

механикалық қаттылық, әртүрлі еріткіштерге төзімділік және кең толқын диапазонындағы оптикалық мөлдірлік талаптары негізінде 17 полимерді жоғары қуатты лазерлерде пайдалану үшін бөліп көрсетілді.

Алайда қазіргі уақытта белсенді лазерлік орта ретінде негізінен 5-6 полимерлер пайдаланылады, олардың арасында ПММА, ПС, полиуретан, ПК, эпоксиполимерлер және олардың модификациялары бар. Полимерлердің басты кемшілігі - олардың жұмыс температурасы төмен, сондықтан бейорганикалық заттардың боялған кристалдарын алу бізге өте тиімді бағыт болып табылады.

#### Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Baktybekov K.S., Laurinas V.Ch., Murashova Z.F. The luminescence of monocrystals  $K_2SO_4$  activated by rodamin no substi-tuted // The Modern achievements physicists and fundamental physical formation: Materials of international science konf. // Vestnik of Al-Farabi KNU. Physical series. — Almaty, 1999. — № 6. — P. 44–45.
2. Murashova Z.F. About mechanism of the entering of the organic molecules of the rodamin row in monocrystals  $K_2SO_4$  // Radiation physics: Reports of intern. science conf. (20–27 July, 2003), devoted to the memory of A.A.Alybakov, Corresponding Member of NAS KR. — Bishkek-Karakol: «ILIM» Publishers, 2003. — P. 47–48.
3. Terenin A.N. Photochemistry of dye staffs. — M.: Publishing house of SA USSR, 1947. 546 p.
4. Meyster T.G. The Electronic spectrums of polyatomics molecules. — L.: LSU, 1969. — 384 p.

УДК 538.915

#### РАЗРАБОТКА МЕТОДИК ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДОЗИМЕТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ПРИМЕРЕ СУЛЬФАТА НАТРИЯ ЛЕГИРОВАННОГО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ.

<sup>1</sup>Юсупбекова Б.Н., <sup>1</sup>Әлібай Т.Т., <sup>1</sup>Жанылысов К.Б., <sup>2</sup>Тулебаева Н., <sup>2</sup>Досполов А. <sup>2</sup>Әділ Б.  
*Bagila7@mail.ru, temirulanalibay@gmail.com*

<sup>1</sup>Докторант кафедры Техническая физика, Физико технического факультета  
ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

<sup>2</sup>Магистрант кафедры Техническая физика, Физико технического факультета  
ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Нур-Султан, Казахстан  
Научный руководитель - Нурахметов Т. Н.

#### Введение

В последние года применение термолюминесцентных дозиметрических материалов (ТЛД) в радиационной диагностике, экологии неуклонно растет. Это в свою очередь способствует развитию физики и химии термолюминесцентных материалов. На сегодняшний день метод ТЛД является одним из основных методов в радиационной медицине, томографии и др. [1]. Методы приготовления дозиметрических материалов должны быть технологически простым, с низкой себестоимостью работ и затрат по сравнению другими методами. Но в тоже время должен соответствовать высоким требованиям по чувствительности. Выбираемый метод приготовления критически важен поскольку позволяет контролировать конечные свойства материала [2]. В технологии изготовления встречаются следующие методы приготовления дозиметрических материалов: метод осаждения, испарения, Чохральского, зонной плавки, осаждения из растворов (поточный метод), рекристаллизации, пиролиз, золь -гель и т.д.

#### Объекты исследования и методика эксперимента.

Дозиметрические материалы на основе щелочных металлов с примесью трехвалентных редкоземельных ионов ( $RE^{3+}$ ) вызывают особый интерес. Сульфат натрия  $Na_2SO_4$  (тенардит) долгое время является предметом различных применений. На сегодняшний день известно небольшое количество работ по исследованию люминесцентных

свойств щелочноземельных металлов (ЩЗМ) активированных трехвалентными редкоземельными ионами, такими как  $Dy^{3+}$ ,  $Sm^{3+}$ ,  $Gd^{3+}$ ,  $Tb^{3+}$  и др.

Для приготовления дозиметрического материала, как  $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$  стехиометрический порошок  $Na_2SO_4$  (АСЧ, 99,99%) растворяется в 100 мл деионизированной воды (DI). После добавляется навеска сульфата диспрозия. Масса диспрозия рассчитывается по формуле:  $m_1 = m_2 \frac{M_1 \cdot n}{M_2(100-n)_2}$ , где  $m_1$  и  $m_2$  – массы активатора и основного вещества,  $M_1$  и  $M_2$  – молярные массы активатора и основного вещества,  $n$  – необходимый молярный процент активатора.

Изменяя  $n$  получаем  $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$  с различной концентрацией примеси. Полученный раствор перемешивается на магнитной мешалке 60 мин, проходит термическое выпаривание в течение 480 минут при  $80^\circ C$  [3]. Далее, порошок проходит механическое диспергирование, термический отжиг 240 мин при  $400^\circ C$  с медленным охлаждением до комнатной температуры. Для получения дозиметрических таблеток, порошок прессуется с давлением  $80 \text{ кг/см}^2$ . В случае легирования примесью  $Dy_2O_3$ , используется насыщенный раствор серной кислоты [4]. Таким образом был приготовлен  $Na_2SO_4 - Dy$ . Концентрация  $Dy^{3+}$  составляет 0,1 моль %.

Также был приготовлен образец  $KNaSO_4 - Cu$ . Дозиметрические таблетки получены влажным химическим методом из  $K_2SO_4$  (Sigma-Aldrich) и  $Na_2SO_4$  (Sigma-Aldrich) в равных пропорциях с добавлением примеси  $CuSO_4 - 5H_2O$  (Sigma-Aldrich). Порошкообразные соединения  $KNaSO_4 - Cu$  получены методом выпаривания при  $80^\circ C$  в течение 480 минут. Высушенный образец оттожен в инертной атмосфере при  $700^\circ C$  в течение 60 минут. Концентрация примеси  $Cu^+$  составляет 0,03 моль %.

Для проведения спектрометрических измерений в области 1,5÷6,2 эВ использован спектрофлуориметр Solar CM 2203. Кристаллическая структура  $KNaSO_4$  известна [5-8]. По уточненным данным [7],  $KNaSO_4$  кристаллизуется в тригональной сингонии,  $R\bar{3}m$ ,  $a=5,6066 \text{ \AA}$ ,  $c=7,177 \text{ \AA}$ ,  $Z=2$ . Структура  $KNaSO_4$  состоит из тетраэдра  $SO_4^{2-}$  расстояниями S–O 1,368-1,496  $\text{ \AA}$  и полиэдров  $MO_6$ ,  $MO_{10}$  и  $MO_{12}$ , которые замещены катионами  $Na^+$ ,  $Na^+$  и  $K^+$  и  $K^+$  соответственно.

Образец  $KNaSO_4 - Cu$  получен методом механического диспергирования. Этот метод подразумевает смешивание химических реагентов с длительной механической обработкой. Полученный порошок также прессуется с давлением  $80 \text{ кг/см}^2$ .

### Результаты и их обсуждение

В настоящей работе исследовано собственное и примесное излучение  $KNaSO_4 - Cu$ . На рисунке 1 представлен спектр излучения  $KNaSO_4 - Cu$  при возбуждении фотонами с энергией 4,96 эВ при 300 К. Из рисунка 1 видно, что появляется полоса излучения при 2,85 эВ, соответствующая примесям  $Cu^+$ .

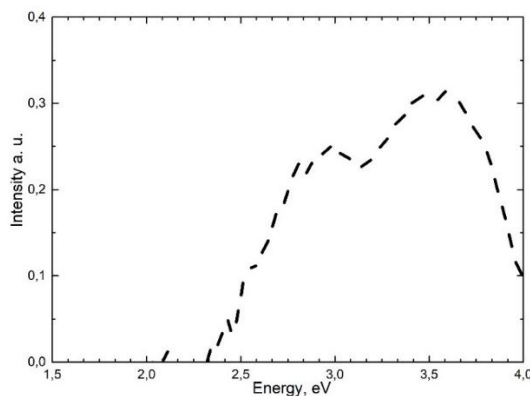


Рисунок 1 - Спектр излучения  $KNaSO_4 - Cu$  (до отжига)

На рисунке 2 показан спектр люминесценции  $KNaSO_4 - Cu$ , приготовленного методом механического диспергирования, при возбуждении фотонами с энергией 4,96 эВ при 300 К. Появляется полоса излучения соответствующая энергии 2,85 эВ. Неоттоженные образцы  $KNaSO_4 - Cu$  приготовленные влажным химическим методом (рисунок 1) и методом механической терки (рисунок 2) показывают схожие спектральные линии, различаясь лишь в интенсивности излучения.

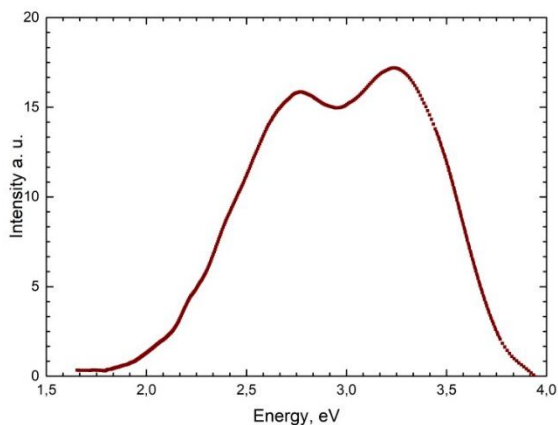


Рисунок 2 - Спектр излучения  $KNaSO_4 - Cu$  (получен методом механического диспергирования)

На рисунке 3 (кривая 1) представлен спектр излучения  $KNaSO_4 - Cu$  после термического отжига. Интенсивность полосы излучения при 2,85 эВ после отжига в инертной атмосфере аргона увеличивается относительно интенсивности полос в рисунке 1. На рисунке 3 (кривая 2) представлен спектр излучения  $KNaSO_4 - Cu$  диспергированного в течение 30 минут и прессованного давлением 2,5 МПа.

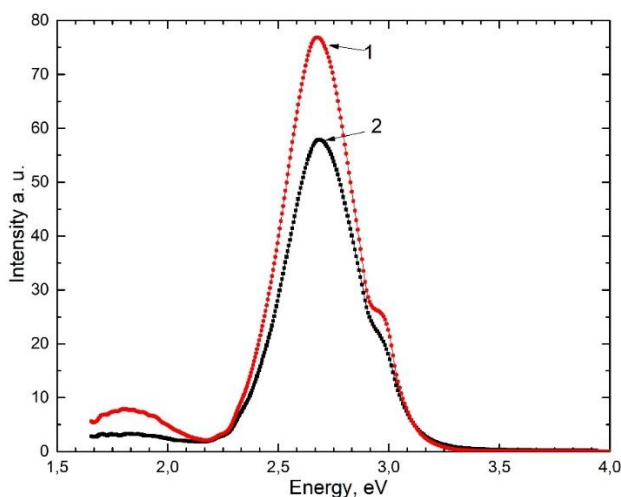


Рисунок 3 - Спектр излучения  $KNaSO_4 - Cu$ . При возбуждении фотонами энергией 4,96 эВ: 1- после отжига, 2- после прессования

Неоттоженные образцы  $KNaSO_4 - Cu$  приготовленные влажным химическим методом (рисунок 1) и методом механического диспергирования (рисунок 2) показывают схожие спектральные линии, различие только в интенсивности полос излучения. На рисунке 3 показаны кривые 1 и 2 соответствующий до и после приложения давления. Из этого можно сказать что давления уменьшило интенсивность, а после отжига при  $700^{\circ}C$  восстанавливает свое значение которая схожа и с исследованиями авторов [9].

## Заключение

Характеристики дозиметрического материала зависят от метода приготовления образцов, чистоты исходных реагентов и концентрации примесного элемента. В тоже время выбор метода сильно зависит от вида примеси. Например, для  $Dy_2O_3$  присутствие кислотной среды обязательна. Нами показано, что метод выпарения в кислотной среде, примененный при получении  $Na_2SO_4 - Dy^{3+}$  выгодно отличается при работе с сульфатами щелочных металлов.

## Список использованных источников

1. J. Azorin. Applied Radiation and Isotopes, V. 83(2014), 187–191
2. M. Prokic. Nuclear instruments and methods, V. 151 (1978) 603-608
3. S.T. Taide, N.B. Ingle, S.K. Omanwar. IOSR Journal of Applied Physics, 7( 3) (2015), 27-32
4. Y.S. Vidya and B.N. Lakshminarasappa, Indian Journal of Materials Science, V. 2014, Article ID 675417.
5. M.E. Hilmy Structural crystallographic relation between Sodiimi Sulfate and Potassium Sulfate and some other synthetic sulfate minerals /American Mineralogist. -1953. V. 38, №1. P.118-135.
6. Bellanca New phase transition in  $LiKSO_4$  /Л'eriodico di Mineralogia. 1942. V.13.P.21-86.
7. K. Okaida, J. Osaka Structwes of Potassium Sodium Sulfate and Tri Potassium Sodium Di Sulfate //Acta Gryst. 1980. B.36. P.919-921.
8. К. Шаршеев, Ч.Т. Ордобаева, Д.В. Шульгин, В.И. Соломонов, С.Г. Михайлов Люминесцентные свойства сульфатов на основе  $LiKSO_4$  и  $KNaSO_4$  Вестник Иссык-Кульского университета, №3 - 1999.
9. A.R. Lakshmanan Effect of pressure on the luminescence properties of gypsum, anhydrite, calcite and Dy doped  $CaSO_4$  . Radiation Measurements 39 (2005) 235 – 240.