

As-Se, As-Se-S, As-Se-Te XALKOGENİD ŞÜŞƏVARI SİSTEMLƏRİNDƏ OPTİK UDULMANIN TƏDQIQI

S.İ. MEHDİYEVA¹, A.İ. İSAYEV¹, A.Z. ABASOVA^{1,2}, R.İ. ƏLƏKBƏROV¹

1. Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi, Fizika İnstitutu

2. Bakı Dövlət Universiteti

E-mail: rahim-14@mail.ru

Optik udulma spektrlərinin tədqiqi nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, $As_{40}Se_{60}$ - tərkibində selenin tellurla (Te) əvəzlənməsi qadağan zona eninin kəskin azalmasına səbəb olur ki, bu da σ^* -orbitalları və Te-Te, Se-Te rabitələrinin LP-orbitallarının selenin (Se) yüklük aralığına düşərək zona kənarında əlavə enerji halları yaratması ilə bağlıdır. Selenin (Se) kükdürlə (S) əvəzlənməsi isə yüksək enerjili rabitələrin (Se-S) yaranmasına gətirir ki, bu da qadağan zona eninin (E_g) artması ilə nəticələnir. Stexiometriyadan kənara çıxdıqda qalığı xalkogen atomlarının konsentrasiyasının artması nəticəsində Urbax enerjisinin qiymətinin artması quruluşun nizamsızlıq dərəcəsinin artması ilə izah olunur.

Açar sözlər: xalkogenid şüşə, amorf, Urbax enerjisi

Pacs: 81.05. Gc

1. GİRİŞ

Spektrin infraqırmızı oblastında yüksək şəffaflığa və qeyri-xətti optik xüsusiyyətlərə malik olan xalkogenid şüşəvari yarımkeçiricilər infraqırmızı fotonun perspektivli materialları hesab olunur [1]. Son illər müxtəlif xalkogenid şüşələrdə optik qeyri-xəttiliyin tədqiq olunması yuxarıda söylənilən fikirləri birmənalı sübut edir [2]. Tədqiqatlar [3] göstərir ki, $As-Se$, As_2Se_3 , As_2S_3 , As_2Te_3 binar xalkogenidlər ilə, müqayisədə zəif fonon qarşılıqlı təsir enerjisində, yüksək kimyəvi davamlılığa malik mürəkkəb komponentli $As-S$ - Se və $As-Se-Te$ şüşəvari maddələrin spektrin yaxın infraqırmızı oblastında yüksək şəffaflığa və geniş intervalda dəyişən optik sındırma əmsalına malik olması onların lifli optika üçün tətbiq perspektivlərini artırır [4]. Xalkogenid şüşələr əsasən gecə görmə cihazlarında, istilik müşahidə kameralarında, gücləndiricilərdə, kimyəvi sensorlarda uğurlu alternativ tətbiq imkanlarına malikdir [5]. Tədqiqatlar göstərir ki, tərkibində selen (Se) və tellur (Te) olan şüşələr spektrin görünən oblastında tamamilə qeyri-şəffafdır. Yəni matrisaya daha massiv xalkogen elementlər əlavə edib fonon rəqslərini modifikasiya edərək şəffaflıq diapazonunu spektrin uzun dalğalar oblastına doğru genişləndirmək olar. Lakin şəffaflıq pəncərəsinin və ya oblastının spektrin qısa dalğalar oblastına doğru genişləndirilməsi qadağan zona eninin (E_g) dəyişməsi ilə, bağlı olduğundan mürəkkəb problem hesab olunur. Bu baxımdan şüşələrin optik və mikrostruktur xassələri arasındakı əlaqələrin fiziki mexanizmləri geniş təsvir edilməmişdir [6].

Məqalənin məqsədi $As-Se-S$, $As-Se-Te$ xalkogenid şüşəvari sistemlərində kimyəvi tərkib stexiometriyasından kənaraçıxmaların optik qadağan zonasına və Urbax enerjisində təsir mexanizmlərini araşdırmaqdır.

2. TƏCRÜBƏNİN METODİKASI VƏ NÜMUNƏLƏRİN ALINMASI

$As_{40}Se_{60}$, $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$,
 $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ xalkogenid şüşəvari

tərkibləri fırlanan soba üsulu ilə $950^{\circ}C$ -dən yuxarı temperaturda sintez edilmişdir. Optik tədqiqatların aparılması üçün şüşə altlıqlar üzərində vakuumda termik buxarlandırma üsulu ilə $d=2mk$ qalınlıqlı nazik təbəqələr alınmışdır. Nazik təbəqələrin alınması zamanı maddənin buxarlandırılma sürəti ~ 0.6 nm/s olmuşdur. İşdə dalğa uzunluğunun $\lambda=190 \div 1100$ nm intervalında optik tədqiqatlar aparmağa imkan verən spekol-1500 markalı spektrofotometri istifadə olunmuş və təcrübələr otaq temperaturunda yerinə yetirilmişdir. Optik buraxma spektrlərinin nəticələri WINASPEKT paket proqram təminatından istifadə olunaraq avtomatik rejimdə kompüterə verilmişdir.

3. NƏTİCƏLƏR VƏ ONLARIN MÜZAKİRƏSİ

Şəkil 1a-da izostatik və qismən elastik şüşə hallarına uyğun $As_{40}Se_{60}$, $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$ və $As_{33,3}Se_{33,3}S_{33,4}$, $As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$ xalkogenid şüşələrin optik udulma spektrləri təsvir olunmuşdur. Mövcud tədqiqatlar göstərir ki, XŞY-lərdə optik udulma əmsalının (α) fotonun enerjisindən asılılığı üç əsas oblastdan ibarətdir [7]. Fotonun enerjisinin kiçik qiymətlərində zəif udulma oblastı (qeyd olunan halda udulma əmsalı $\alpha < 1$ şərtini ödəyərək fotonun enerjisindən zəif asılı olur), Urbax qanununa tabe olan eksponensial udulma oblastı ($\alpha \sim 1 \div 10^3 cm^{-1}$) [8] və fotonun enerjisinin nisbətən yüksək qiymətləri (bu halda fotonun enerjisi ($h\nu$) optik qadağan zonanın enindən (E_g) böyük olub $h\nu > E_g$ şərtini ödəyir) oblastını əhatə edən üstlü asılılıq oblastı.

Üstlü asılılıq oblastı (şəkil.1b) Taus qanununa tabe olub, aşağıdakı düsturla ifadə olunur.

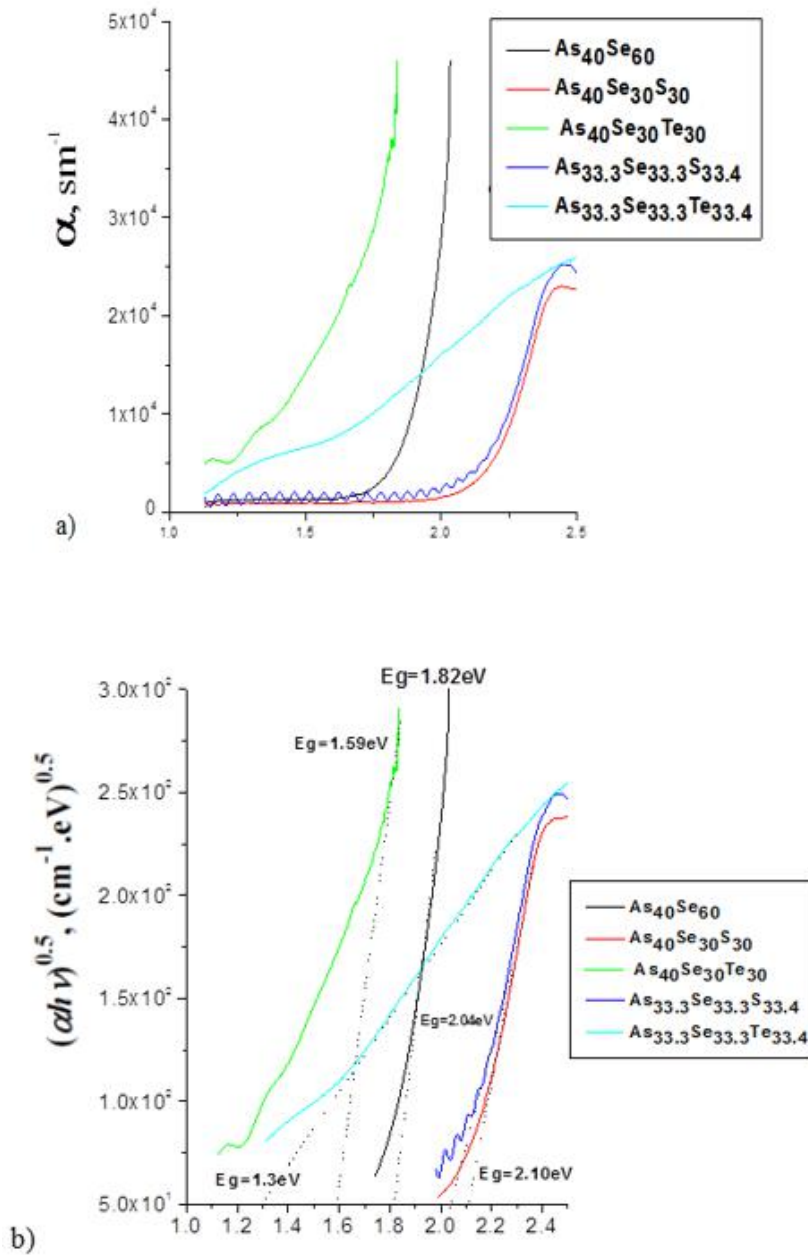
$$\alpha \cdot h\nu = B(h\nu - E_g)^n \quad (1)$$

Burada, E_g - qadağan zonanın optik eni, B-üstlü asılılığın meylinə uyğun əmsal, ν - maddənin üzərinə düşən şüalanmanın tezliyi, h - Plank sabitidir. Taus qanununa tabe olan (1)-asılılığının qüvvət üstü (n) amorf seləndə ($a-Se$) $n=1$ olsa da, tədqiq olunan tərkiblərdə və

o cümlədən əksər xalkogenid şüşəvari materiallarda (As_2Se_3 , As_2S_3 və s.) $n=2$ olub, çəp optik keçidlərin varlığı ilə əlaqələndirilir [8]. Taus qanununa tabe olan oblastdan udulma spektrlərinin qrafiklərini (şəkil 1b) $(ah\nu)^{1/2} \sim f(h\nu)$ asılılığı şəklində qurub onların absis oxu ilə kəsişməsinə ekstrapolyasiya edərək E_g -nin və qrafikin meyindən B-nin qiymətləri təyin olunaraq nəticələr cədvəl 1-də göstərilmişdir. Cədvəl 1-də təsvir olunan parametrlər XŞY materialların atom və elektron konfigurasiyaları haqqında informasiya əldə etməyə imkan verir. Cədvəl 1-də həmçinin [9]-in müəllifləri tərəfindən mürəkkəb komponentli şüşələr ($A_xB_yC_z$) üçün təklif olunan aşağıdakı münasibətə əsasən qadağan zonanın optik eninin (E_g) hesablanmış qiymətləri də təsvir olunmuşdur.

$$E_g^r = xE_g(A) + yE_g(B) + zE_g(C) \quad (2)$$

Burada x , y və z - tədqiq olunan tərkiblərə daxil olan elementlərin həcmi payı, $E_g(A)$, $E_g(B)$ və $E_g(C)$ isə uyğun olaraq A, B, C tərkib elementlərinin qadağan zonalarının enidir (E_g). Bu işlərin aparılması zamanı həcmi paydan atom faizə keçid atomar kütlə və sıxlığın qiymətləri nəzərə alınaraq edilmiş və tədqiq olunan tərkiblərə daxil olan ayrı-ayrı komponentlər üçün optik qadağan zona eninin (E_g) ədədi qiymətləri cədvəl.1-də təsvir olunmuşdur. Nəticədə müəyyən olunmuşdur ki, bu maddələrin qadağan zonasında baş verən dəyişmələrin XŞY materiallar üçün [10] əsərinin müəllifləri tərəfindən təklif olunan model çərçivəsində şərh olunması mümkündür.



Şəkil 1. $As_{40}Se_{60}$, $As_{40}Se_{30}S_{30}$, $As_{40}Se_{30}Te_{30}$, $As_{33.3}Se_{33.3}S_{33.4}$, $As_{33.3}Se_{33.3}Te_{33.4}$ xalkogenid şüşələrin optik udulma (a) və Taus qanununa uyğun udulma (b) spektrləri.

Maddələrin təcrübi, empirik təyin olunan qadağan zonaları və kohesiv enerjiləri

Tərkiblər	$E_{g(\text{təcrübi})}$ [eV]	$E_{g(\text{empirik})}$ [eV]	E_g , [eV]	$B^{1/2}$, $\text{cm}^{-1/2} \text{eV}^{-1/2}$	Kohesiv enerji (KE) , [kcal/mol]
$\text{As}_{40}\text{Se}_{60}$	1.82	1.79	1.2(As)	1266	41.2
$\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{Te}_{30}$	1.59	1.274	1.99(Se)	904	36.95
$\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{S}_{30}$	2.1	1.955	0.9(Te)	663	43.15
$\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{S}_{33,4}$	2.04	1.8612	2.6(S)	540,6	39.95
$\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{Te}_{33,4}$	1.3	1.25907		181	34.19

Bu modelə görə xalkogen atomlarının (S,Se,Te) və ya onların arsenium (As) atomları ilə kimyəvi əlaqələri rabitəli (σ -molekulyar orbital), antirabitəli (σ^* -orbital) və təklənmiş elektron cütləri orbitalları (LP-orbital) ilə yaranır. Bərk cisimlərdə bu orbitallar zolağa çevrilir. Hesab olunur ki, LP – halları valent zonasının yuxarı (E_V), σ^* -halları isə keçirici zonanın aşağı (E_C) hissəsini yaradır ki, həmin hissələr arasındakı energetik məsafə də qadağan zonanın eninə uyğun gəlir. Cədvəl 1-dən görüldüyü kimi, $\text{As}_{40}\text{Se}_{60}$ tərkibində Se-nin S-lə əvəz olunması nəticəsində optik qadağan zonasının eni (E_g) artır. Doğrudanda, $\text{As}_{40}\text{Se}_{60}$ - tərkibində mövcud olan selenin (Se) yarısı kükürlə (S) əvəzləndikdə yüksək enerjili rabitələr, tellurla (Te) əvəzləndikdə isə aşağı enerjili rabitələr yaranır (cədvəl 2). Tellur (Te) tərkibli nümunələrdə qadağan zonanın eninin kəskin azalması σ^* -orbitalları və Te-Te, Se-Te rabitələrinin LP-orbitallarının selenin (Se) yüüklük aralığına düşərək əlavə (quyruq) zona kənarı hallarının artmasına səbəb olması ilə izah olunur [7]. Digər tərəfdən cədvəl.1 və cədvəl 2-dən görüldüyü kimi, tədqiq olunan tərkiblərin kohesiv enerjisi (KE) və qadağan zona enləri (E_g) arasında korelyasiya mövcuddur. Yəni Se-nin S-lə qismən əvəzlənməsi sözü gedən fiziki kəmiyyətlərin birgə artmasına, Te-la əvəzlənməsi isə onların anoloji olaraq azalmasına səbəb olur. Tədqiq olunan maddələrdə üstlü asılılıq oblastını xarakterizə edən (1) düsturunda B-parametri nazik təbəqələrin materialından asılı olub Taus qaydasına uyğun olan udulma kənarının meylliliyini xarakterizə edir. B-parametri müxtəlif müəlliflər tərəfindən QKM-lərin nizamsızlıq dərəcəsinin ölçüsü kimi, qəbul olunur [11]. Mürəkkəb komponentli $\text{Sb}_{20}\text{Se}_{80-x}\text{G}_{ex}$ ($x = 10, 15, 20$ və 25) xalkogenid şüşələrdə aparılan optik və quruluş tədqiqatları [12] göstərir ki, B və Urbax enerjisi (U) parametrləri genişlənmiş və Urbax oblastında maddənin atom və elektron konfigurasiyaları haqqında məlumat əldə etməyə imkan verir. Atomik konfigurasiyada xaotikliyin artması nəticəsində B-nin azalması verir. Stexiometrik olan XŞY-tərkiblərdə (cədvəl.1, $\text{As}_{40}\text{Se}_{60}$, $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{S}_{30}$, $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{Te}_{30}$) B-parametrinin ədədi qiymətinin yüksək olması onlara məxsus amorf matrisanın təkmil olduğunu göstərir. Lakin xalkogenlə zəngin olan tərkiblərdə (cədvəl.1, $\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{S}_{33,4}$, $\text{As}_{33,3}\text{Se}_{33,3}\text{Te}_{33,4}$) B-nin ədədi qiymətinin aşağı olması atomların yerləşməsindəki nizamsızlıq dərəcəsinin yüksək olduğunu sübut edir. Doğrudan da, qeyd olunan tərkiblərdə Raman səpilməsi tədqiqatları

[13] göstərir ki, xalkogen atomları arasında homopol-yar rabitələrin (Se-Se, Te-Te) nisbi payının nəzərə çarpacaq səviyyədə böyük olması icazəli zonalər ətrafında lokal halların sıxlığını artırır [7]. Udulma spektrlərinin Urbax qaydasına uyğun olan oblastı $\ln\alpha \sim f(h\nu)$ asılılığı şəklində müxtəlif temperaturalarda qurularaq şəkil.2-də təsvir olunmuşdur. Burada udulma əmsalı(α) düşən fotonun enerjisindən eksponensial asılı olub aşağıdakı kimi, ifadə olunur:

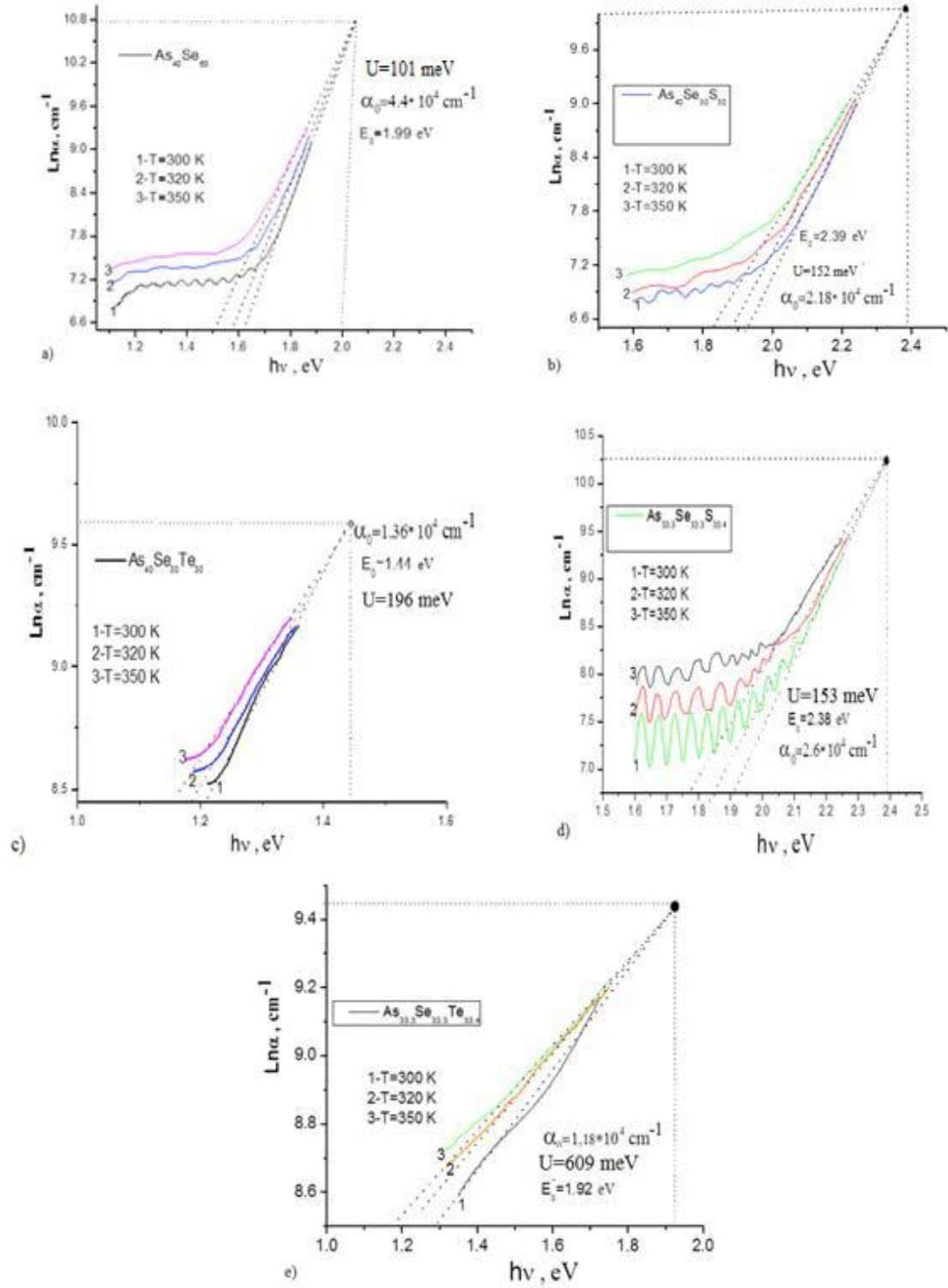
$$\alpha = \alpha_0 \exp \left[\frac{\sigma(h\nu - E_0)}{kT} \right] = \alpha_0 \exp \frac{h\nu - E_0}{U} \quad (3)$$

3-düsturuna əsasən $U = \sigma/kT$ -şəklində təyin olunan Urbax enerjisinin tərs qiyməti (U^{-1})

$$U^{-1} = \frac{\Delta(\ln\alpha)}{\Delta(h\nu)} \quad (4)$$

şəklində təyin olunur, σ -udulma kənarının dikliyi parametridir. Maddələrin müxtəlif temperaturalarda ayrı-ayrı Urbax asılılıqlarının kəsişmə nöqtəsinin koordinatları (α_0 və E_0) təyin olunaraq qiymətləri cədvəl.2-də təsvir olunmuşdur. Cədvəl.2-də təsvir olunan parametrlər XŞY materialların atom və elektron konfigurasiyaları haqqında dolğun informasiya əldə etməyə imkan verir. Qeyd edək ki, udma kənarı yaxınlığında Urbax qaydasını (3) ifadə edən udulma əmsalı (α) əksər xalkogenid şüşələrdə müşahidə olunmuşdur. Urbax qaydasının ödənilməsi halda udulma əmsalının (α) fotonun enerjisindən eksponensial asılılığının təbiətini müəyyənəlmək üçün [14] müxtəlif mülahizələr mövcuddur. Müxtəlif məqalələrin [7, 14, 15] müəllifləri ion və kovalent rabitəyə malik materiallarda eksponensial asılılığa malik optik udulma kənarını amorf maddəyə xas quruluş nizamsızlığının nəticəsində meydana gələn daxili sahənin xaotik fluktuasiyaları ilə əlaqələndirirlər. İşdə [15] nəzəri hesablamaların aparılması üçün qeyri-bircins mikrosahənin paylanması bircins mikrosahənin statistik paylanması ilə, əvəz olunur.

Göstərilmişdir ki, müxtəlif materiallarda zona kənarlarının temperatur asılılığı keyfiyyətə mikro sahə mənbəyinin təbiətindən asılıdır [15]. Urbax udulma kənarı digər tədqiqatçılar tərəfindən [16] icazəli zonalərin sərhədində yerləşən və hal sıxlığı enerjiden eksponensial asılı olan lokal hallar arasındakı elektron keçidləri ilə izah olunur.



Şəkil 2. As_2Se_3 (a), $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{S}_{30}$ (b), $\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{Te}_{30}$ (c), $\text{As}_{33.3}\text{Se}_{33.3}\text{S}_{33.4}$ (d) $\text{As}_{33.3}\text{Se}_{33.3}\text{Te}_{33.4}$ (e) xalkogenid şüşələrin müxtəlif temperaturlarda Urbax udulma oblastına uyğun spektral asılıqları

Cədvəl 2

Urbax enerjisi (U), asılılıqlarının kəsişmə nöqtəsinə uyğun koordinatları (α_0 və E_0) və rabitə enerjiləri

Tərkiblər	$U, \text{ meV}$	$\alpha_0, \text{ cm}^{-1}$	$E_0, \text{ eV}$	Rabitə enerjisi, [kcal/mol]	Rabitə enerjisi, [kcal/mol]
$\text{As}_{40}\text{Se}_{60}$	101	$4.4 \cdot 10^4$	1.99	As-S (45.18)	Se-Te (40.8)
$\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{Te}_{30}$	196	$1.36 \cdot 10^4$	1.44	As-Se (41.2)	Se-Se (44)
$\text{As}_{40}\text{Se}_{30}\text{S}_{30}$	152	$2.18 \cdot 10^4$	2.39	As-Te (32.7)	Te-Te (33)
$\text{As}_{33.3}\text{Se}_{33.3}\text{S}_{33.4}$	153	$2.6 \cdot 10^4$	2.38	Te-S (47.25)	S-S (50.9)
$\text{As}_{33.3}\text{Se}_{33.3}\text{Te}_{33.4}$	609	$1,18 \cdot 10^4$	1.92	Se-S (47.47)	As-As (32.1)

Temperaturun və fotonəyəcənlanmanın Urbax kənarına təsirini öyrənən [17]-in müəllifi göstərmişdir ki, Urbax udulma kənarının əmələ gəlməsi fotoquruluş çevrilmələrindən əhəmiyyətli dərəcədə asılı olan güclü elektron-fonon qarşılıqlı təsiri ilə əlaqədardır. Digər tərəfdən müəyyən olunmuşdur ki, Urbax kənarının formalaşmasında Ge-Se(S) və As-Se(S) əlaqələri ilə bağlı olan fononlar əsas rol oynayır [17].

Mott və Devis [18] əksər kristal və qeyri-kristal materiallar üçün udma kənarının eksponensial gedişinə məxsus olan meyilliliyin dəyişməz olduğuna əsaslanaraq zonaların sərhədindəki lokal hallar arasındakı elektron keçidlərinin Urbax udulma kənarının yaranmasında rolunu inkar etmişlər. Mottun tədqiqatlarında [18] göstərilir ki, As_2Se_3 və As_2S_3 -də eksponensial udulma kənarı meyilliyini xarakterizə edən Γ -parametrinin qiymətləri 20 eV^{-1} və $18,6 \text{ eV}^{-1}$ olub onların hazırlanma şəraitindən asılı deyildir. Apardığımız tədqiqatlar göstərir ki, Urbax enerjisinin (U) (3)-düsturunda qiyməti tədqiq olunan XŞY maddələrin kimyəvi tərkibindən asılı olaraq əhəmiyyətli dərəcədə dəyişməyə məruz qalır. Bu nəticələr onu deməyə imkan verir ki, tərkibdən asılı olaraq U-nun dəyişməyə məruz qalması icazəli zonalar kənarında olan lokal hallara uyğun zolağın eni ilə bağlı olub maddənin nizamsızlıq dərəcəsini əks etdirir. Hesab olunur ki, Urbax oblastında udulma bir

icazəli zonanın halları ilə digər zonanın eksponensial kənarının (quyruq) lokal halları arasındakı elektron keçidləri ilə əlaqədardır. Cədvəl 2-dən göründüyü kimi, tərkibində tellur (Te) olan XŞY maddələr üçün Urbax enerjisinin qiyməti daha yüksəkdir. Tellurla zəngin olan həmin nümunələr ($As_{33,3}Se_{33,3}Te_{33,4}$) üçün σ^* -orbitalları və Te – Te, Se-Te rabitələrinin LP-orbitalları selenə məxsus yüüklük aralığına düşərək onun qadağan zonasının kiçilməsinə (cədvəl 1.) və Urbax kənarına məxsus lokal halların artmasına gətirir.

4. XÜLASƏ

Optik tədqiqatların nəticələri göstərir ki, $As_{40}Se_{60}$ - tərkibində selenin tellurla (Te) əvəzlənməsi qadağan zona eninin (Eg) kəskin azalmasına, kükürlə (S) əvəzlənməsi isə uyğun olaraq Eg-nin artmasına səbəb olur. Bu nəticə tədqiq olunan maddələrin qadağan zona sərhədləri ətrafında lokal halların konsentrasiyasının dəyişməsi ilə bağlıdır. Stexiometriyadan kənara çıxdıqda qalıq xalkogen atomlarının konsentrasiyasının artması nəticəsində Urbax enerjisinin qiymətinin artması quruluşun nizamsızlıq dərəcəsinin artması ilə izah olunur.

- [1] J.L. Adam, L. Calvez, J. Troles V. Nazabal. Chalcogenide Glasses for Infrared Photonics. International Journal of Applied Glass Science, 2015, 6(3), –p. 287-294.
- [2] Q. Liu, X. Zhao. Non-linear optical properties of chalcogenide and chalcobalide glasses// Journal of Non crystalline solids. 2010, 356(45), –p.2375-2377.
- [3] A. I. Isayev, S.I. Mekhtiyeva, R. I. Alekperov, N.Z. Jalilov, Ya.G. Gasanov. Influence of rare-earth atom(Sm) impurity on optical properties of chalcogenide glass-like semiconductors of Se-As system //Journal of Non-Oxide Glasses. 2009, 1(2), p.113-120.
- [4] R.I. Alekberov, A.I. Isayev, S.I. Mekhtiyeva, M. Fábíán. Local structures and optical properties of As-Se-Te(S) chalcogenide glasses// Physica B: Condensed Matter,-2018, 550(1),-p.367-375.
- [5] V.S. Shiryaev, A.P. Velmuzhov, Z.Q.Tang, M.F. Churbanov, A.B. Seddon. Preparation of high purity glasses in the Ga-Ge-As-Se system// Journal of Optical Materials, 2014, 37, p.18-23.
- [6] L. Calvez, L. Chalcogenide glasses and glass-ceramics Transparent materials in the infrared for dual applications. Comptes Rendus Physique, 2017, 18(6), p. 314- 322.
- [7] К.Д. Цэндин. Электронные явления халькогенидных стеклообразных полупроводников. - Санкт-Петербург: Наука, 1996. 486 с.
- [8] K. Tanaka, K. Shimakawa. Amorphous Chalcogenide Semiconductors and Related Materials/New York: Springer Science +Business Media LLC, 2011, 259 p.
- [9] K. Shimakawa. On the compositional dependence of the optical gap in amorphous semiconducting alloys. J. Non-Crystalline solids, 1981, 43(2), p. 229-244.
- [10] M. Kastner. Bonding bands, lone-pair bands, and impurity states in chalcogenide Semiconductors//Physical Review Letters, – 1972, 28(6), p.355-357.
- [11] M. Behera, P. Naik, R. Panda, R. Naik. Role of Te on the spectroscopic properties of $As_{50}Se_{40}Te_{10}$ thin films: An extensive study by FTIR and Raman spectroscopy//Optical Materials, 2017, 66, p.616-622
- [12] G.H. Jung, H. Kong, J.B. Yeo [et al.]. Evaluations of $Sb_{20}Se_{80-x}Ge_x$ (x = 10, 15, 20, and 25) Glass Stability from Thermal, Structural and Optical Properties for IR Lens Application// Journal of the Korean Ceramic Society, 2017, 54(6), –p.484-491.
- [13] R.I. Alekberov, S. I. Mekhtiyeva, A.I. Isayev, M. Fabian. The local structure of As-Se-S chalcogenide glasses studied by neutron diffraction and Raman scattering // J. Non - Crystalline Solids, 2017, 470(15), p.152-159.
- [14] Н.Ф. Мотт, Э.А. Девис. Электронные процессы в некристаллических веществах/ Москва: Мир, 1982, 664с.
- [15] J. D. Dow, D. Redfield. Toward a unified theory of Urbach's rule and exponential absorption edges// Physical Review B, 1972, 5(2), p.594-610.
- [16] С.И. Мехиева, Д.Ш. Абдинов. Развитие Физика селена/ Баку: ЭЛМ, 2000. 232 с.

[17] *Y. Upsurge, Y. Mizushima.* Photostructural change in the Urbach tail in chalcogenide glasses// *Journal of Applied Physics*,–1980, 51(3), p. 1772-1779.

[18] *N.F. Mott, E.A. Davis.* *Electronic Processes in Non-Crystalline Materials/ USA: Oxford University Press, 1979, 605 c.*

S.I. Mekhtiyeva, A.I. Isayev, A.Z. Abasova, R.I. Alekberov

STUDY OF OPTICAL ABSORPTION IN CHALCOGENIDE GLASSY SYSTEMS

As-Se, As-Se-S, As-Se-Te

As a result of studying the optical absorption spectra, it was established that the replacement of selenium with tellurium (Te) in the $As_{40}Se_{60}$ content leads to a sharp decrease in the band gap, which leads to the formation of σ^* -orbitals and LP orbitals of Te-Te, Se-Te bonds with selenium (Se) is associated with the creation of additional energy states at the edge of the zone when entering the mobility gap. Replacing selenium (Se) with sulfur (S) results in the formation of high-energy bonds (Se-S), which results in an increase in the gap width (E_g). As a result of an increase in the concentration of residual chalcogen atoms with deviation from stoichiometry, the increase in the value of the Urbach energy is explained by an increase in the degree of disorder of the structure.

С.И. Мехтиева, А.И.Исаев, А.З. Абасова, Р.И. Алекберов

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ В ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ

СТЕКЛООБРАЗНЫХ СИСТЕМАХ As-Se, As-Se-S, As-Se-Te

В результате исследования спектров оптического поглощения установлено, что замещение селена теллуrom (Te) в содержании $As_{40}Se_{60}$ приводит к резкому уменьшению ширины запрещенной зоны, что приводит к образованию σ^* -орбиталей и LP -орбитали связей Te-Te, Se-Te с селеном (Se) связано с созданием дополнительных энергетических состояний на краю зоны при попадании в щель подвижности. Замена селена (Se) на серу (S) приводит к образованию высокоэнергетических связей (Se-S), что приводит к увеличению ширины щели (E_g). В результате увеличения концентрации остаточных атомов халькогена при отклонении от стехиометрии увеличение значения энергии Урбаха объясняется увеличением степени неупорядоченности структуры.