

## TIInTe<sub>2</sub>-TlGaTe<sub>2</sub> SİSTEMİNDƏ BƏRK MƏHLULLARIN VOLT-AMPER XARAKTERİSTİKASI

ELDAR MEHRALI QOCAYEV<sup>1</sup>, ÇİNGİZ İLDIRIM ƏBİLOV<sup>1</sup>, MEHRİBAN ŞİRİN HƏSƏNOVA<sup>1</sup>,  
VAQİF CAVAD RÜSTƏMOV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Azərbaycan Texniki Universiteti, H.Cavid pr.25. Bakı, Azərbaycan

<sup>2</sup>Gəncə Dövlət Universiteti, Heydər Əliyev prospekti 429, Gəncə, Azərbaycan

E-mail: [geldar-04@aztu.edu.az](mailto:geldar-04@aztu.edu.az)

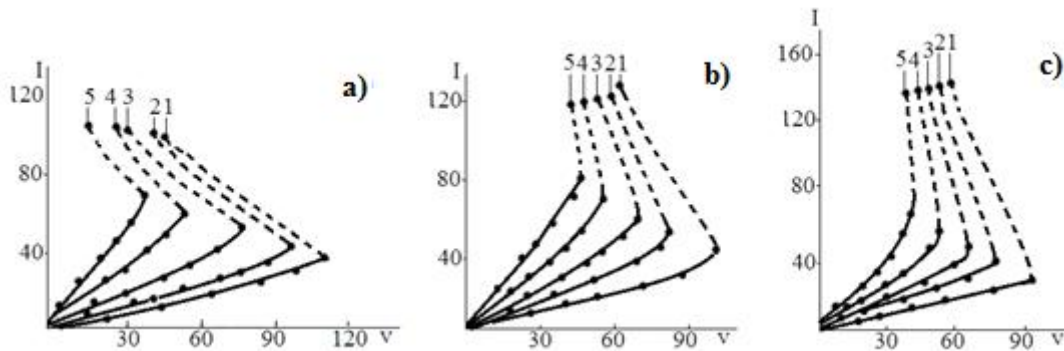
TIInTe<sub>2</sub>-TlGaTe<sub>2</sub> sistemində aşkar edilmiş bərk məhlulların volt- amper xarakteristikalarının tədqiqi nəticəsində bu materialların yaddaşlı çevirici xassəyə malik olması aşkar olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, temperaturun artması ilə kristallarda baş verən çevirmənin astana gərginliyi azalır, astana cərəyanı isə əksinə artır. Mənfi müqavimətli sahənin eni daralır. Aşkar edilmişdir ki, tədqiq edilən InGa<sub>1-x</sub>Tl<sub>x</sub>Te<sub>2</sub> bərk məhlullarında mövcud olan çevirmə effekti kənar təsirlərə, o cümlədən temperaturun dəyişmələrinə qarşı çox həssasdır.

**Keywords:** InGa<sub>1-x</sub>Tl<sub>x</sub>Te<sub>2</sub> kristalları, volt-amper xarakteristikası, çevirmə effekti, astana gərginliyi, astana gücü.

### GİRİŞ

Hələ keçən əsrin ortalarında TlSe tip birləşmələrin tipik nümayəndəsi olan TIInSe<sub>2</sub> birləşməsinin volt -amper xarakteristikasının tədqiqi ilə müəyyən edilmişdir ki, həmin birləşmə yaddaşlı çevirici xassəyə malikdir [1]. Sonrakı illərdə aparılmış tədqiqatlar nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, TlSe tip birləşmədə tallium atomlarının qallium atomları ilə əvəz edilməsi nəticəsində alınmış bərk məhlullarda da yaddaşlı çevirici xassəyə malikdirlər [2-3]. Bundan əlavə, [4-15] işlərində də göstərilən tip birləşmələrin digər nümayəndələri də yaddaşlı çevirici xassəyə malikdirlər. Amma, göstərilən tip materiallarda sistemli tədqiqat işləri aparılmamışdır. Qeyd olunanları nəzərə alaraq bu işdə göstərilən TlSe tip kristallarının nümayəndəsi olan TIInTe<sub>2</sub>-TlGaTe<sub>2</sub> sistemi kristallarının volt-amper xarakteristikası tədqiq edilmişdir.

Tədqiqatlar 80-300K temperatur intervalında, xromell-alümin termometrindən istifadə etməklə aparılmışdır. Omik kontakt olaraq gümüş pastasından istifadə olunmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, gərginliyin müəyyən qiymətə qədər artması halında onun  $I(U)$  asılılığı Om qanununa tabe olur. Tədqiq olunan kristallardan keçən elektrik cərəyanı müəyyən astana qiymətindən qədər artması ilə cərəyan şiddətinin müəyyən qiymətindən etibarən nümunə sıcrayışla yüksək müqavimətli haldan aşağı müqavimətli vəziyyətə keçir. Nəticələr şəkil 1 a, b, c-də verilmişdir. Göründüyü kimi, xarakterik olaraq tədqiq olunan bütün nümunələrdə gərginliyin kiçik qiymətlərində Om qanunu ödənilir. Amma müxtəlif nümunələr üçün gərginliyin fərqli qiymətlərində Om qanunundan kənara çıxmalar müşahidə olunur.



Şəkil 1. InGa<sub>1-x</sub>Tl<sub>x</sub>Te<sub>2</sub> ərintilərinin Volt-Amper xarakteristikaları: a) InGa<sub>0.9</sub>Tl<sub>0.1</sub>Te<sub>2</sub>, b) InGa<sub>0.8</sub>Tl<sub>0.2</sub>Te<sub>2</sub>, c) InGa<sub>0.6</sub>Tl<sub>0.4</sub>Te<sub>2</sub>

Qeyd olunduğu kimi, gərginliyin müəyyən qiymətə qədər artması halından etibarən, gərginliyin müəyyən intervalında cərəyan şiddətinin gərginlikdən asılılığı omik qanunla dəyişir, amma gərginliyin müəyyən qiymətindən etibarən nümunə yüksək müqavimətli haldan sıcrayışla kiçik müqavimətli hala keçir, yəni bu xarakteristikaları mənfi müqavimətli hal kimi qəbul etmək olar. Nümunənin böyük müqavimətli haldan kiçik müqavimətli hala keçməsi 10<sup>-9</sup> san müddətində baş

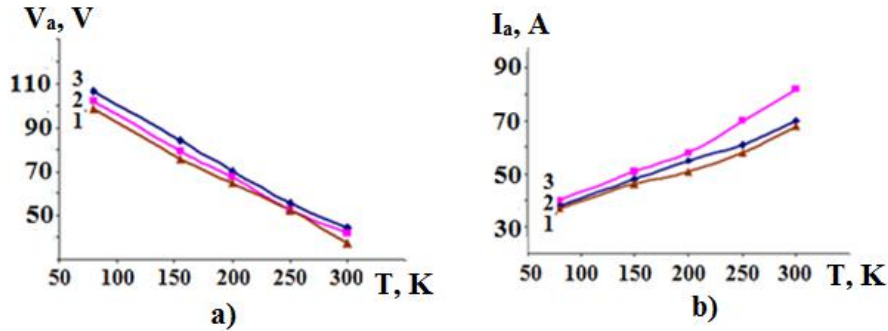
verir. TIInTe<sub>2</sub>-TlGaTe<sub>2</sub> bərk məhlullarının 80-300K temperatur intervalında astana gərginliyinin və astana cərəyanının statik rejimdə aparılmış nəticələri şəkil 2 a, b-də verilmişdir. Şəkillərdən göründüyü kimi, temperatur artdıqca astana gərginliyi artır, astana cərəyanı isə əksinə azalır. Tədqiq olunan nümunələrdə aşkar edilmiş çevirmə effektini elektrotermik model əsasında izah etmək olar. Tədqiqatlar göstərmişdir ki, gərginliyin artması ilə nümunələrin qızması baş verir ki, bu da

yarımkeçirici materialları olan TlInTe<sub>2</sub> -TlGaTe<sub>2</sub> sistemi kristallarının elektrik müqavimətlərinin azalmasına səbəb olur. Bu proses volt –amper xarakteristikasında özünü göstərir. Ətraf mühitin, o cümlədən temperaturun dəyişmələrinin qeyd olunan nümunələrin xassələrinə kəskin təsir etməsi aşkar görünməkdədir. Astana gərginliyinin və astana cərəyanının temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi aşağıdakı qanunauyğunluqla baş verir, ətraf mühitin təsiri ilə astana cərəyanı artır, astana gərginliyi əksinə azalır. Belə vəziyyət baş verən proseslərdə elektrotermik mexanizmin üstünlük təşkil et-

məsini göstərir. Bu növ, dəyişmələr rekombinasiya yüklərinin sayının böyük olması ilə əlaqələndirilir. Astana gərginliyinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi aşağıdakı qanunla baş verir,

$$V_A = V_0 \exp\left(-\frac{\Delta E}{kT}\right),$$

Burada,  $V_0$ - sabit,  $\Delta E$ -aktivləşmə enerjisi,  $k$ -Bolsman sabitidir.



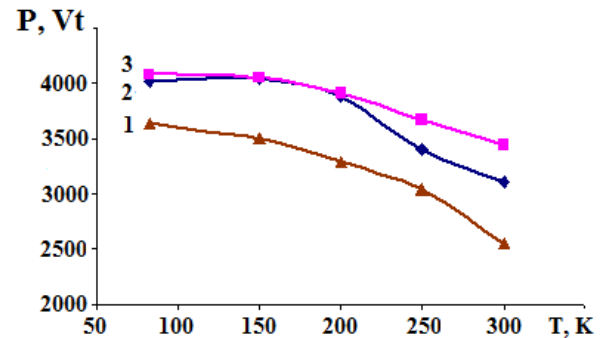
Şəkil 2. 1- InGa<sub>0.6</sub>Tl<sub>0.4</sub>Te<sub>2</sub> , 2- InGa<sub>0.8</sub>Tl<sub>0.2</sub>Te<sub>2</sub>, b) InGa<sub>0.8</sub>Tl<sub>0.2</sub>Te<sub>2</sub>, 3- InGa<sub>0.9</sub>Tl<sub>0.1</sub>Te<sub>2</sub> kristallarının astana gərginliyinin (a) və astana cərəyanının (b) temperatur asılılıqları

Astana gərginliyinin potensial çəpərdən asılılığını isə aşağıdakı kimi ifadə etmək olar,

$$V_A = \left[ \frac{\pi \epsilon_0 \epsilon_{\infty} d}{e} \right] (\varphi - cT)^2,$$

burada,  $\epsilon_0$  - dielektrik nüfuzluğu,  $\epsilon_{\infty}$ -dielektrik nüfuzluğunun elektron toplananı,  $d$ -elektrodlar arasındakı məsafə,  $c$ - sabit kəmiyyət,  $e$ -elektronun yükü,  $\varphi$ -potensial çəpərin dərinliyi,  $T$ -mütləq temperaturdur. Astana gərginliyinin temperaturdan asılılığı təxminən düz xəttə yaxındır. Buradan aydın olur ki, göstərilən tip kristallarda çevirmə effektinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsi elektrik sahəsinin və temperaturun eyni zamanda dəyişməsi nəticəsində baş verir. Hesablamalar göstərmişdir ki, gücün qiyməti, temperatur artdıqca artır, bu da o nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, temperaturun artması ilə təsadüfi toqquşmaların, həmçinin yükdaşıyıcıların sayının artması müşahidə edilir. Eksperimentin nəticələrinin təhlili göstərir ki, tədqiq olunan nümunələrdə cərəyan-gərginlik asılılıqlarının xüsusiyyətləri oxşar olmaqla yanaşı tədqiqatın aparıldığı mühitin o cümlədən, temperaturun təsirindən də çox asılıdır.  $I(U)$  asılılıqlarına diqqət yetirdikdə nümunələrin volt-amper xarakteristikalarında temperaturun artması ilə çevirmənin baş verdiyi astana cərəyanının qiyməti artır, astana gərginliyinin qiyməti isə azalır. Cərəyanın və gərginliyin astana qiymətlərinə əsasən tədqiq olunan nümunələrdə çevirmənin baş verdiyi as-

tana gücü ( $P=IU$ ) hesablanmışdır. Astana gücü dedikdə çevirmənin baş verdiyi astana gərginliyinin astana cərəyanına hasili, yəni nümunənin sıçrayışla yüksək müqavimətli haldan kiçik müqavimətli vəziyyətə keçməsinə sərf olunan güc nəzərdə tutulur.



Şəkil 3. 1-InGa<sub>0.6</sub>Tl<sub>0.4</sub>Te<sub>2</sub>, 2 -InGa<sub>0.9</sub>Tl<sub>0.1</sub>Te<sub>2</sub>, 3- InGa<sub>0.8</sub>Tl<sub>0.2</sub>Te<sub>2</sub> kristallarının elektrik gücünün temperature asılılıqları.

Şəkil 3-də təsvir olunmuş qrafik əsasən alınmış nəticələrin təhlili göstərir ki, tədqiq edilən bütün nümunələrdə temperaturun artması ilə astana gücünün qiyməti müəyyən qanunauyğunluqla azalır. Yəni, keçidə sərf olunan gücün qiyməti azalır.

[1] Г.Б.Абдуллаев, А.Г.Абдуллаев, Г.Д.Гусейнов, З.А.Азимов и А.М.Карнаухов. 1978, А.С. 607502 (СССР).  
 [2] Э.М. Годжаев, З.М.Абдуллаев, Ш.М.Гусейнова. 1976, ЦНИИ Электроника, депонирован за №3975/76.

[3] Э.М.Годжаев, Х.О. Садыгова. 1993 Изв. РАН, неорганические материалы, 29(3), с. 337.  
 [4] М.М.Nassary, S.A.Hussein, A.E.Belal, H.A.El-Shalkh. Physica status solidi A, 1994, 145, pp.151–155.

- [5] A.A. Al-Ghamdi, S.A. Hussein and M.M. Nassary. *Material Science Research India*, 2004, 2(2) pp.107-114.
- [6] S. Aydogan, T. Karacali, Y.K. Yogurtcu. *Journal of crystal growth*, 2005, 279(1), pp.110-113.
- [7] M.P. Haniyas and A.N. Anagnostopoulos. *Phys. Rev.*, 1993, 47, pp.4261–4267.
- [8] M.M. Nassary, S.A. Hussein, A.T. Nagat. *Crystal Research and Technology*, 1994, 29(6), pp. 869-873.
- [9] B. Abay, B. Gurbulak, M. Yildirim, H. Efeoglu, Y.K. Yogurtcu. *Journal of electronic materials*, 1996, 25(7), pp.1054-1059.
- [10] A.A. Al Ghamdi, A.T. Nagat, F.S. Bahabri, R.H. Al Orainy, S.E. Al Garmi. *Applied Surface Science*, 2011, 257, pp.3205–3210.
- [11] E.M. Gojayev, P.F. Alieva, N.S. Nabiyev and R.S. Rahimov. *Physical Science International Journal*, 2016, 9(1), pp.1-7
- [12] Э.М. Годжаев, С.О. Гулиева. *Известия Томского политехнического университета*, 2015, 326(5), с.131-138.
- [13] Э.М. Годжаев, К.Д. Гюльмамедов, Х.С. Халилова, С.О. Гулиева. *Электронная обработка материалов*, 2011, 5(47), с.18-22.
- [14] A.T. Nagat, J.A.M. Abdulwahed, S.R. Alharbi, E.M. Saed and H.I. El-Saedy. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 2015, 6(1), pp.1233-1241.
- [15] R.H. Al Orainy, A.T. Nagat, F.S. Bahabri, E.M. Saed and H.I. El-Saady. *Australian J. Basic and Applied Sciences*, 2012, 6, pp. 323-328.