

## KİMYA

UOT 546:65.86.23

## Ho-As-Se SİSTEMİNİNDƏ FAZA TARAZLIĞININ TƏDQIQI

T.M.İLYASLI, F.M.SADIQOV, L.E.NƏSİBOVA

*Bakı Dövlət Universiteti**Lala-2201@mail.ru*

*Fiziki-kimyəvi analizin kompleks metodları ilə Ho-As-Se üçlü sistemində kimyəvi qarşılıqlı təsirin xarakteri tədqiq edilmiş, kvazi- və qeyri-kvazibinar kəsiklərin hal diaqramları və sistemin likvidus səthinin proyeksiyası qurulmuşdur. Sistemdə HoAsSe<sub>3</sub> tərkibli birləşmə, As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> əsasında şüşəmələgəlmə və bərk məhlul sahələri aşkar edilmişdir.*

*Açar sözlər: Ho-As-Se sistemi, As xalkogenidləri, HoAsSe<sub>3</sub> birləşməsi.*

Məlum olduğu kimi As xalkogenidləri əsasında alınmış şüşələr perspektiv fotohəssas materiallar kimi texnikada özünə geniş yer tapmışdır.

Maqnit ionlu şüşəvari materialların alınması böyük əhəmiyyət kəsb edir. Bu baxımdan Ho-As-Se üçlü sisteminin öyrənilməsi aktual məsələlərdən biridir. Üçlü sistemdə qarşılıqlı təsirin xarakterini öyrənmək üçün üçlü sistemi təşkil edən ikili sistemlər, üçlü sistemin kvazi və qeyri-kvazibinar kəsikləri öyrənilmişdir.

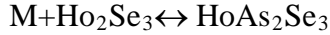
**As-Se** sistemi [1-3] 65 at%-ə qədər iki konqruent əriyən birləşmə ilə xarakterizə olunur: As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-650K-də və AsSe-595K. As-AsSe; AsSe-As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> və As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Se arasında evtektik qarışıq əmələ gəlir. Evtektikanın koordinatları uyğun olaraq aşağıdakı kimidir: 55 at%As və 520K; 47at% As və 545K; 20 at% As və 425K.

**Ho-Se** sistemi [4] üç konqruent əriyən HoSe (2250K), Ho<sub>3</sub>Se<sub>4</sub> (2110K) və Ho<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> (2073K) tərkibli birləşmələri və bir inkonqruent əriyən HoSe<sub>2</sub> (1500K) tərkibli birləşmə ilə xarakterizə olunur.

Sistemdə əmələ gələn evtektik nöqtələrin koordinatları uyğun olaraq bərabərdir: Ho-HoSe 5 at% Se və 1700K; HoSe-Ho<sub>3</sub>Se<sub>4</sub> 52 at% Se və 1900K; HoSe<sub>2</sub>-Se və 493K evtektika cırılmışdır.

**Ho-As** sistemi [5] tam tədqiq edilmişdir. 1870K əriyən HoAs tərkibli distektik birləşməsi əmələ gəlir. HoAs başlanğıc komponentlərlə cırılmış evtektika əmələ gətirir.

**As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Ho<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>** kəsiyi kvazibinardır. Sistemdə 1273K-də komponentlərin 1:1 nisbətində HoAs<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> tərkibli inkonqruent əriyən birləşmə əmələ gəlir.



Sistemdə evtektika 11 mol% Ho<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> və 300K-də kristallaşır.



**As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-HoSe** kəsiyi kvazibinardır. Sistemdə 90 mol% As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> tərkibdə 570K-də əriyən evtektika kristallaşır. As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> əsasında 300K-də 3 mol% həllolma əmələ gəlir.

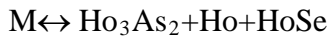
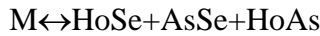
**HoAs-AsSe** kəsiyi kvazibinardır. Sistemdə 90 mol% AsSe tərkibdə və 500K-də əriyən evtektika tərkib kristallaşır. Sistemdə homogen sahə praktik olaraq aşkar edilməmişdir.

**HoAs-HoSe** kəsiyi kvazibinardır. Sistemdə evtektika əmələ gəlir. Evtektikanın koordinatları bərabərdir: 35 mol% HoSe və 1580K.

**HoSe-AsSe** kəsiyi kvazibinardır. Sistemdə 98 mol% AsSe əsasında 300K 2 mol% həllolma sahəsi əmələ gəlir.

**As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Ho<sub>3</sub>Se<sub>4</sub>** kəsiyi kvazibinardır. Sistemdə 15 mol% Ho<sub>3</sub>Se<sub>4</sub> tərkibdə və 550K-də əriyən evtektika kristallaşır. As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> əsasında 5 mol% Ho<sub>3</sub>Se<sub>4</sub> həllolma əmələ gəlir.

**As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Ho** kəsiyi qeyri-kvazibinardır. As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Ho kəsiyi üç tabeli üçbucağın sahəsindən keçir: HoAs-As-AsSe, HoAs-AsSe-HoSe və HoSe-As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Se. Kəsiyin likvidusu üç komponentin M+Ho, M+HoSe və M+α (As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>) ilkin kristallaşma ayrılarından ibarətdir. Sistemdə 400, 450 və 1250K -ə uyğun gələn izotermik temperaturda uyğun olaraq üçlü evtektik tarazlıq yaranır.

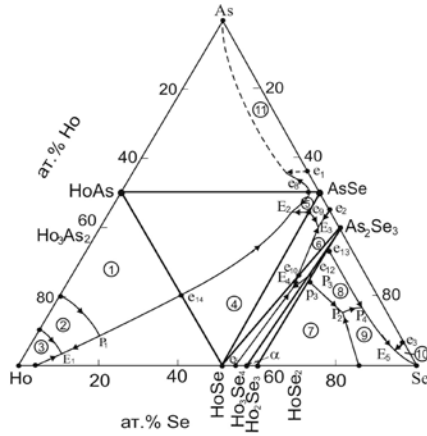


Kəsiyin üçlü sistemin Ho-HoAs-HoSe tabeli üçbucağından keçən sahəsində, üçlü sisteminin binar sistemi olan Ho-As sistemində alınan Ho<sub>3</sub>As<sub>2</sub> birləşməsinin 1350K-də dördfazlı nonvariant tarazlıq prosesi ilə əmələ gəlir:



Ho-As-Se üçlü sisteminin likvidus səthinin proyeksiyası tədqiq edilmiş HoAs-AsSe, HoAs-HoSe, AsSe-HoSe, As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-HoSe, As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Ho<sub>3</sub>Se<sub>4</sub>, As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Ho<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>, As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Ho kimi daxili politermik kəsiklərin nəticələrinə və As-Se, Ho-Se, Ho-As binar sistemlərin ədəbiyyat məlumatlarına əsasən qurulmuşdur.

Ho-As-Se üçlü sisteminin ədəbiyyat və təcrübi nəticələrinə sistemin trianqulyasiyası aparılmışdır. Trianqulyasiyaya əsasən müəyyən edilmişdir ki, Ho-As-Se üçlü sistemi 6 kvazibinar kəsiklə 7 tabeli üçbucağa ayrılır: HoAs-As-AsSe, HoAs-Ho-HoSe, HoAs-AsSe-HoSe, AsSe-As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-HoSe, As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-HoSe-Ho<sub>3</sub>Se<sub>4</sub>, As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Ho<sub>3</sub>Se<sub>4</sub>-Ho<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> və As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Ho<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>-Se.



**Şək.** Ho-As-Se sisteminin likvidus səthinin proyeksiyası:  
 1-HoAs; 2-Ho<sub>3</sub>As<sub>2</sub>; 3-Ho; 4-HoSe; 5-AsSe; 6-As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>;  
 7-α(Ho<sub>3</sub>Se<sub>4</sub>+Ho<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>); 8-HoSbSe<sub>3</sub>; 9-HoSe<sub>2</sub>;10-Se;11-As.

Cədvəl

**Ho-As-Se sisteminin nonvariant və monovariant reaksiyaları**

| Nöqtələr və ayrılar                           | Reaksiyalar  | Temperatur, K |
|---|--|---------------|
| p <sub>1</sub> P <sub>1</sub>                 | M↔Ho <sub>3</sub> As <sub>2</sub> +HoAs  | 1570-1350     |
| e <sub>7</sub> E <sub>1</sub>                 | M↔ Ho <sub>3</sub> As <sub>2</sub> +Ho   | 1370-1250     |
| P <sub>1</sub> E <sub>1</sub>                 | M↔ Ho <sub>3</sub> As <sub>2</sub> +HoSe   | 1350-1250     |
| e <sub>6</sub> E <sub>1</sub>                 | M↔Ho+HoSe  | 1700-1250     |
| P <sub>1</sub> e <sub>14</sub> E <sub>2</sub> | M↔HoAs+HoSe  | 1500-1580-450 |
| e <sub>8</sub> E <sub>2</sub>                 | M↔AsSe+HoAs  | 500-450       |
| E <sub>2</sub> e <sub>9</sub> E <sub>3</sub>  | M↔AsSe+HoSe  | 450-510-400   |
| e <sub>2</sub> E <sub>3</sub>                 | M↔AsSe+As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub>   | 570-400       |
| E <sub>4</sub> e <sub>10</sub> E <sub>3</sub> | M↔ As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> +HoSe   | 525-570-400   |
| e <sub>12</sub> E <sub>4</sub>                | M↔Ho <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> +α   | 550-525       |
| E <sub>4</sub> e <sub>12</sub> P <sub>3</sub> | M↔ As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> +α(Ho <sub>3</sub> Se <sub>4</sub> +Ho <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> ) | 825-550-510   |
| e <sub>13</sub> P <sub>4</sub>                | M↔ As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> +HoAsSe <sub>3</sub>  | 573-510       |
| P <sub>3</sub> p <sub>3</sub> P <sub>2</sub>  | M↔ HoAsSe <sub>3</sub> +α  | 950-1273-940  |
| P <sub>2</sub> P <sub>4</sub>                 | M↔ HoAsSe <sub>3</sub> +HoSe <sub>2</sub>  | 940-510       |
| p <sub>2</sub> P <sub>2</sub>                 | M↔α+ HoSe <sub>2</sub>   | 1500-940      |
| P <sub>4</sub> E <sub>5</sub>                 | M↔ As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> + HoSe <sub>2</sub>   | 510-420       |
| e <sub>3</sub> E <sub>5</sub>                 | M↔ As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> +Se   | 493-420       |
| e <sub>4</sub> E <sub>5</sub>                 | M↔ HoSe <sub>2</sub> +Se   | 493-420       |
| E <sub>1</sub>                                | M↔HoAs+HoSe+Ho   | 1250          |
| E <sub>2</sub>                                | M↔HoAs+HoSe+AsSe   | 450           |
| E <sub>3</sub>                                | M↔AsSe+ As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> +HoSe  | 400           |
| E <sub>4</sub>                                | M↔ As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> +HoSe+Ho <sub>3</sub> Se <sub>4</sub>                                 | 525           |
| E <sub>5</sub>                                | M↔ As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> +HoSe <sub>2</sub> +Se  | 420           |
| P <sub>1</sub>                                | M+Ho↔Ho <sub>3</sub> As <sub>2</sub> +AsSe   | 1350          |
| P <sub>2</sub>                                | M+Ho <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> ↔HoAsSe <sub>3</sub> +α  | 510           |
| P <sub>3</sub>                                | M+Ho <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> ↔HoSe <sub>2</sub> +α  | 520           |
| P <sub>4</sub>                                | M+Ho <sub>2</sub> Se <sub>3</sub> ↔HoSe <sub>2</sub> +As <sub>2</sub> Se <sub>3</sub>                    | 940           |

Üçlü sistemdə monovariant əyrilərin istiqaməti və üçlü nöqtələrin tərkibi  $As_2Se_3$ -Ho qeyri-kvazibinar kəsiyin və əlavə üçlü ərintilərin tədqiqi nəticələrinə əsasən müəyyənləşdirilmişdir.

Ho-As-Se üçlü sisteminin likvidus səthi 11 fazanın ilkin kristallaşma sahəsindən ibarətdir: As, Ho, Se, HoAs,  $Ho_3As_2$ , HoSe,  $Ho_3Se_4$ ,  $HoSe_2$ , AsSe,  $As_2Se_3$ , HoAsSe<sub>3</sub>. Bu fazalar içərisində ən geniş kristallaşma sahəsi HoAs və HoSe fazalarının payına düşür.

Ho-As-Se üçlü sistemində 9 üçlü nonvariant tarazlıq nöqtəsi, təyin edilmişdir ki, onlardan ( $E_1$ - $E_5$ ) beş, üçlü nonvariant evtektik, dördü isə nonvariant peritektik ( $P_1$ - $P_4$ ) tarazlığı əks etdirir. Ho-As-Se üçlü sistemində baş verən nonvariant və monovariant tarazlıq proseslərinin reaksiya tənlikləri və temperatur şəraiti (cədvəl) verilmişdir.

### ƏDƏBİYYAT

1. Дембовский С.А., Лужная Н.П., Виноградова Г.З. Физико-химический анализ халькогенидных стеклообразующих систем // Ж. Неорг. химии, 1980, т.25, №3, с.291-299
2. Haria P., Cheneya C., Luepke G., Singh A.N. Wa velength selective materials modification of bulk  $As_2S_3$  au  $As_2Se_3$  by free electron laser irradiation // J. of Non-Crystalline Solids, 2000, v.270, p.265-268.
3. Seema Kandpal and Kushwaha KR. Photoacoustic spectroscopy of thin films of  $As_2S_3$ ;  $As_2Se_3$  and  $GeSe_2$  // Indian Academy of Sciences Pramana journal of physics, 2007, v.69, №3, p.481-484.
4. Ярембаш М.Б., Елисеев А.А. Халькогениды редкоземельных элементов: М.: Наука, 1975, 258 с.
5. Ильяслы Т.М., Насибова Л.Э., Садыгов Ф.М. Исследование двойных металлических систем Ho-As и Ho-Sb / Тез.докл. IX Межд. Курнак. Сов. по физ.-хим. Анализу, Пермь, 2010, с.188.

### ПРОЕКЦИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЛИКВИДУСА СИСТЕМЫ HO-AS-SE

Т.М.ИЛЬЯСЛЫ, Ф.М.САДЫГОВ, Л.Э.НАСИБОВА

### РЕЗЮМЕ

Комплексом методов физико-химического анализа исследовано взаимодействие в тройной системе Ho-As-Se и построены диаграммы состояния квази- и неквазибинарных сечений, а также проекция поверхности ликвидуса. В системе обнаружено образование соединения состава HoAsSe<sub>3</sub>, а также области твердых растворов и стеклообразование на основе  $As_2Se_3$ .

**Ключевые слова:** система Ho-As-Se, халькогениды мышьяка, соединения Ho-As-Se<sub>3</sub>.

# THE LIQUIDUS PROJECTION OF HO-AS-SE SYSTEM

T.M.ILYASLY, F.M.SADYGOV, L.E.NASIBOVA

## SUMMARY

By a complex of methods of physico-chemical analysis the interaction in Ho-As-Se ternary system is studied. The phase diagrams of quasi- and nonquasibinary sections, as well as the projection of the liquidus surface are constructed. Formation of compounds of  $\text{HoAsSe}_3$ , content, as well as areas of solid solutions and glass formation based on  $\text{As}_2\text{Se}_3$  is detected in the system.

**Key words:** HoAsSe system, arsenic chalcogen,  $\text{HoAsSe}_3$  compounds.

*Redaksiyaya daxil oldu: 05.02.2012-ci il.*

*Çapa imzalandı: 29.03.2012-ci il.*