

ӘОЖ 539.12.043

**ЭНЕРГИЯСЫ 28 МЭВ ОТТЕГІМЕН СӘУЛЕНДІРІЛГЕН LiF КРИСТАЛЫНДАҒЫ  
БОЯЛУ ЦЕНТРЛЕРІНІҢ ТЕМПЕРАТУРАЛЫҚ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ**

**Маликова Ж.Б., Баубекова Г.М., Карипбаев Ж.Т.**

[1992.zhadramalikova@gmail.com](mailto:1992.zhadramalikova@gmail.com)

Докторант ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Нур-Султан, Қазақстан

Научный руководитель – А.Т. Акылбеков.

Литий фторидіні кристалдары дозиметриялық материалдарда, оптикада, вольфраммен легирлеуде сцинтилляциялық материал ретінде сирек кездесетін оқиғаларды тіркеу үшін перспективті сцинтилляциялық материал ретінде кеңінен қолданылады [1,2].

Оттегінің LiF кристалының спектрлі сипаттамасына әсерін зерттеу үшін, ДЦ-60 үдеткішінде кристалдарды оттегі иондарымен сәулелендірдік. 28 МэВ дейін үдетілген оттегі иондары кристалда 15 мкм дейінгі тереңдікке енді. Енгізілген иондардың тереңдігі бойынша таралуы күрделі сипатқа ие екені белгілі. Сәулеленген беттегі енгізілген оттегі иондары тереңдікке қарағанда 10 есеге аз.

LiF кристалдары  $10^{13}$ ,  $10^{14}$  және  $10^{15}$  ион/см<sup>2</sup> флюенске дейін сәулелендірілді. Кристаллдағы бастапқы ақаулардың концентрациясымен салыстырғанда, енгізілген оттегі иондарының концентрациясы  $\sim 10^{16} \dots 10^{18}$  ион/см<sup>2</sup> шамасын құрады. Жоғары энергетикалық иондармен сәулелендіру, кристалдардың ақаулық құрылымын бұзуға әкеледі. Кристалдарды электрондар ағынымен сәулелендіргенге дейін боялу центрлері бар.

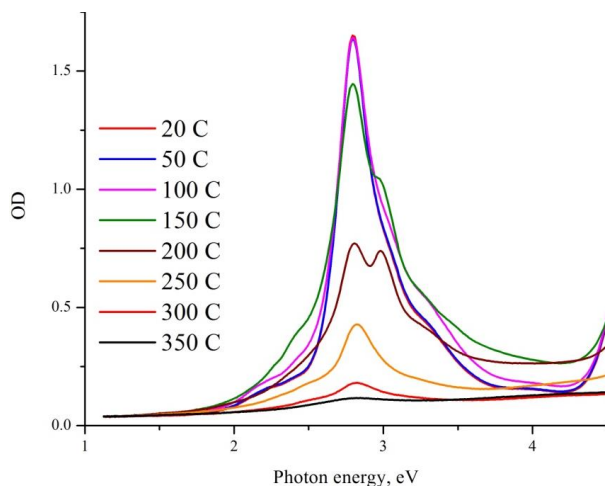
Оттегі иондармен сәулелендірілген кейінгі кристалдардың жұтылу спектрлерін зерттеу нәтижелері 1-3 суреттерде келтірілген. 1 суретте энергиясы 28 МэВ флюенсі  $1 \cdot 10^{13}$  ион/см<sup>2</sup> оттегі ионымен сәулелендірілген LiF кристалын бөлме температурасынан 350 °С дейін күйдірудегі зерттеу нәтижесі көрсетілген.

2 суретте гауссқа жіктеуден боялым центрлерінің құрамы көрсетілген – F<sub>3</sub> -3.32 эВ, F<sub>2</sub> - 2.79 эВ және 3 эВ-та белгісіз табиғатта.

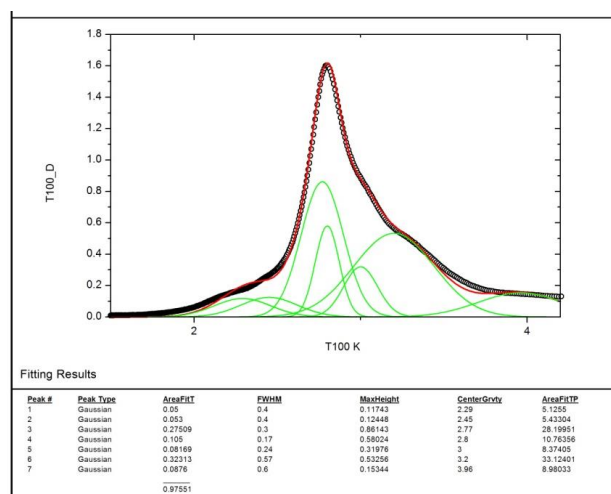
Сілтілі-галоидты кристалдарда электронды және кемтіктік центрлер арасындағы реакциялардың нәтижесінде уақыт өте боялу центрлерінің жоғалып кететіні анық. Жеткілікті жоғары температураларда, Н- және - V<sub>k</sub>- орталықтарының делоколизация температураларынан жоғары температураларда боялу центрлерінің бұзылуы қиын процесс. Сәулеленуде шоғырланған кристалдардағы боялу центрлері, F<sub>n</sub>- агрегаттық центрлер тұрақты болып табылады. V- типті центрлер мен Н- және - V<sub>k</sub>- центрлерінің делоколизация температураларынан жоғары температураларда шоғырланатын кемтіктік боялу центрлері 100...200<sup>0</sup> С температураларында тұрақсыз болып қалады, F- немесе F<sub>n</sub>- агрегаттық центрлерімен аннигиляцияланатын қозғалмалы Н-центрлерін өз құрылысынан бөліп ыдырайды. Боялу центрлерінің жойылуына кристалдарды бөлме температурасында сақтау, жарық әсері де әкеледі.

Күрделі, агрегаттық боялу центрлері де F-центрлер сияқты жойылады. Яғни, F- және F<sub>2</sub> центрлерінің жойылуы процесстерінің шарттары бірдей.

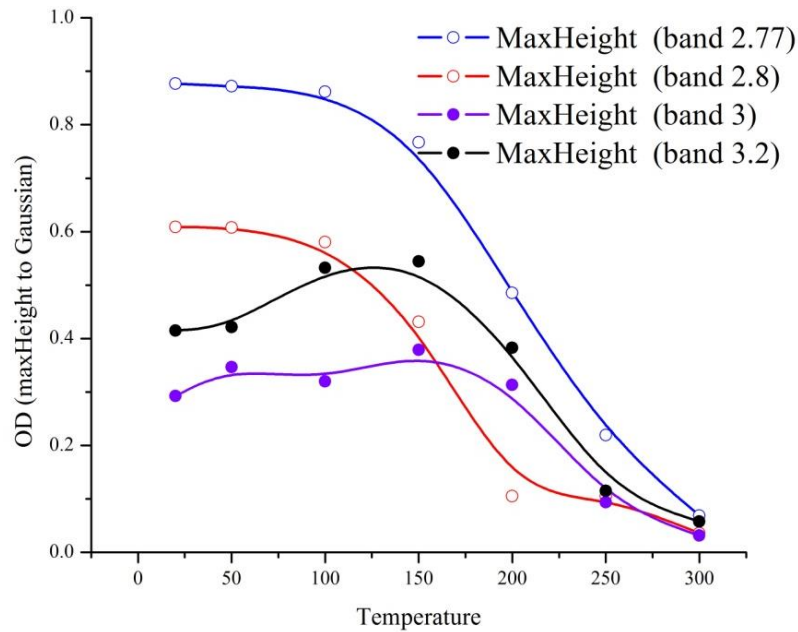
Олар кемтіктік боялу центрлерінің бөлме температурасында сәулеленуде пайда болған жойылу өнімдерімен қатынаста центрлердің аннигиляциясында жойылады. Айта кететініміз, 300<sup>0</sup> С температурада боялу центрлерінің үлкен концентрациясы сақталады. Тек боялу центрлерінің жартысы ғана 350<sup>0</sup> С-да жойылады.



1 сурет – Бөлме температурасында сәулеленуден кейінгі және көрсетілген температураларда қыздырылған өлшеулер жүргізілген, энергиясы 28 МэВ флюенсі  $1 \cdot 10^{13}$  ион/см<sup>2</sup> отегі ионымен сәулелендірілген LiF кристалының оптикалық жұтылу спектрлері



2 сурет – 100 °C температурадағы LiF ( $1 \cdot 10^{13}$  ион/см<sup>2</sup>) кристалының оптикалық жұтылу спектрін гауссианға жіктеу



3 сурет – Флюенсі  $1 \cdot 10^{13}$  ион/см<sup>2</sup> оттегі иондарымен сәулеленген LiF кристалдарының әртүрлі спектрлі облыстардағы оптикалық жұтылуының температураға тәуелділігі

Біздің ойымызша, сәулелендіру дозасының өсуімен LiF кристалдарында кемтіктердің түзілуі әбден мүмкін. Бұған себеп, MF<sub>2</sub> (M: Mg, Ca, Sr, Ba) кристалдарында анықталған фтор молекулаларының түйін аралығында болуы. Мұндай кемтіктер жоғары тұрақтылыққа ие. Түйін аралық тұрақты нейтралды фтор иондары Н-типті кемтіктердің әсерлесуі нәтижесінде болады. Түйін аралық фтор молекулалары екі Н-центрдің эквиваленті болып табылады. Түйін арасындағы фтор молекуласының бұзылуы тұрақты емес Н-центрінің пайда болуына апарады, себебі олар F- және күрделі электронды боялу центрлермен аннигиляцияланады.

Айта кетсек, иондармен сәулеленген кристалдарда доза біркелкі таралмайды: жұтылған энергияның негізгі бөлігі трек аумағында шоғырланады [3].

#### Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Шульгин Б.В. и др. Новые детекторные материалы и устройства. М: ФИЗМАТЛИТ. – 2009. 360 с.
2. Лисицына Л.А., Корепанов В.И., Лисицын В.М., Елисеев А.Е., Тимошенко Н.Н., Даулетбекова А.К. Активаторная катодолюминесценция кислородсодержащих кристаллов LiF // Оптика и спектроскопия. – СПб., 2011. Т. 110, № 4. С. 568-573.
3. Lushchik A., Lushchik Ch., Schwartz K., Vasil'chenko E., Papaleo R., Sorokin M., Volkov A. E., Neumann R., Trautmann C. Creation of nanosize defects in LiF crystals under 5– and 10–MeV Au ion irradiation at room temperature // Physical Review B. 2007. Vol. 76, №5. P. 054114-1-11.