




UOT: 546.665.519.24.541.123.3

Ho-As-Te ÜÇLÜ SİSTEMİNDƏ QARŞILIQLI TƏSİRİN XARAKTERİ As₂Te₃-Ho₂Te₃ VƏ HoAs - Te KƏSİKLƏRİ ÜZRƏ TƏDQIQI

Teymur Məmməd oğlu İlyaslı , Nərmin Şahin qızı Məmmədova ,

Fuad Mikayıl oğlu Sadıqov 

Bakı Dövlət Universiteti, Bakı, Azərbaycan

E-mail: narmin-mammadova91@mail.ru

Fiziki-kimyəvi analizlərin ənənəvi kompleks metodları differensial-termiki (DTA), rentgenfaza (RFA), mikroquruluş (MQA) analizləri və mikrobərkliyin, sıxlığın təyini üsulları ilə Ho-As-Te üçlü sistemində fiziki-kimyəvi qarşılıqlı təsirin xarakteri As₂Te₃-Ho₂Te₃ və HoAs-Te kəsikləri üzrə tədqiq edilmiş və kəsiklərin T-X diaqramları qurulmuşdur.

Müəyyən edilmişdir ki, As₂Te₃-Ho₂Te₃ sistemi kvazibinar olub, üçlü sistemin trianqulyasiyasında iştirak edir. Sistemdə komponentlərin 1:1 nisbətində 1050 K-də HoAsTe₃ tərkibli inkonqruent birləşmə və As₂Te₃ əsasında otaq temperaturunda 5 mol% Ho₂Te₃ bərk məhlul əmələ gəlir. HoAsTe₃ birləşməsinin kristal kimyəvi parametrləri təyin edilmişdir. HoAsTe₃ birləşməsi tetraqonal sinqoniyada kristallaşır, qəfəs parametrləri: a=17,81, c=11,58 Å, sıxlıq: ρ_{rent}=5,91, ρ_{pik}=5,85 q/sm³.

HoAs-Te kəsiyi qeyri-kvazibinar olub, üçlü sistemin 4 tabeli üçbucağının sahəsindən keçir.

Açar sözlər: sistem, kəsik, likvidus, kvazibinar, qeyri-kvazibinar, evtektika.

doi.org/10.59849/2409-4838.2023.4.28

GİRİŞ

V qrup elementlərinin və NTE xalkogenidləri geniş spektrli fiziki-kimyəvi xassələrə malikdir. [1, 2]. Bunlar əsasında sintez edilmiş maddələr texnikada, fotohəssas, maqnit, termoelektrik və s. materiallar kimi tətbiq sahələri tapmışdır [3-7].

As₂Te₃ birləşməsi müxtəlif müəlliflər tərəfindən tədqiq edilmiş As-Te sistemində komponentlərin 2:3 nisbətində açıq maksimumla əmələ gəlir və 658 K-də konqruent əriyir.

As₂Te₃ monoklinik sinqoniyada kristallaşır. Qəfəs parametrləri a=14,40, b=4,05, c=9,32 Å, β=95°, f.qr. C₂m – C³ 2n; =1600 MPa [8, 9].

Ho₂Te₃ birləşməsi [2] müəlliflər tərəfindən tədqiq edilmiş, Ho-Te binar sistemində açıq maksimumla əmələ gəlir. 1645 K-də konqruent əriyir, rombik sinqoniyada kristallaşır. Qəfəs parametrləri a=12,172, b=8,606, c=25,81 Å, f.qr. P_{bb} [10, 11]. Ho₂Te₃ yarımkəçiricidir, xüsusi elektrik müqaviməti ρ=2,8·10⁻⁴ om·sm-dir [12, 13]. HoAs birləşməsi Ho-As binar sistemində açıq maksimumla əmələ gəlir və 1870 K-də konqruent əriyir [14].

Ho-As-Te üçlü sistemində kimyəvi qarşılıqlı təsirin xarakterini müəyyən etmək üçün As₂Te₃-Ho₂Te₃və HoAs-Te sistemlərinin tədqiqi vacibdir.

MATERIAL VƏ METODLAR

As₂Te₃-Ho₂Te₃və HoAs-Te sistemlərinin tədqiqi zamanı onların ərintilərinin sintezi xüsusi təmizlikli -Holmium metallik-Holm-0, arsen, sürmə-B-4, tellur-TA-2 elementlərindən istifadə etməklə aparılmışdır. Tədqiq edilən işin eksperimental hissəsini yerinə yetirərkən aşağıdakı üsullardan istifadə edilmişdir: differensial-termiki analiz (DTA), yüksək temperaturu differensial-termiki analiz (YTDTA), rentgenfaza analizi (RFA), mikroquruluş analizi (MQA), mikrobərkliyin təyini, sıxlığın ölçülməsi. DTA –“Termoksan-2” cihazında, YTDTA isə BTA-987 markalı cihazda BЧTY51-681-75 markalı arqon mühitində aparılmışdır. Ovuntu difraktoqramları Almaniyanın Bruker firmasının D8 ADVANCE və D2 Phaser cihazlarında çəkilmiş, mikroquruluş analizi MİM-7, mikrobərklik isə PİMT-3 markalı cihazların köməyi ilə aparılmışdır.



NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

As_2Te_3 - Ho_2Te_3 sisteminin ərintiləri ilkin komponentlərdən istifadə edilərək 1250 K-də 15 gün ərzində birbaşa ampula üsulu ilə bir temperatur lüsubada qrafitlənmiş ampulada sintez edilmişdir. Sintezdən sonra ərintilərdə tarazlıq halının yaranması üçün onlar əzilərək toz halına keçirilmiş və xüsusi qurğuda 200 kQ/sm^3 təzyiqdə sıxılaraq həb halına salınmışdır. Həblər qrafitlənmiş kvars ampulalara keçirilərək vakuum şəraitində Mufel peçində tərkibdən asılı olaraq cədvəl 1-də verilmiş temperatur rejimlərində termiki emal edilmişdir.

Cədvəl 1.

As_2Te_3 - Ho_2Te_3 sisteminin ərintilərinin termiki emal şəraiti

Tərkib, mol%. Ho_2Te_3	Temperatur, K.	Zaman, saat.	Ərintilərin faza tərkibi.
0-5	400	250	As_2Te_3 , α -bərk məhlul
5-50	400	350	As_2Te_3 , α , $S_2(HoAsTe_3)$
50-90	1000	15 gün	$HoAsTe_3$, Ho_2Te_3 .

Termiki emaldan sonra ərintilər ənənəvi metodlarla (DTA, RFA, MQA həmçinin mikrobərklik və sıxlığın ölçülməsi ilə) tədqiq edilmişdir. Ərintilərin differensial termiki analizi üçün nümunələrin kütləsi 2q götürülmüşdür. DTA-nın nəticələri (Cədvəl 2) göstərir ki, nümunələrin termoqramlarında qızma əyriələrində alınmış bütün effektlər endotermik olub, dönəndirlər.

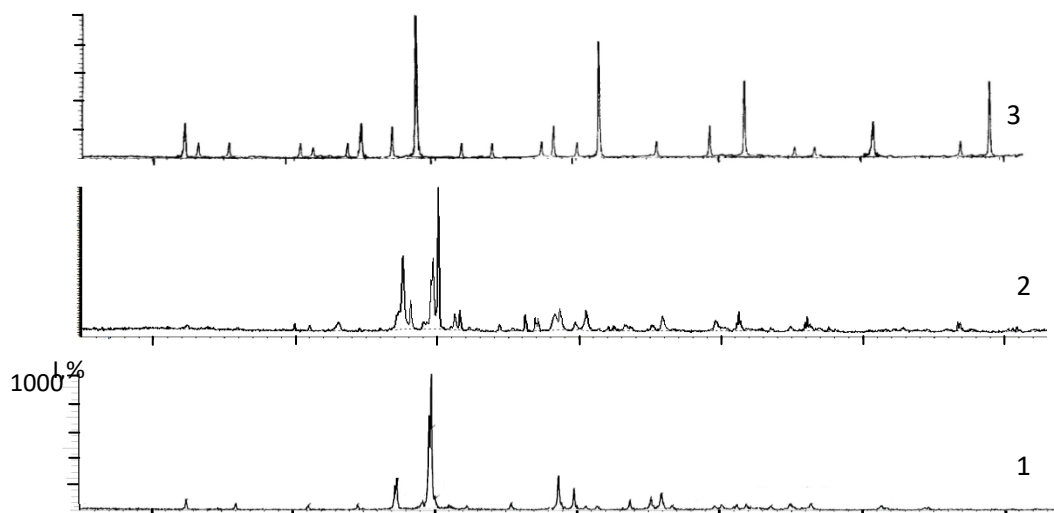
Cədvəl 2.

As_2Te_3 - Ho_2Te_3 sisteminin ərintilərinin differensial termiki analizinin, mikrobərkliyin, sıxlığın ölçülməsinin nəticələri

№	Tərkib, mol%.		Termiki qızma effektləri, K.	Mikrobərklik, MPa.		
	As_2Te_3	Ho_2Te_3		As_2Te_3	$HoAsTe_3$	Ho_2Te_3
1	100	0	654	1800	-	-
2	99	1	654,655	1825	-	-
3	98	2	645,650	1835	-	-
4	97	3	640,645	1845	-	-
5	95	5	600,635	1850	-	-
6	90	10	600,640	-	-	-
7	85	15	600,550	-	-	-
8	80	20	600, evtektika		Ölçülməyib	-
9	70	30	600,1050,1115	-	-	-
10	60	40	600,1050,1245	-	2025	-
11	50	50	1050,1300	-	2025	-
12	40	60	1050	-	2024	-
13	30	70	1050		2025	Ölçülməyib
14	20	80	1050		Ölçülməyib	2550
15	10	90	1050		-	2552
16	5	95	1050		-	2550
17	0	100	1725		-	2550

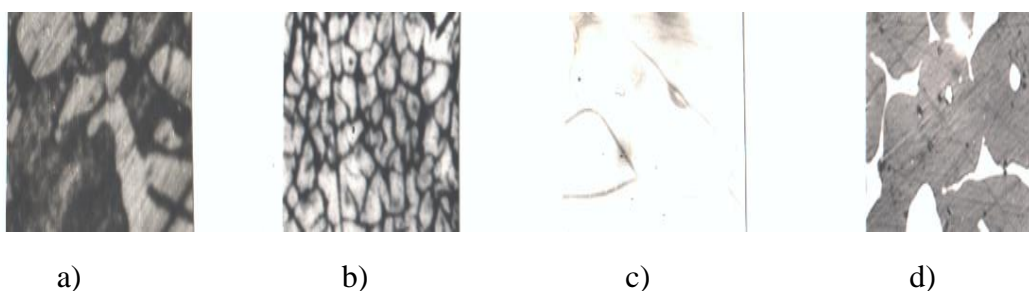


Ərintilərin rentgen faza analizinin nəticələri şəkil 1-də verilmişdir. Şəkil 1-dən göründüyü kimi 50 mol% Ho_2Te_3 tərkibli nümunənin difraktoqramındakı refleks xətləri ilkin komponentlərin rentgen xətlərindən fərqlidir. Bu onu göstərir ki, sistemdə komponentlərin 1:1 nisbətində HoAsTe_3 tərkibli yeni faza əmələ gəlir (Şəkil 1).



Şəkil 1. As_2Te_3 - Ho_2Te_3 sisteminin ərintilərinin difraktoqramları. 1- As_2Te_3 , 2- HoAsTe_3 , 3- Ho_2Te_3 .

Mikroquruluş analizinin nəticələrinə əsasən müəyyən edilmişdir ki, sistemdə 0-5 mol% intervalda olan ərintilər və 50 mol% Ho_2Te_3 tərkibli ərintilər bir fazalı, qalan ərintilər isə iki fazalıdır. Bu hal onu göstərir ki, sistemdə 0-5 mol% tərkibdə As_2Te_3 əsasında bərk məhlul sahəsi, 50 mol% Ho_2Te_3 tərkibdə isə HoAsTe_3 tərkibli yeni üçlü faza əmələ gəlir (Şəkil 2).



Şəkil 2. As_2Te_3 - Ho_2Te_3 sisteminin ərintilərinin mikroquruluşu a)20mol%; d)40mol%; c)50 mol%; d)60 mol% Ho_2Te_3 .

Ərintilərin mikrobərkliyinin ölçülməsi nəticəsində üç sıra qiymətlər alınmışdır. 1800-1850 MPa As_2Te_3 əsasında bərk məhlula, 2025 MPa HoAsTe_3 birləşməsinə və 2550 MPa isə Ho_2Te_3 birləşməsinə uyğundur (Cədvəl 2).

Yuxarıda qeyd edilən analizlərin nəticəsinə əsasən As_2Te_3 - Ho_2Te_3 sisteminin hal diaqramı qurulmuşdur (Şəkil 3).

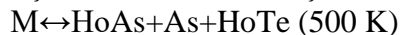
Şəkildən göründüyü kimi sistemdə komponentlərin 1:1 nisbətində HoAsTe_3 tərkibli birləşmə 1050 K-də peritektik proseslər əmələ gəlir. Sistemdə 600 K-də nonvariant tarazlıq baş verir:



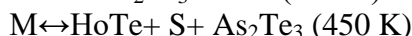
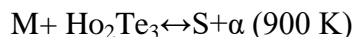


qiymətlər alınmışdır. Aparılmış təhlillərin nəticələrinə əsasən HoAs-Te sisteminin hal diaqramı qurulmuşdur (Şəkil 4).

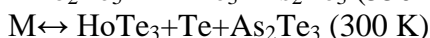
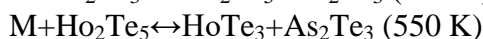
Şəkildən görüldüyü kimi sistem Ho-As-Te üçlü sisteminin qeyri-kvazibinar kəsiyi olub, üçlü sistemin dörd tabeli üçbucağının sahəsindən keçir. HoAs-As₂Te₃-HoTe tabeli sistemini kəsən hissəsində nonvariant tarazlıq baş verir, üçlü evtektika kristallaşır.



Sistemin II tabeli HoTe-As₂Te₃-Ho₂Te₃ üçbucağını kəsən hissəsində üçlü peritektik və üçlü evtektik tarazlıq prosesləri baş verir.

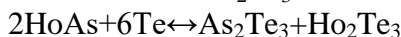
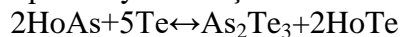


Sistemin III tabeli As₂Te₃-Ho₂Te₃-Te üçbucağını kəsən hissəsində də üçlü peritektik və evtektik tarazlıq prosesləri baş verir.



HoAs-Te sisteminin likvidus səthi dörd fazanın (M+HoAs, M+HoTe, M+α, (HoTe+Ho₂Te₃) və M+Te) ilkin kristallaşma sahəsindən təşkil olunmuşdur.

Sistemdə 71-75 mol% Te tərkibdə As₂Te₃-HoTe, As₂Te₃-Ho₂Te₃ kvazibinar sistemləri ilə kəşimə nöqtələrində aşağıdakı tarazlıq reaksiyaları baş verir.



ƏDƏBİYYAT

1. Абрикосов, Н.Х. Полупроводниковые халькогениды и сплавы на их основе / Н.Х.Абрикосов, В.Ф.Банкина, Я.В.Порецкая – Москва: Наука, – 1975. – 220 с.
2. Ярембаш, Е.И. Халькогениды редкоземельных элементов / Е.И. Ярембаш, А.А. Елисеев – Москва: – 1975. – 131 с.
3. Хальколантанаты редких элементов / П.Г. Рустамов, О.М.Алиев, А.В.Эйнуллаев – Москва: – 1989. – 284 с.
4. Nəsimova, L.E. Ho-As(Sb)-Se üçlü sistemlərinin şüşəvari və kristal halda tədqiqi: / Avtoreferat. / – Bakı, 2015. – 24 s.
5. Okamoto, H. As-Te (arsenid-tellurium) // Journal of Phase Equilibria and Diffusion, – 2010. – 207 p.
6. Eifert, J.R., Peretti, E.A. The phase diagram of the system tellurium arsenic // Journal of materials science, – 1968. – p. 293-296.
7. Ильяслы, Т.М., Алиева, К.М., Исмаилов, З.И. Фазообразование в системе Ho-As-Te // Сборник статей по материалы XVI Междун. Научно-практик конференции, – Санкт Петербург: – 2018, – с. 13-15.
8. İlyaslı, T.M., Mammadova, N.Sh., İsmayılov, Z.İ., Shirinova, Sh.E. Discharge study of As₂Te₃-NdTe of Nd-As-Te ternary system // Technology and Higher education Westwood. Canada, – 2016, – p. 120-122.
9. Взаимодействия в системе AsTe-Nd / Т.М. Ильяслы, Н.Ш. Мамедова, З.И. Исмаилов [и др.] – Iscience. In. UA, – 2016. – с. 145-147.
10. Bruzzone, G. Rend. Accad. Lincei, – 1961. – 208 p.
11. İandelli, A. Rend. Accad. Lincei, – 1964. – 160 p.
12. J.Flahaut., P.Laruelle., M.P.Pardo [et al.] – France: Bulletin Soc. Chim, – 1965. – 1399 p.
13. Brixner, T.H. Journal of Inorganic Nuclear Chemistry, – 1960. – 199 p.



14. Ильяслы, Т.М., Насибова, Л.Э., Садыгов, Ф.М. Исследование двойных металлических систем Ho-As и Ho-Sb // Тезисы Доклады IX Международный Курнаков. Совещ. По физ.-хим. Анализа, – Пермь: – 2010, – с. 133.

CHARACTERIZATION AND INVESTIGATION TRIPLE SYSTEM Ho-As-Te BY THE CROSS SECTION OF As_2Te_3 - Ho_2Te_3 AND HoAs-Te

T.M. Ilyasly, N.Sh. Mammadova, F.M. Sadigov

It has been investigated and constructed T-X diagram in the triple system Ho-As-Te in the cut of As_2Te_3 - Ho_2Te_3 and HoAs-Te by the trivial complex methods of physico-chemical analyses-differential-thermal (DTA), X-ray phase (RFA), microstructure (MSA), microhardness and density.

It has been determined that the As_2Te_3 - Ho_2Te_3 system is quasi-binary and participated in the triangulation of the ternary system. An incongruent compound is formed in the system, containing HoAsTe₃ at 1050 K in a 1:1 component ratio and a solid solution of 5 mol.% Ho_2Te_3 at room temperature based on As_2Te_3 . It has been determined the crystal chemical parameters of the HoAsTe₃ compound. The HoAsTe₃ compound crystallizes in tetragonal systems, lattice parameters: $a=17.81$, $c=11.58$ Å, density: $\rho_{rent}=5.91$, $\rho_{pik}=5.85$ g/cm³.

The HoAs-Te cross section is non-quasi-binary and passes through the region of 4 subordinate triangles of the ternary system.

Keywords: *system, cut, liquidus, quasi-binary, non-quasi-binary, eutectic.*

ХАРАКТЕР ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ТРИНАРНОЙ СИСТЕМЕ Ho-As-Te ИЗУЧЕНИЕ ПЕРЕСЕЧЕНИИ As_2Te_3 - Ho_2Te_3 и HoAs-Te

Т.М. Ильяслы, Н.Ш. Мамедова, Ф.М. Садыгов

Традиционные комплексные методы физико-химического анализа, дифференциально-термический (ДТА), рентгенофазовый (РФА), микроструктурный (МКА) анализ и микротвердость, методы определения плотности, природы физико-химического взаимодействия в Ho-As-Te. Изучены сечения тройной системы As_2Te_3 - Ho_2Te_3 и HoAs-Te и построены T-X диаграммы сечений.

Установлено, что система As_2Te_3 - Ho_2Te_3 является квазибинарной и участвует в триангуляции тройной системы. В системе образуется инконгруэнтное соединение, содержащее HoAsTe₃ при 1050 K в соотношении компонентов 1:1 и твердый раствор 5 мол.% Ho_2Te_3 при комнатной температуре на основе As_2Te_3 . Определены кристаллохимические параметры соединения HoAsTe₃. Соединение HoAsTe₃ кристаллизуется в тетрагональной сингонии, параметры решетки: $a=17,81$, $c=11,58$ Å, плотность: $\rho_{rent}=5,91$, $\rho_{pik}=5,85$ г/см³.

Сечение HoAs-Te неквазибинарно и проходит через область 4 подчиненных треугольников тройной системы.

Ключевые слова: *система, разрез, ликвидус, квазибинарность, неквазибинарность, эвтектика.*