

**Ag₈SiS₆–Ag₈GeS₆ SİSTEMİNDƏ FAZA TARAZLIQLARI****Gəray Mikayıl oğlu Əşirov**

AMEA-nın akademik M.Nağıyev adına Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu

E-mail: garayasirov@gmail.com

Ag₈SiS₆ – Ag₈GeS₆ sistemində faza tarazlığı diferensial termiki analiz (DTA) və rentgen faza analizi (RFA) üsulları vasitəsilə tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, sistemdə Si→Ge əvəzləməli fasiləsiz bərk məhlullar əmələ gəlir. Ag₈SiS₆ – Ag₈GeS₆ sisteminin DTA və RFA nəticələri əsasında T-x diaqramı qurulmuşdur. Toz rentgenoqramları əsasında sistemdə alınan bərk məhlulların qəfəs parametrləri hesablanmış və onların tərkibdən asılılıq qrafikləri qurulmuşdur. Göstərilmişdir ki, bu asılılıqlar Veqard qaydasına tabedir.

Açar sözlər: Arqirodit, gümüş-germanium sulfidi, gümüş-silisiyum sulfidi, faza tarazlıqları, bərk məhlullar, T-x diaqramı

GİRİŞ

Son illərdə mis və gümüşün üçlü xalkogenidləri xüsusi diqqət mərkəzində olan birləşmələrdəndir [1-3]. 50 ildən çox müddət ərzində tədqiq edilən PbS, PbSe və PbTe birləşmələri 500-800 °C arasında ən yaxşı termoelektrik göstəricilərə malik termoelektrik materiallardır. Lakin bu birləşmələrin yüksək toksikliyi geniş tətbiqinə mane olur [4-8]. Bu səbəbdən orta temperaturda yüksək termoelektrik göstəricilərinə malik olan A₈B^{IV}X₆ (A-Cu, Ag; B^{IV}-Si, Ge, Sn; X-S, Se, Te) tərkibli arqirodit mineralının sintetik analoqları ekoloji təhlükəsiz olduqları üçün xüsusi maraq kəsb edirlər [9-20]. Eyni zamanda bu birləşmələrin yarımkəçirici, fotovoltaiq və optik xassələri mövcuddur. Həmçinin onların bəziləri Cu⁺ (Ag⁺) kationlarına görə yüksək ion keçiriciliyinə malikdirlər və ionselektiv elektrodlar, bərk elektrolitlər və s. kimi istifadə edilə bilirlər [21-26].

Məlumdur ki, yeni çoxkomponentli materialların öyrənilməsi müvafiq sistemlərin faza tarazlığı və onlarda əmələ gələn fazaların termodinamik xassələri haqqında məlumatlara əsaslanır. Arqirodit mineralının sintetik analoqlarından ibarət bir sıra sistemlərdə faza tarazlıqları tədqiq edilmişdir: Cu₈GeS₆–Cu₈GeSe₆, Ag₈SnS₆–Ag₈SnSe₆, Ag₈GeS₆–Ag₈GeSe₆, Ag₈GeS₆–Ag₈GeSe₆, Ag₈GeS₆–Ag₈GeSe₆, Ag₈GeS₆–Ag₈GeSe₆, Ag₈GeS₆–Ag₈GeSe₆, Ag₈GeS₆–Ag₈GeSe₆, Ag₈GeS₆–Cu₈GeSe₆, Ag₈GeGe₆, Ag₈GeSe₆, Ag₈GeS₆–Cu₈GeSe₆ [27-33]. Qeyd olunmuş sistemlərdə bərk məhlullar əmələ gəlir və bu, ehtimal ki, başlanğıc birləşmələrin kristal quruluşunun və kimyəvi təbiətinin oxşarlığı ilə əlaqədardır.

Hazırkı işdə Ag₈SiS₆–Ag₈GeS₆ sistemində faza tarazlığı tədqiq edilmişdir. Başlanğıc Ag₈SiS₆ və Ag₈GeS₆ birləşmələri çox aşağı istilik keçiriciliyinə və yüksək termoelektrik göstəricilərə malikdir [38,39].

Ag₈SiS₆–Ag₈GeS₆ sisteminin ilkin birləşmələri ətraflı öyrənilmişdir. Ag₈SiS₆ birləşməsi 1231 K-də konqruent olaraq əriyir və 526 K-də polimorf çevrilməyə malikdir [34]. Ag₈GeS₆ birləşməsinin 1221 K-də [35] və ya 1223 K-də [36] konqruent əridiyi göstərilir. Bu birləşmənin polimorf keçid temperaturu isə 488K [35] və ya 496K-dir [37]. Ag₈SiS₆ və Ag₈GeS₆ birləşmələrinin hər ikisinin aşağı temperaturu modifikasiyası ortorombik sinqoniyada (*F*.qr. *Pna2*₁) kristallaşır və qəfəs parametrləri aşağıdakı kimidir:



Ag_8SiS_6 : $a = 15.024$, $b = 7.428$, $c = 10.533$ Å [38].

Ag_8GeS_6 : $a = 15.149$, $b = 7.476$, $c = 10.589$ Å [39].

İlkin birləşmələrin yüksək temperaturlu modifikasiyaları hər ikisi kubik quruluşa malikdir (F.qr. F-43m; $a = 10.63$ Å (Ag_8SiS_6); $a = 10.7$ Å (Ag_8GeS_6)) [38].

MATERIAL VƏ METODLAR

Ag_8SiS_6 – Ag_8GeS_6 sistemində fiziki-kimyəvi qarşılıqlı təsir xarakterini öyrənmək üçün əvvəlcə ilkin üçlü birləşmələr sintez edilmişdir. Sintez yüksək təmizlik dərəcəsinə malik bəsit maddələrin stexiometrik nisbətdə götürülmüş qarışıqlarının vakuum şəraitində (10^{-2} Pa) olan kvars ampulalarda əridilməsi ilə aparılmışdır. Kükürdün qaynama temperaturu üçlü birləşmələrin ərimə temperaturundan çox aşağı olduğu üçün sintez maili sobada ikizonalı rejimdə aparılmışdır. Uzunluğu 18-20 sm və diametri ~1.6-1.8 sm olan ampulanın $\frac{3}{4}$ hissəsi sobanın daxilində və $\frac{1}{4}$ hissəsi isə kükürdün doymuş buxar təzyiqini azaltmaq üçün sobadan kənarda saxlanılmışdır. Sobanın temperaturu tədricən qaldırılmış və sintez olunan birləşmənin ərimə nöqtəsindən 40-50 K yuxarı temperatura qədər qızdırılmışdır. Ampulanın sobadan kənarda qalan hissəsi isə mütəmadi soyudulmuşdur. 2-3 saat ərzində su ilə soyudulma prosesi sayəsində ampulanın ucuna buxar halında yığılan kükürd kondensləşərək reaksiya zonasına göndərilmiş və kükürdün əksər miqdarı udulduqdan sonra ampula tamamilə sobanın içərisinə daxil edilmişdir. 4-5 saat sobanın içərisində saxlanıldıqdan sonra sobanı cərəyan mənbəyindən ayırmaqla tədricən soyudulmuşur.

Sintez olunan birləşmələr diferensial termiki analiz (DTA) və rentgen faza analizi (RFA) üsulları ilə identifikasiya edilmişdir. Belə ki, Ag_8SiS_6 və Ag_8GeS_6 birləşmələrinin DTA nəticələri onların həm polimorf keçid, həm də ərimə temperaturlarının yuxarıda verilən ədəbiyyat məlumatlarına uyğun gəldiyini göstərdi. Rentgenfaza analizi sintez edilən nümunələrin bircinsli olmasını və hər iki birləşmənin difraksiya mənzərəsi ədəbiyyat məlumatları ilə [38-39] üst-üstə düşdüyünü təsdiq etdi.

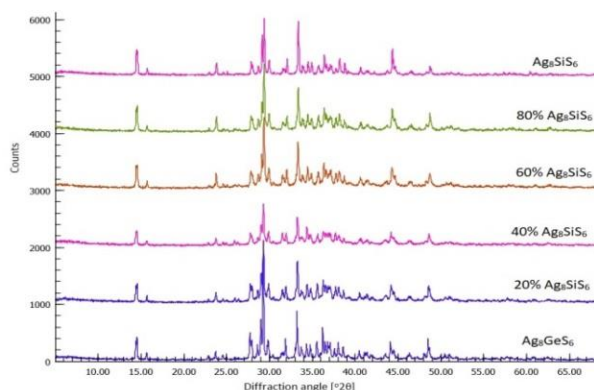
Alınmış ilkin birləşmələrin müxtəlif nisbətdə qarışıqlarının vakuumlaşdırılmış kvars ampulalarda əridilməsi ilə Ag_8SiS_6 – Ag_8GeS_6 sisteminin xəlitələri hazırlanmışdır. Nümunələri tarazlıq halına gətirmək üçün onlar 900 K-də uzun müddət (500 saat) termiki emal edilmişlər. Hər tərkib üçün iki nümunə hazırlanmışdır, onlardan biri termiki emaldan sonra cərəyan mənbəyindən ayrılmış sobada tədricən soyudulmuş, digəri isə ampulanı 900 K-dən soyuq suya atmaqla təvəllül edilmişdir.

Diferensial termiki analiz NETZSCH 404 F1Pegasus cihazında, rentgen faza analizi isə Bruker D8 ADVANCE difraktometrində aparılmışdır.

NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

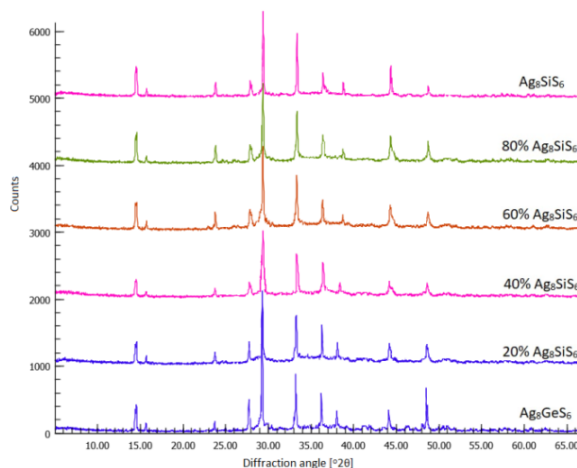
Şəkil 1-də termiki emal olunmuş Ag_8SiS_6 – Ag_8GeS_6 ərintilərinin toz difraksiya mənzərələri göstərilmişdir. Göründüyü kimi, bütün aralıq ərintilər başlanğıc birləşmələrlə keyfiyyətə eyni difraksiya şəklinə malikdir. RFA nəticələrinin analizi Ag_8SiS_6 – Ag_8GeS_6 sistemində bütün qatılıq diapazonunda fasiləsiz bərk məhlulların əmələ gəlməsini göstərir. Si→Ge əvəzlənməsi ilə difraksiya xətlərinin kiçik bucaqlara doğru cüzi yerdəyişməsi müşahidə olunur. Bu, germaniumun ion radiusunun silisiumla müqayisədə daha böyük olması ilə əlaqədardır.

Şəkil 2-də təvəllül edilmiş Ag_8SiS_6 – Ag_8GeS_6 ərintilərin toz rentgen difraksiya nümunələri göstərilmişdir.



Şəkil 1. Ag_8SiS_6 – Ag_8GeS_6 ərintilərinin toz difraksiya nümunələri (otaq temperaturu)

Tavlanmış nümunələrinin RFA mənzərələrinin analizi göstərir ki, yüksək temperaturlu modifikasiyalar arasında da bütün qatılıq diapazonunda fasiləsiz bərk məhlul əmələ gəlir.



Şəkil 2. Ag_8SiS_6 – Ag_8GeS_6 ərintilərinin toz difraksiya nümunələri (900 K)

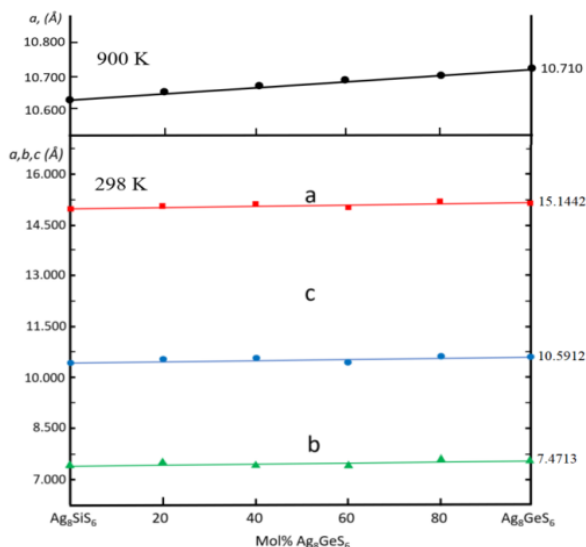
Həm üçlü birləşmələrin, həm də bərk məhlulların qəfəs parametrləri TOPAS3.0 kompüter proqramı vasitəsilə hesablanmış və nəticələr Cədvəldə verilmişdir.

Cədvəl.

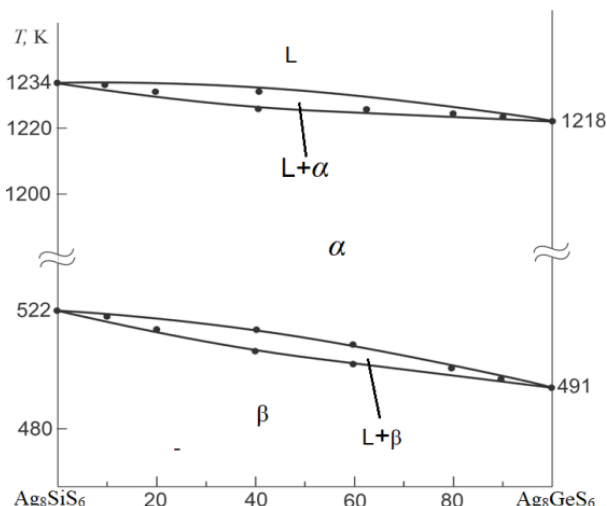
Ag_8SiS_6 – Ag_8GeS_6 sistemi üçün DTA və RFA nəticələri

Tərkib, mol% Ag_8GeS_6	Termiki effektlər, (K)	Qəfəs parametrləri, (Å) – 298 K.			Qəfəs p. (Å) -900 K.
		<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>
0 (Ag_8SiS_6)	522,1234	15.0264	7.4384	10.5311	10.6225
10	518,1231	15.0524	7.4439	10.5411	10.6348
20	516,1228	15.0751	7.4412	10.5429	10.6436
40	507-513,1226	15.0926	7.4523	10.5562	10.6552
60	502-506,1225-1121	15.0962	7.4601	10.5626	10.6785
80	499,1120	15.1265	7.4694	10.5774	10.6935
90	495,1219	15.13445	7.4705	10.5823	10.7026
100	491,1218	15.1442	7.4713	10.5912	10.7124

Bu parametrlərin qatılıqdan asılılıq qrafikləri qurulmuşdur (Şəkil 3). Göründüyü kimi, bərk məhlulların qəfəs parametrləri Ge əvəzlənməsi ilə xətti artır və Vegard qaydasına uyğundur.



Şəkil 3. $\text{Ag}_8\text{SiS}_6 - \text{Ag}_8\text{GeS}_6$ bərk məhlullarının otaq və yüksək temperaturlu modifikasiyalarının kristal qəfəs parametrlərinin tərkibdən asılılıqları



Şəkil 4. $\text{Ag}_8\text{SiS}_6 - \text{Ag}_8\text{GeS}_6$ sisteminin faza diaqramı

DTA və RFA nəticələri əsasında $\text{Ag}_8\text{SiS}_6 - \text{Ag}_8\text{GeS}_6$ sisteminin faza diaqramı qurulmuşdur.

Şəkil 4-dən göründüyü kimi sistemin həm aşağı həm də yuxarı temperaturlu modifikasiyaları arasında fasiləsiz bərk məhlullar əmələ gəlir.

YEKUN NƏTİCƏ

$\text{Ag}_8\text{SiS}_6 - \text{Ag}_8\text{GeS}_6$ sistemində faza tarazlığı DTA və RFA üsulları ilə tədqiq edilmişdir. Birləşmələrin aşağı temperaturlu ortorombik və yüksək temperaturlu kubik modifikasiyaları arasında fasiləsiz bərk məhlulların əmələ gəlməsi müəyyən edilmişdir. Alınan bərk məhlullar ekoloji cəhətdən təhlükəsiz funksional materiallar kimi maraq kəsb edir.

Bu iş Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Elmin İnkişafı Fondunun maliyyə yardımı ilə yerinə yetirilmişdir- Qrant № EIF-GAT-5-2020-3(37)-12/02/4-M-02.

ƏDƏBİYYAT

1. Babanly, M.B. Ternary Chalcogenides Based on Copper and Silver (Тройные халькогениды на основе серебра и меди) / M.B.Babanly, Y.A.Yusibov, V.T. Abishev – Russia: BSU Publisher, - 1993. -342 p.
2. Sanghoon, X.L. Chalcogenides: From 3D to 2D and Beyond / X.L.Sanghoon, L.J.Tengfei, L.Y. Zhang -Elsevier, -2019. -398 p.
3. Ahluwalia, G.K. Applications of Chalcogenides: S, Se, and Te / G.K.Ahluwalia. Springer, -2016. - 461 p.



4. Dughaish, Z.H. Lead telluride as a thermoelectric material for thermoelectric power generation // *Phys. B*, -2002. -p. 205–223.
5. Bell, L.E. Cooling, heating, generating power, and recovering waste heat with thermoelectric systems // *Science*, -2008. -p. 1457–1461.
6. Lalonde, A.D., Pei, Y., Snyder, G.J. Revolution of $\text{PbTe}_{1-x}\text{Ix}$ as high performance n-type thermoelectric material // *Energy Environ. Sci.*, -2011. -p. 2090–2096.
7. Zhang, Q. Heavy doping and band engineering by potassium to improve the thermoelectric figure of merit in p-type PbTe , PbSe , and $\text{PbTe}_{1-y}\text{Sey}$ / Q.Zhang, F.Cao, W.Liu [və b.] // *J. Am. Chem. Soc.*, -2012. -p. 10031–10038.
8. Horichok, I. Phase Content and Thermoelectric Properties of Optimized Thermoelectric Structures Based on the Ag-Pb-Sb-Te System / I.Horichok, R.Ahiska, D.Freik [və b.] // *Journal of Electronic Materials*, -2016. № 3, -p. 1576–1583.
9. Schwarzmüller, S. Argyrodite-Type $\text{Cu}_8\text{GeSe}_6\text{-x Te x}$ ($0 \leq x \leq 2$): Temperature-Dependent Crystal Structure and Thermoelectric Properties / S.Schwarzmüller, D.Souchay, D.Günther [və b.] // *Zeitschrift Für Anorganische Und Allgemeine Chemie*, -2018. № 24, -p. 1915–1922.
10. Acharya, S. High thermoelectric power factor in p-type Cu_8GeSe_6 // *Solid state physics symposium*, -2019. -p. 1–3.
11. Anthony, R. *Solid State chemistry and its application* / R.Anthony. -West: -2014. -864 p.
12. Boucher, F. Distribution and Ionic Diffusion Path of Silver in $\gamma\text{-Ag}_8\text{GeTe}_6$: A Temperature Dependent Anharmonic Single Crystal Structure Study // *Journal of Solid State Chemistry*, -1993. № 2. -p. 332–346.
13. Shen, X. High-Temperature Structural and Thermoelectric Study of Argyrodite Ag_8GeSe_6 / X.Shen, X.Yang, Y.Liu [və b.] // *ACS Applied Materials and Interfaces*, -2018. № 2, -p. 2168–2176.
14. Li, W. Low Sound Velocity Contributing to the High Thermoelectric Performance of Ag_8SnSe_6 / W.Li, S.Lin, B.Ge [və b.] // *Advanced Science*, -2016. № 11, -p. 1600196–1600201.
15. Ghrib, T. High Thermoelectric Figure of Merit of Ag_8SnS_6 Component Prepared by Electrodeposition Technique / T.Ghrib, A.L.Otaibi, A. Almessiere [və b.] // *Chinese Physics Letters*, -2015. № 12, -p. 127402–127409.
16. Jin, M. Fabrication and Thermoelectric Properties of Single-Crystal Argyrodite Ag_8SnSe_6 / M.Jin, S.Lin, W.Li [və b.] // *Chemistry of Materials*, -2019. № 7, -p. 2603–2610.
17. Shen, X. High-Temperature Structural and Thermoelectric Study of Argyrodite Ag_8GeSe_6 / X.Shen, C.Yang, Y.Liu [və b.] // *ACS Applied Materials and Interfaces*, -2019. № 2, -p. 2168–2176.
18. Charoenphakdee, A. Ag_8SiTe_6 : A New Thermoelectric Material with Low Thermal Conductivity / A.Charoenphakdee, K.Kurosaki, H.Muta [və b.] // *Japanese Journal of Applied Physics*, -2009. № 1, -p. 01160–01169.
19. Masaki, F. Thermoelectric properties of Ag_8GeTe_6 / F.Masaki, K.Ken, M.Hiroaki [və b.] // *Journal of Alloys and Compounds*, -2005. № 1, -p. 280–282.
20. Qinghui, J. Eco-friendly Highly Robust Ag_8SiSe_6 -Based Thermoelectric Composites with Excellent Performance Near Room Temperature / J.Qinghui, L.Suwei, L.Yubo [və b.] // *ACS publications*, -2020. № 49, -p. 54653–54661.
21. Kim, K.M. Growth and characterization of co-evaporated Cu_2SnSe_3 thin films for photovoltaic applications / K.M.Kim, H.Tampo, H.Shibata [və b.] // *Thin Solid Films*, -2013. -p. 111–114.
22. Lee, G.E. Preparation and Thermoelectric Properties of Farnatite Cu_3SbS_4 // *Journal of Electronic Materials*, -2019. № 5, -p. 1–8.



23. Hull, S. Ag^+ diffusion within the rock-salt structured superionic conductor $\text{Ag}_4\text{Sn}_3\text{S}_8$ // *Journal of Physics: Condensed Matter*, -2005. № 7, -p. 1067–1084.
24. Barbara, K.H. High Electron Mobility and Disorder Induced by Silver Ion Migration Lead to Good Thermoelectric Performance in the Argyrodite Ag_8SiSe_6 / K.H.Barbara, W.Kai, K.Yasar [və b.] // *Materials Science and Engineering*, -2017. -p. 4833–4839.
25. Semkiv, I. Ag_8SnSe_6 argyrodite synthesis and optical properties / I.Semkiv, H.Ilchuk, M.Pawłowski [və b.] // *Opto-Electronics Review*, -2017. № 1, -p. 37–40.
26. Lu, C.L. Electronic, optical properties, surface energies and work functions of Ag_8SnS_6 : First-principles method / C.L.Lu, L.Zhang, Y.W.Zhang [və b.] // *Chinese Physics B*, -2015. № 1, -p. 1-7.
27. Alverdiyev, I.J. Study of the $2\text{Cu}_2\text{S} + \text{GeSe}_2 \leftrightarrow \text{Cu}_2\text{Se} + \text{GeS}_2$ reciprocal system and thermodynamic properties of the $\text{Cu}_8\text{GeS}_6\text{-XSe}_x$ solid solutions / I.J.Alverdiyev, Z.S.Aliev, S.M.Bagheri [və b.] // *Journal of Alloys and Compounds*, -2017, 691, -p. 255–262.
28. Alverdiyev, I.J. Phase equilibria in the $\text{Ag}_2\text{Se-GeSe}_2\text{-SnSe}_2$ system and thermodynamic properties of $\text{Ag}_8\text{Ge}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Se}_6$ solid solutions // *Inorganic Materials*, -2017. № 8, p. 801–809.
29. Bagheri, S.M. Phase equilibria in the $\text{Ag}_8\text{SnS}_6\text{-Ag}_8\text{SnSe}_6$ system / S.M.Bagheri, S.Z.Imamaliyeva, L.F.Mashadiyeva [və b.] // *International Journal of Advanced Science and Technology*, -2014, 4, № 2, -p. 291–296.
30. Bagheri, S.M. $\text{Ag}_8\text{GeS}_6\text{-Ag}_8\text{GeSe}_6$ sistemində faza tarazlıqları və bərk məhlulların bəzi xassələri / S.M.Bagheri, I.J.Alverdiyev, Y.Ə.Yusibov [və b.] // *Azərbaycan kimya jurnalı*, -2014. № 3, s. 15–21.
31. Aliyeva, Z.M. The phase equilibria in the $\text{Ag}_2\text{S-Ag}_8\text{GeS}_6\text{-Ag}_8\text{SnS}_6$ system / Z.M.Aliyeva, S.M.Bagheri, Z.S.Aliev [və b.] // *Journal of Alloys and Compounds*, -2014. -p. 395–400.
32. Aliyeva, Z.M. Phase equilibria in the pseudoternary system $\text{Ag}_2\text{Se-Ag}_8\text{GeSe}_6\text{-Ag}_8\text{SnSe}_6$ / Z.M.Aliyeva, S.M.Bagheri, I.J.Alverdiyev [və b.] // *Inorganic Materials*, -2014, 50, № 10, -p. 1063–1068.
33. Abbasova, V.A. Phase equilibria in the $\text{Cu}_8\text{GeSe}_6\text{-Ag}_8\text{GeSe}_6$ system / V.A.Abbasova, I.J.Alverdiyev, L.F.Mashadiyeva [və b.] // *Azerbaijan Chemical journal*, -2017. № 1, -p. 30-33.
34. Sachanyuk, V.P. The $\text{Ag}_2\text{S-In}_2\text{S}_3\text{-Si(Ge)S}_2$ systems and crystal structure of quaternary sulfides $\text{Ag}_2\text{In}_2\text{Si(Ge)S}_6$ / V.P.Sachanyuk, G.P.Gorgut, V.V.Atuchin [və b.] // *Journal of Alloys and Compounds*, - 2008. № 2, -p. 348-358.
35. Kokhan, A.P. The interaction in $\text{Ag}_2\text{X-B}^{\text{IV}}\text{X}_2$ (B^{IV} – Si, Ge, Sn; X = S, Se) systems and properties of compounds: Abstract of Dissertation Cand. Sci. (Chem.)Uzhhorod, 1996. p. 21
36. Olekseyuk I.D. The $\text{Ag}_2\text{S-GeS}_2$ system and Ag_2GeS_3 crystal structure / I.D.Olekseyuk, Y.M.Kogut, A.O.Fedorchuk [və b.] // *Naukovyi visnyk Volyn's'koho Natsional'noho Universytetu im. Lesi Ukrainky. Neorhanichna Khimiya*, -2010, 16, -p. 25–33.
37. Chbani, N. Ternaire argent-germanium-sulfure. Quasibinaire disulfure de germanium – sulfure d'argent. Conductivite electrique du verre le plus riche en argent / N.Chbani, X.Cai, A.M.Loireau-Lozac'h [və b.] // *Mater. Res. Bull.*, -1992. № 11, -p. 1355–1361.
38. Gorochoy, O. Les composés Ag_8MX_6 (M= Si, Ge, Sn et X= S, Se, Te) // *Bull. Soc. Chim. Fr.*, - 1968, № 6, -p. 2263–2275.
39. Eulenberger, G. Die Kristallstruktur der Tieftemperatur modifikation von Ag_8GeS_6 – Synthetischer Argyrodit // *Monatshefte für Chemie*, -1977, -p. 901–913.



PHASE EQUILIBRIA IN THE Ag_8SiS_6 - Ag_8GeS_6 SYSTEM

G.M. Ashirov

Phase equilibria in the Ag_8SiS_6 - Ag_8GeS_6 system were experimentally investigated by means of differential thermal analysis and powder X-ray diffraction techniques. It was established that continuous series of solid solutions with Si→Ge substitution are formed in the system. T-x diagram of the title system and concentration dependence of lattice parameters of the obtained solid solutions were plotted.

Keywords: Argyrodite, silver – germanium sulphide, silver - silicon sulfide, phase equilibria, solid solutions, T-x diagram

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ В СИСТЕМЕ Ag_8SiS_6 - Ag_8GeS_6

Г.М. Аширов

Методами дифференциального термического и рентгенофазового анализов экспериментально исследованы фазовые равновесия в системе Ag_8SiS_6 - Ag_8GeS_6 . Установлено, что в системе образуется непрерывный ряд твердых растворов с Si→Ge замещением. Построены T-x диаграмма исследуемой системы и график концентрационной зависимости параметров решетки полученных твердых растворов.

Ключевые слова: Аргиродит, сульфид серебра-германия, сульфид серебра-кремния, фазовые равновесия, твердые растворы, T-x диаграмма