

ӘОК 538.915

LiKSO₄ КРИСТАЛЫНЫҢ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯСЫ

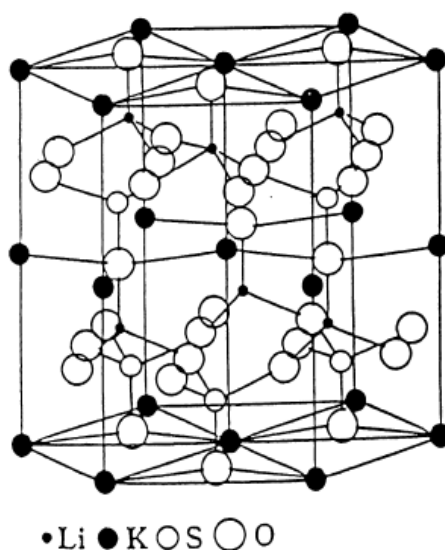
Төкен Бексултан Нуржанұлы¹, Муртазин Әсет Русланович²
nurlybekazamat@mail.ru

¹Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ студенті, Нұр-Сұлтан, Қазақстан

²Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ докторанты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Салиходжа Ж.М.

Кіріспе

Сәулелендірілген сілтілі және сілтілі жер металдарының сульфаттарын зерттеу олардың дозиметрлерде, сцинтилляторларда және люминофорларда активті элементтер ретінде қолданылуына байланысты[1]. Сондай сульфаттардың бірі *LiKSO₄* кристалы болып табылады. Бұл қосылыстың қызығушылығы оның пирозэлектрлік, супериондық өткізгіштігімен, сегнетоэластикалық және сегнетоэлектрлік қасиеттерімен, сондай-ақ 10÷950 К аралығында бірнеше фазалық өтулердің болуымен байланысты[2]. *LiKSO₄* кристалының құрылымы кеңістіктік тобы $R\bar{3}$ гексагональ құрылымға ие. Элементар ұяшығының өлшемі $a = 0.51452(2)$ нм, $c = 0.86343(6)$ нм және $Z = 2$ -ге тең. Ол екеуіне де ортақ ұшы оттегі болып табылатын SO_4 және LiO_4 тетраэдрлерінің қайталанып орналасуынан тұрады[3].



1-сурет – Бөлме температурасы кезіндегі LiKSO₄ монокристалының гексагональ құрылымы [4]

Литий-калий сульфатының кристалдары бөлме температурасында пироэлектрлік қасиетке ие. Бөлме температурасынан төмен температурада $LiKSO_4$ физикалық қасиеттерінің ерекше өзгерістерімен қоса жүретін бірнеше фазалық өтулерге ие[5].

$LiKSO_4$ кристалына әр түрлі қоспаларды енгізу арқылы оның қасиеттерін өзгертуге болады. Ол болашақта $LiKSO_4$ кристалының қолданылу аясын арттырады. Мысалы, $LiKSO_4:Cu^{2+}$ кристалын альфа-сәулеленулерін және нейтрондарды тіркеу үшін сцинтиллятор ретінде қолдануға болады[6].

[7,8] мақала авторлары орындаған $LiKSO_4$ кристалының оптикалық қасиеттерін іргелі зерттеулер бұл кристалдың рұқсат етілмеген аймағының ені шамамен 5,5÷5,8 эВ болатындығын көрсетті. Электрон-кемтіктік қармау орталықтары бұл кристалды тек Рентген сәулесімен емес, сондай-ақ энергиясы 4 ÷11 эВ болатын фотондармен сәулелендіргенде де түзілетіндігі көрсетілген[1]. $LiKSO_4$ кристалында энергиясы 6,2 эВ және 5,5 эВ болатын фотондар да Рентген сәулесі тудыратын сәуле жолақтарын шығаратындығы көрсетілген [1].

Эксперимент нәтижелері

$LiKSO_4$ монокристалдарын өсіру

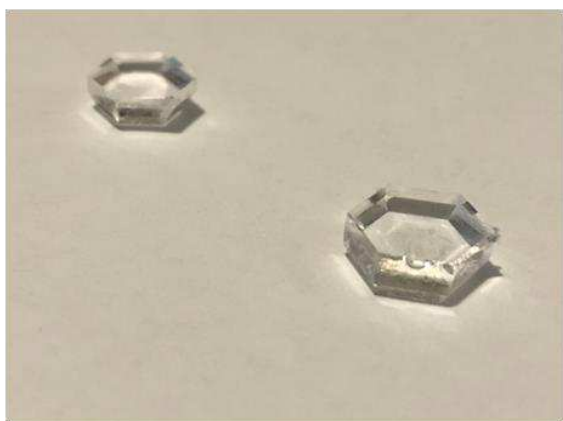
$LiKSO_4$ монокристалдары 34-36 °С (307-309 К) температурада сулы ерітіндіден баяу буландыру әдісімен өсірілген. Бұл әдісті таңдау бірнеше себептерге байланысты:

- біріншіден, сілтілі металдардың күрделі қосылыстарының тұздары жақсы ерігіштікке ие, бұл қалыпты температура мен қысымда монокристалдарды өсіруге мүмкіндік береді;

- екіншіден, су ерітіндісінен өсірілген монокристалдардың нақты көрсетілген габитусы бар, бұл кристаллографиялық осьтердің бағытын және олардың арасындағы бұрыштарды оңай анықтауға мүмкіндік береді;

- үшіншіден, су ерітіндісінен өсіру әдісі жоғары температураны ұстап тұру қажет болатын балқымадан өсіру әдісі сияқты арнайы қымбат тұратын жабдықты талап етпейді.

Ерітіндідегі Li_2SO_4 және K_2SO_4 эквимольарлық мөлшерлері бірдей. 20 гр Li_2SO_4 ұнтағын және 20 гр K_2SO_4 ұнтағын қайнаған су құйылған бір ыдысқа салып, араластырдым. Ыдыстың түбінде пайда болған тұнбаны сүзіп алып, ішіндегі сұйықтықты екі колбаға бөліп құйдым. Әр колбаларда шамамен 70 мл сұйықтық болды. Колбаларды батареяның үстіне қойдым. Шамамен 6-7 күн өткеннен кейін колба түбінде өлшемі 4-5 мм кристалдар пайда болды.

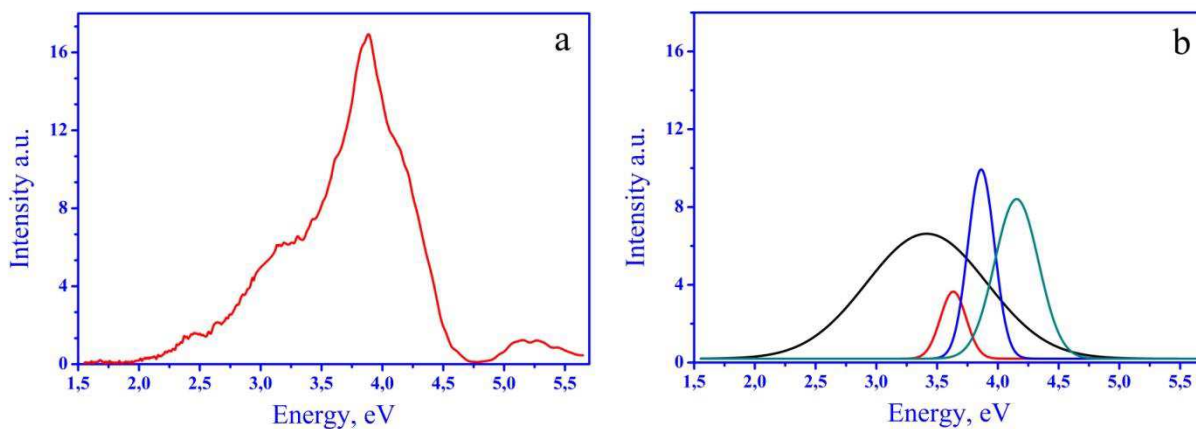


2-сурет – Сулы ерітіндіден баяу буландыру әдісімен өсірілген $LiKSO_4$ кристалдары.

$LiKSO_4$ кристалының люминесценциясы

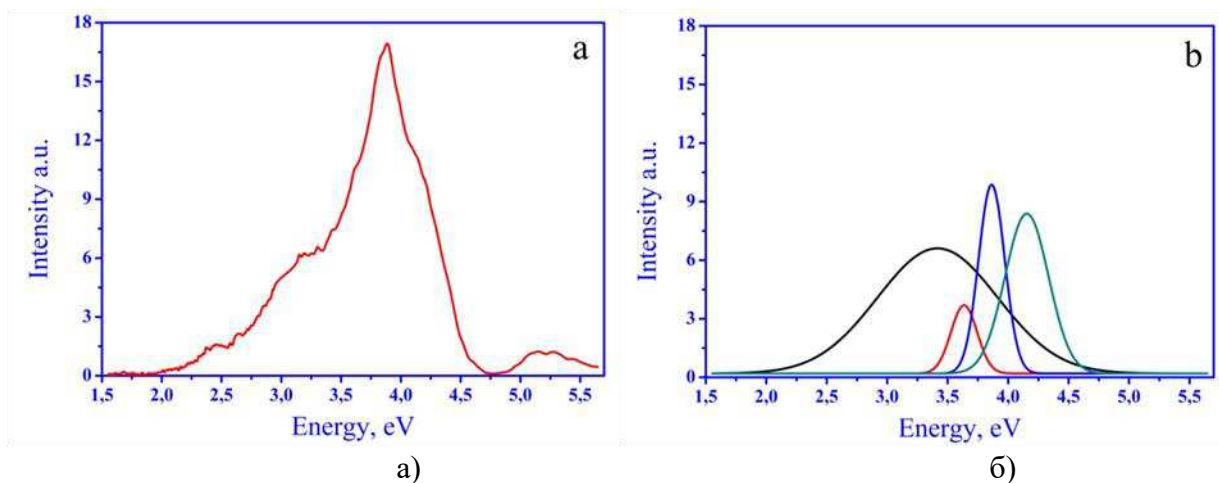
2-суреттегі оң жақтағы монокристалл СМ 2203 спектрофлуориметрінде зерттелінді. Оның люминесценция және қозу спектрлері алынды. Ол спектрлерді зерттеу арқылы біз кристал ішіндегі радиациялық ақаулар жайлы ақпарат аламыз.

3(a)-суретте энергиясы 6,2 эВ (200 нм) фотондармен сәулелендірілген $LiKSO_4$ кристалының люминесценция спектрін көреміз. 1,5 эВ пен 5,5 эВ аралығында 3,41 эВ (364 нм), 3,63 эВ (342 нм), 3,86 эВ (321 нм), 4,15 эВ (299 нм) шамаларында люминесценция шыңдары пайда болады.



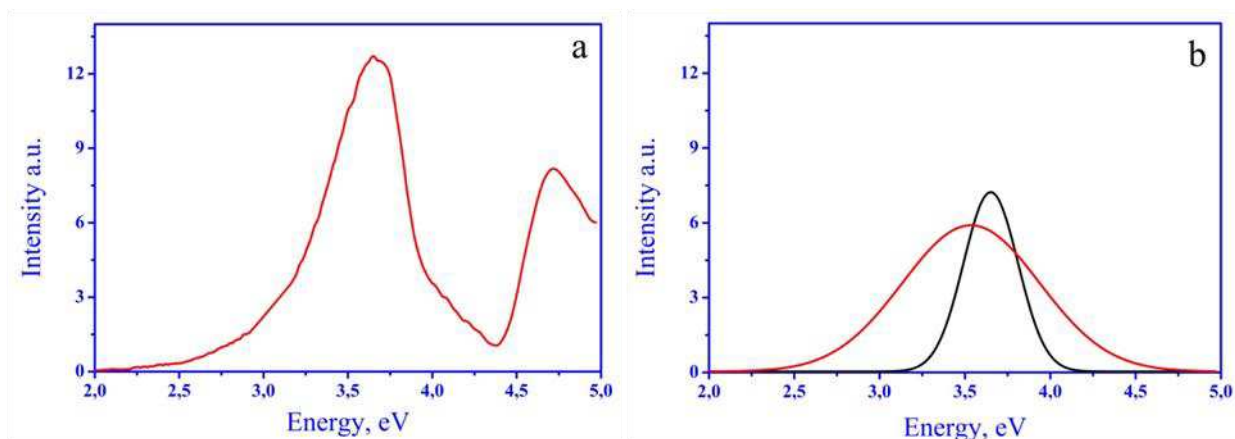
3-сурет – Энергиясы 6,2 эВ (200 нм) фотондармен сәулелендірілген $LiKSO_4$ кристалының люминесценция спектрі

4-суретте $LiKSO_4$ кристалын энергиясы 5,65 эВ (220 нм) фотондармен сәулелендірген кезде, 1,5 эВ пен 5,5 эВ аралығында 3,4 эВ (365 нм), 3,64 эВ (341 нм), 3,85 эВ (322 нм), 4,16 эВ (299 нм) шамаларында люминесценция шыңдарын байқадым.



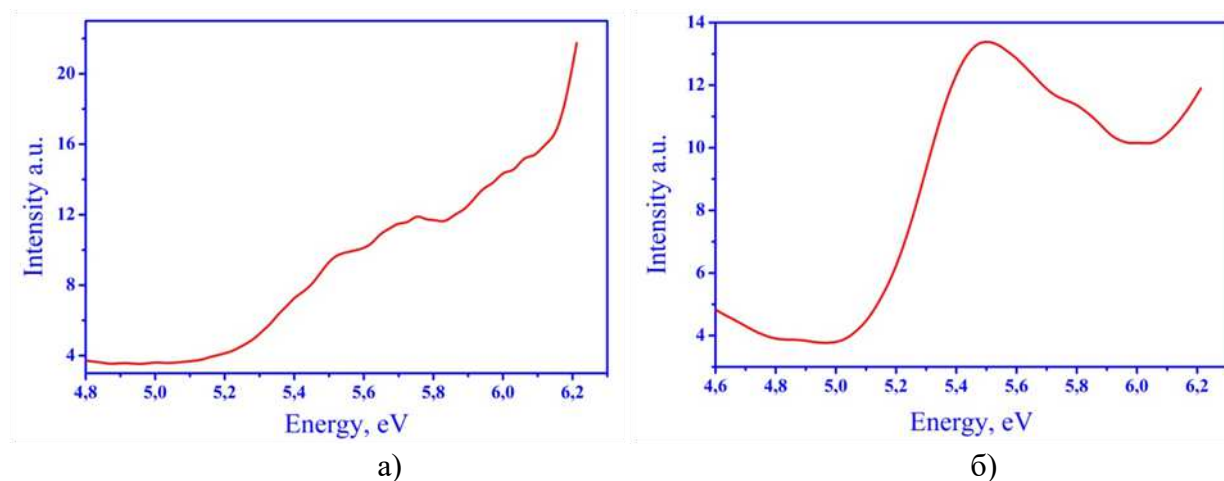
4-сурет – Энергиясы 5,65 эВ (220 нм) фотондармен сәулелендірілген $LiKSO_4$ кристалының люминесценция спектрі

5-суретте энергиясы 5,47 эВ (227 нм) фотондармен сәулелендірілген $LiKSO_4$ кристалының люминесценция спектрін көреміз. 2,0 эВ пен 5,0 эВ аралығында 3,53 эВ (352 нм), 3,65 эВ (340 нм) шамаларында люминесценция шыңдары пайда болады.



5-сурет – Энергиясы 5,47 эВ (227 нм) фотондармен сәулелендірілген $LiKSO_4$ кристалының люминесценция спектрі

6-суретте 3,87 эВ (321 нм) және 3,71 эВ (335 нм) сәулелендірілген $LiKSO_4$ кристалының қозу спектрлері көрсетілген. Байқағанымыздай 3,87 эВ-пен сәулелендірілген $LiKSO_4$ кристалының қозу спектрі 4,8-6,4 эВ аралығында болады. 3,71 эВ-пен сәулелендірген кезде басқаша құбылыс байқалады. Қозу спектрі 4,8-5,5 эВ аралығында болып, 5,5-6,0 эВ аралығында қайта түскенін байқауға болады. Бұл кристал ішіндегі радиациялық ақаулардың 4,8-5,5 эВ аралығында қозатынын көрсетеді.



6-сурет – 3,87 эВ (321 нм) (а) және 3,71 эВ (335нм) (б) энергиялы фотондармен сәулелендірілген $LiKSO_4$ кристалының қозу спектрлері

Қорытынды

Бұл жұмыста баяу буландыру әдісімен өсірілген $LiKSO_4$ монокристалының люминесценциясы және қозу спектрлері зерттелген. Гексагональ құрылымға ие $LiKSO_4$ монокристалын 6,2 эВ, 5,65 эВ және 5,47 эВ энергиялы фотондармен қоздырып люминесценция жолақтарын алдық. Жолақтар 3,4-4,16 эВ аралығында пайда болды. Яғни осы аралықта радиациялық ақаулардың бар екендігін байқауға болады. Радиациялық ақаулардың табиғатын зерттеу арқылы кристалдың қасиеттері жайлы ақпарат алуымызға болады. Ал қозу спектрлерін өлшеу нәтижесінде 4,8-6,2 эВ сәуле жолақтары пайда болуы үшін қоздырушы фотондардың энергиясы 5,2 эВ-тан жоғары болуы керек екендігі байқалады.

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Nurakhmetov T.N., Zhunusbekov A.M., Daurenbekov D.H., Salikhodzha Zh.M, Kainarbay A.Z., Bekmyrza K., Zhangylyssov K.B., Kurmanuly O.. Recombination luminescence in alkali metal sulfates. // Optical Materials. 2016. - p.1.
2. Solans Xavier, Teresa Calvet M., Luisa Martinez-Sarrion M., Mestres Lourdes, Bakkali Aniss, Bocanegra Eduardo, Mata Jorge and Herraiz Marta. Thermal Analysis and X-Ray Diffraction Study on LiKSO₄: A New Phase Transition. // Journal of Solid State Chemistry. 1999. - p.316.
3. Kripal Ram, Bajpai Manisha, Maurya Manju, Govind Har. EPR and optical absorption study of Cu²⁺-doped lithium potassium sulphate single crystals. // Physica B. 2008. - p.3693.
4. Ran Lima Ae, Young Jeong Se-. Tetrahedral structure in LiKSO₄ crystals studied by ⁷Li and ³⁹K NMR. // Journal of Physics and Chemistry of Solids 62. 2001. - p.881.
5. El-Fadl Abu A., Gaffar M.A., Omar M.H.. Absorption spectra and optical parameters of lithium-potassium sulphate single crystals. // Physica B 269. 1999. - p.403.
6. Шульгин Б.В., Черепанов А.Н., Шульгин Д.Б. Новые детекторные материалы и устройства. 2009. - С.54.
7. Madi N.K., Kassem M.E., El-Muraikhi M., El-Khatib A.M., Mater. Lett. 38 (1998) 154.
8. El-Muraikhi M., Mater. Lett. 51 (2001) 19.