

UOT538.93

**AgSbTe<sub>2</sub>+4%Te BİRLƏŞMƏSİNİN TERMOELEKTRİK EFFEKTİVLİYİ****BABAYEVA A.E.**

Azərbaycan, Az-1143, Bakı, Hüseyn Cavid prospekti 33,

Azərbaycan MEA Fizika İnstitutu

E – mail : [aygun\\_babayeva88@mail.ru](mailto:aygun_babayeva88@mail.ru)

AgSbTe<sub>2</sub>+4%Te birləşməsinin 300-550K temperatur aralığında termoelektrik xassələri tədqiq edilmişdir. Rentgen quruluş analizi aparılmış və bu tərkiblərin fəza qrupu Fm3m olan NaCl tip səthə mərkəzləşmiş kubik quruluşa malik olduğu müəyyənləşdirilmişdir. Termoelektrik effektivliyinin temperaturdan asılı olaraq dəyişməsinə baxılmış və göstərilmişdir ki, AgSbTe<sub>2</sub> ilə müqayisədə AgSbTe<sub>2</sub>+4%Te birləşməsinin termoelektrik effektivliyi artır.

**Açar sözlər:** termoelektrik material, termoelektrik effektivliyi, elektrikkeçiriciliyi, termoe.h.q.

**Giriş.** Müasir dövrün tələblərindən biri enerjinin alınması və çevrilməsi məsələsidir. Beləki, praktik tətbiq üçün daha rahat və universal enerji forması elektrik enerjisidir. Bu səbəbdən onun alınması üçün daha effektiv metodların axtarılması aktual məsələlərdən biridir [1]. Bərk cisimli termoelektrik çeviricilər bu sarıdan böyük maraq kəsb edir. Bu çeviricilərin üstünlükləri konstruksiyasının sadəliyi, səssiz iş rejimi, yüksək etibarlılığı, effektivliyini itirmədən miniatürləşdirmə imkanındır. Lakin termoelektrik mexanizmlərin effektivliyi adi konstruksiyalı elektrik generatorları və ya soyuducularının effektivliyindən aşağıdır və bu səbəbdən geniş tətbiq tapmamışdır. Eyni zamanda, kosmik aparatların, yığıcam soyuducu aqreqlərin, tibbi avadanlıqların hazırlanması və s. üçün tətbiq olunur. Bu enerji çeviricilərinin geniş tətbiqi üçün onların effektivliyini əhəmiyyətli dərəcədə artırmaq lazımdır [1-3].

$A^I B^V C^{VI}$  birləşmələri yaxşı termoelektrik material kimi tanınır [1]. Tədqiqatlar bu tip birləşmələrin çox aşağı istilik keçiriciliyinə malik olduğunu göstərir [1,2,4,5].  $A^I B^V C^{VI}$  qrupuna aid birləşmələr  $A_2^V B_3^{VI}$  birləşmələri ilə müqayisədə aşağı termoelektrik effektivliyinə malik olsalar da, bu maddələrdə  $\alpha/\kappa$  nisbəti böyük qiymətə malikdir. Bu da öz növbəsində onlardan həssas çevirici elementlərin hazırlanmasına şərait yaradır. Yarımkəçiricilərin termoelektrik effektivliyi ZT aşağıdakı ifadə ilə təyin olunur.

$$ZT = \frac{\sigma S^2 T}{K}$$

Burada S,  $\sigma$  və K uyğun olaraq termoe.h.q., elektrikkeçirmə və ümumi istilik keçirmədir. İfadədən göründüyü kimi, ZT termoelektrik effektivliyini artırmaq üçün kiçik istilikkeçirməyə ( $\kappa$ ) və ya böyük güc faktoruna ( $\sigma S^2$ ) malik materiallar almaq lazımdır. Termoelektrik materialların effektivliyini artırmaq üçün bərk məhlulların alınması, aşqarların əlavə edilməsi kimi müxtəlif üsullardan istifadə olunur [4,5,7]. Aşqarların vurulması maddədə yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının dəyişməsinə və uyğun olaraq elektrofiziki xassələrin dəyişməsinə gətirib çıxarır.

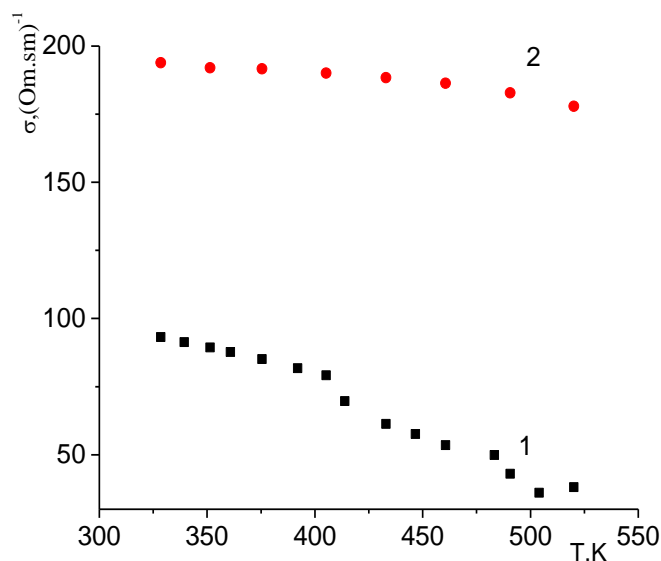
AgSbTe<sub>2</sub> birləşməsinin termoelektrik effektivliyini artırmaq məqsədi ilə bu tərkib 4%Te elementi ilə aşqarlanmış və alınan nəticələr aşağıda təqdim olunmuşdur.

**Təcrübi nəticələr və onların analizi.** İşdə tədqiq olunan AgSbTe<sub>2</sub>+4%Te birləşməsinin təşkil edən maddələrin təmizlik dərəcəsi 99,99%, ümumi çəkisi isə 7-10qr-dır. Çəkilmə

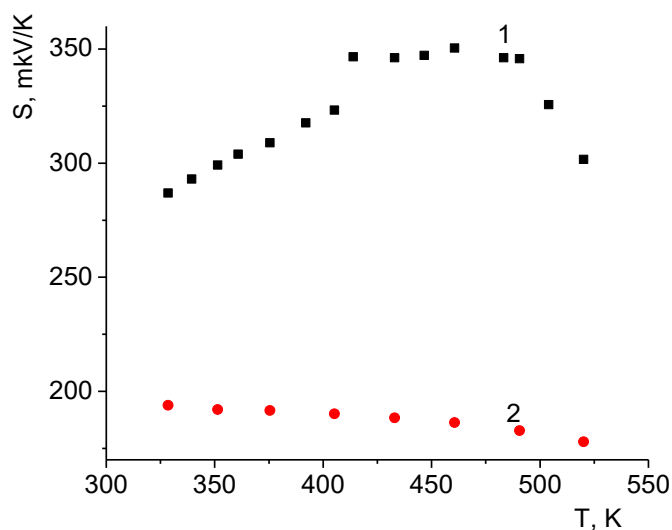
maddələr 15-20sm uzunluqlu, diametri 8-12mm olan kvars ampulaya yığılmış və yavaş soyutma üsulu ilə daimi temperatur qradienti olan peçdə sintez olunmuşdur. İlk olaraq, temperatur 10-12 saat ərzində  $700^0-850^0$  C kimi qaldırılır və 10-15 saat ərzində nümunə bu temperaturda tablanır. Homogenliyi təmin etmək üçün tablama zamanı peç 400-600 dəfə çalxalanır. Bundan sonra ərinti  $550^0 - 600^0$  C temperatara kimi soyudulmuş və 5 - 10 saat bu dərəcədə saxlanılmışdır. Sonra eyni templə 10 - 12 saat ərzində soyudulmuşdur. Alınmış nümunələr gümüşü boz rəngdədir.

Nümunələrin rentgen quruluş analizi XRD BRUCKER\_D8 ADVANCE qurğusunda aparılmışdır. Kristallar fəza qrupu Fm $\bar{3}$ m olan NaCl tip səthə mərkəzləşmiş kubik quruluşa malikdir və ədəbiyyatla uyğunluq təşkil edir[6].

AgSbTe $_2$ +4%Te birləşməsinin temoelektrik xassələri əsasən 300-550K temperatur intervalında tədqiq edilib. Buna səbəb AgSbTe $_2$ +4%Te birləşməsinin termoelektrik effektivliyinin yuxarı temperatur oblastında daha böyük qiymət almasıdır.



Şək.1. AgSbTe $_2$  və AgSbTe $_2$ +4%Te birləşmələrinin elektrik keçiriciliyinin temperatur asılılığı 1-AgSbTe $_2$ , 2-AgSbTe $_2$ +4%.

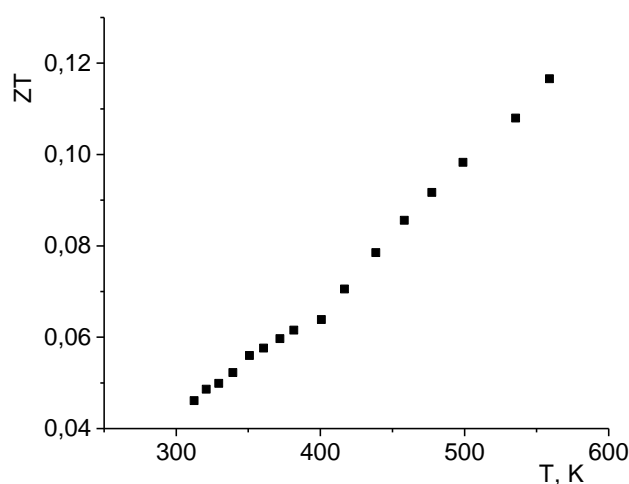


Şək. 2. AgSbTe $_2$  və AgSbTe $_2$ +4%Te birləşmələrinin termoe.h.q.-nin temperatur asılılıqları. 1-AgSbTe $_2$ , 2-AgSbTe $_2$ +4%.

Şəkil 1-də  $\text{AgSbTe}_2$  və  $\text{AgSbTe}_{2+4\%}\text{Te}$  birləşmələrinin elektrikkeçiriciliyinin temperatur asılılıqları təqdim olunmuşdur. Göründüyü kimi 400K temperatur ətrafında  $\text{AgSbTe}_2$  tərkibinin həm elektrikkeçiriciliyinin və həm də termoe.h.q.-nin (şəkil2) temperatur asılılıqlarında müəyyən bir xüsusiyyət müşahidə olunur. Bunu 412K temperatur oblastında ikinci  $\text{Ag}_2\text{Te}$  fazasının yaranması ilə əlaqələndirmək olar (2007 neorq). Lakin, Te ilə aşqarlanmış nümunədə elektrikkeçiriciliyinin qiyməti  $\text{AgSbTe}_2$  birləşməsi ilə müqayisədə əhəmiyyətli dərəcədə artdığı müşahidə olunur.

Məlum olduğu kimi, termoelektrik materialların effektivliyini müəyyən edən kəmiyyətlərdən biri də termoe.h.q.-dir. Bu məqsədlə,  $\text{AgSbTe}_2$  və  $\text{AgSbTe}_{2+4\%}\text{Te}$  birləşmələrinin termoe.h.q.-nin temperatur asılılıqları tədqiq edilmişdir. Təcrübi nəticələr göstərir ki,  $\text{AgSbTe}_{2+4\%}\text{Te}$  birləşməsinin termoe.h.q.-i təmiz nümunə ilə müqayisədə qismən azalmışdır. Buna səbəb dəşiklərin konsentrasiyasının artması ola bilər.

Tədqiq olunmuş  $\text{AgSbTe}_{2+4\%}\text{Te}$  birləşməsinin həmçinin termoelektrik effektivliyi qiymətləndirilmişdir. Alınmış nəticələr şəkil3-də təqdim olunmuşdur.



Şək.3.  $\text{AgSbTe}_{2+4\%}\text{Te}$  birləşməsinin effektivliyinin temperatur asılılığı.

Göründüyü kimi temperatur artdıqca bu tərkibin termoelektrik effektivliyi artır və öz maksimum qiymətini 550K də alır ( $ZT=0,11$ ). Buna görə də,  $\text{AgSbTe}_{2+4\%}\text{Te}$  orta temperatur oblastında işləyən termoelektrik çeviricilərində həssas element kimi istifadə oluna bilər.

### NƏTİCƏ:

$\text{AgSbTe}_2$  və  $\text{AgSbTe}_{2+4\%}\text{Te}$  tərkiblərinin 300-550K temperatur aralığında termoelektrik effektivlikləri təyin edilmişdir. Göstərilmişdir ki, 4%Te artıqlığı ilə alınmış  $\text{AgSbTe}_{2+4\%}\text{Te}$  tərkibin termoelektrik effektivliyinin maksimum qiyməti  $\text{AgSbTe}_2$  ilə müqayisədə 1,6 dəfə artmışdır.

1. *Дмитриев А. В., Завягин И. П.* Современные тенденции развития физики термоэлектрических материалов // УФН, 2010, т.180, №8, с. 821-837.
2. *Hsu K.F., Loo S., Guo F. et al.* Cubic  $\text{AgPb}_m\text{SbTe}_{2+m}$  bulk thermoelectric materials with High Figure of Merit // Science-2004,303, p. 818-82.
3. *Guin S.N., Chatterjee A., Biswas K.* Enhanced thermoelectric performance in p-type  $\text{AgSbSe}_2$  by Cd-doping // The Royal Society of Chemistry Adv. 2014, 4, 11811–11815.
4. *Jovovic V. and Heremans J.P.*, Doping effects on the thermoelectric properties of  $\text{AgSbTe}_2$  // Jour. of Electronic materials, v.38, №7, 2009, p. 1504-1509

5. Рагимов С.С., Бабаева А.Э., Алиева А.И., О теплопроводности  $\text{AgSbTe}_2$  и  $\text{Ag}_{0.82}\text{Sb}_{1.18}\text{Te}_{2.18}$  // ФНТ, 2018, т. 44, № 11, с. 1528–1531
6. Geller S. and Wernics J. H., Ternary semiconducting compounds with sodium chloride-like structure:  $\text{AgSbSe}_2$ ,  $\text{AgSbTe}_2$ ,  $\text{AgBiS}_2$ ,  $\text{AgBiSe}_2$  // Acta crystal, 1959, v.12, p. 46-54
7. Schmidt M., Zybala R., Krzysztof T., Wojcienchowski K., Structural and thermoelectric properties of  $\text{AgSbSe}_2$ - $\text{AgSbTe}_2$  system // Ceramic materials , 2010, p. 465-470.
8. Рагимов С.С., Алиев С.А., Характер  $\alpha \rightarrow \beta$  перехода  $\text{Ag}_2\text{Te}$  в сплаве системы  $\text{Ag-Sb-Te}$ , отвечающем составу  $\text{AgSbTe}_2$  // Неорганические материалы, 2007, 43 №11, с.1321-1323.

## ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЕДИНЕНИИ $\text{AgSbTe}_2+4\%\text{Te}$

**БАБАЕВА А.Э.**

Проведены исследования термoeлектрических параметров соединения  $\text{AgSbTe}_2+4\%\text{Te}$  в температурном интервале 300-550К. Проведен рентгеноструктурный анализ, выяснено что этот состав кристаллизуется в гранецентрированной кубической решетке, пространственной группы  $\text{Fm-3m}$ . Анализирована температурная зависимость термoeлектрической эффективности  $ZT$   $\text{AgSbTe}_2+4\%$ . Установлено, что величина  $ZT$  увеличивается с добавлением  $\text{Te}$ .

**Ключевые слова:** термoeлектрический материал, термoeлектрическая эффективность, электропроводность, термоэдс.

## THE FIGURE OF MERIT OF $\text{AgSbTe}_2+4\%\text{Te}$

**BAWAYEVA A.E.**

The thermoelectric parameters of the  $\text{AgSbTe}_2 + 4\% \text{Te}$  compound have been investigated in the 300-550K temperature rang. The X-ray structural analysis has been performed; it was found that this composition crystallizes in the face-centered cubic lattice of the  $\text{Fm-3m}$  space group. The temperature dependence of the thermoelectric figure of merit  $ZT$   $\text{AgSbTe}_2 + 4\%$  had been analyzed. It is established that the value of  $ZT$  increases with the addition of  $\text{Te}$ .

**Keywords:** thermoelectric material,  $\text{AgSbTe}_2$ , figure of merit, electrical conductivity, thermoelectric power.