S.C., Məmmədov F.Ə., Rzayeva A.S.  $(TlGaS_2)_x-(TlGaSe_2)_{1-x}$  ( $0 \leq x \leq 1$ ) bərk məhlulların alınması və rentgenquruluş analizi / Tətbiqi fizika və energetikanın aktual məsələləri. Beynəlxalq konfransın materialları. 24-25 may, Sumqayıt, 2018, s.40-43.
6. Курбанов М.М. Тепловое расширение и изотермическая сжимаемость  $TlGaS_2$ . // Неорганические материалы, 2003, т. 39, 1069-1071 с.
7. Базаров И.П. Термодинамика. М.: Высшая школа, 1976, 78 с.

## РЕЗЮМЕ

### ТЕПЛОВОЕ РАСШИРЕНИЕ И ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ СЖИМАЕМОСТЬ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $(TlGaS_2)_x - (TlGaSe_2)_{1-x}$ ( $x = 0,1; 0,2$ )

*Курбанов М.М., Мамедов С.С., Годжаев М.М., Мамедов Ф.А.*

**Ключевые слова:** *тепловое расширение, изотермическая сжимаемость, твердый раствор, кристаллическая решетка, энергия связи, химическая связь*

В данной работе приведены экспериментальные результаты по температурной зависимости коэффициентов теплового расширения и изотермической сжимаемости твердых растворов  $(TlGaS_2)_x - (TlGaSe_2)_{1-x}$  ( $x = 0,1; 0,2$ ). С использованием термодинамической формулы вычислены разности теплоемкостей при постоянном давлении и объеме ( $C_p - C_v$ ).

## SUMMARY

### THERMAL EXPANSION AND ISOTHERMAL COMPRESSION OF $(TlGaS_2)_x - (TlGaSe_2)_{1-x}$ ( $x = 0,1; 0,2$ ) SOLID SOLUTIONS

*Gurbanov M.M., Mammadov S.J., Gojayev M.M., Mammadov F.A.*

**Key words:** *thermal expansion, isothermal compression, solid solution, crystal lattice, bond energy, chemical bond*

This paper presents experimental results on the temperature dependence of the thermal expansion coefficient and isothermal compressibility of  $(TlGaS_2)_x - (TlGaSe_2)_{1-x}$  ( $x = 0,1; 0,2$ ) solid solutions. Using thermodynamic formulas, the differences in heat capacities at constant pressure and volume ( $C_p - C_v$ ) have been calculated.

Daxilolma tarixi:	İlkin variant	24.12.2018
	Son variant	27.03.2019