

- [2] Chen G., Wu B., You G. // *Sic. Scientica (Ser. B)*. 1985. V. 82. P. 235.
- [3] Арумов Г.А., Крикунов С.А., Оселедчик Ю.С. и др. // Тез. докл. XIII междунар. конф. по когерент. и нелинейн. оптике. 1988. Ч. 4. С. 104.
- [4] Xu Z., Deng D., Zhao T., et. al. // *Chin. Phys. Lett.* 1989. V. 6. P. 68-71.
- [5] Chen D., Yeh J. // *Opt. Lett.* 1988. V. 13. P. 808-810.
- [6] Bhar G.C., Das S., Chatterjee U. // *Appl. Opt.* 1989. V. 28. No 2. P. 202-204.
- [7] Ishida Y., Yajima T. // *Opt. Commun.* 1987. V. 62. P. 197.
- [8] Назаренко П.Н., Окладников Н.В., Скрипко Г.А. и др. // *Оптика атмосферы*. 1989. Т. 2. № 11. С. 1220-1227.
- [9] Kato K. // *IEEE J. Quant. Electron.* 1986. V. QE-22. P. 1013-1014.

Поступило в Редакцию
4 января 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 8

26 апреля 1991 г.

05.2; 07

© 1991

РАДИАЦИОННО-НАВЕДЕННЫЕ ЦЕНТРЫ ОКРАСКИ В АЛЕКСАНДРИТЕ

П.Н. Яровой, В.Я. Медведев,
Г.В. Букин, А.А. Михаленко,
Л.А. Иванова

Оптическим характеристикам alexandrita ($BeAl_2O_3:Cr^{3+}$) посвящено большое количество исследований, что связано прежде всего с его применением в качестве активной лазерной среды. Получена генерация излучения как на бесфононных переходах ${}^2E \rightarrow {}^4A_2$ (R -линия), так и на электронно-колебательных переходах ${}^4T_2 \rightarrow {}^4A_2$ с перестройкой в диапазоне 700-800 нм [1-4].

В то же время информация о процессах релаксации энергии радиационного возбуждения и создания центров окраски в этом кристалле практически отсутствует. Этот вопрос представляется достаточно важным как в связи с тем, что alexandrit является ювелирным камнем, так и в связи с созданием в последнее время

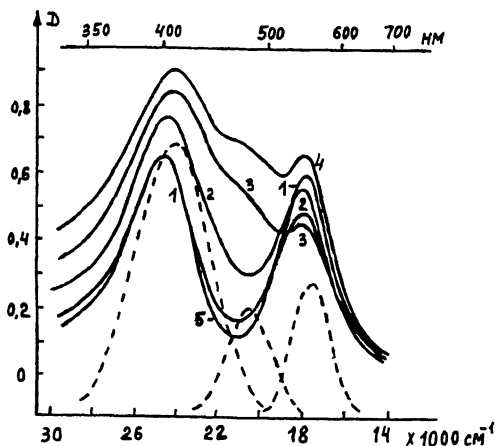


Рис. 1. Спектры поглощения облученного александрита.

Время облучения: 1-2, 2-20 и 3-60 мин (R), $4 \cdot 10^{16} \rho$ (γ). Пунктиром обозначено разложение спектра (3, R) при аппроксимации функциями Гаусса. Исходный образец - 5.

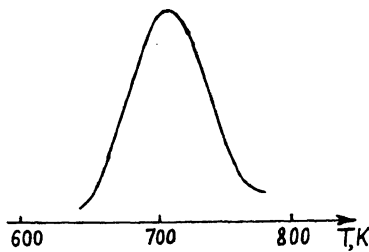
лазерных сред и пассивных лазерных затворов (ПЛЗ) на ионных кристаллах с центрами окраски (ЦО), в том числе на $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ [5-7].

В настоящем кратком сообщении впервые приводятся результаты по радиационному созданию ЦО в александрите. Изучались образцы кристаллов $0,5 \times 0,5 \times 0,1$ см, выращенных из расплава с концентрацией ионов 0,05 моль % и облученных рентгеновскими (УРС-55А, Mo , 30 кв., 10 мА) или γ (CO^{60}) квантами. При этом кристалл изменяет свои хромоформные характеристики, он приобретает красно-коричневую окраску. Спектры поглощения измерены на спектрофотометре "Specord", а термолюминесцентные (ТЛ) спектры получены по традиционной методике при скорости нагрева кристалла 2 град, с^{-1} .

На рис. 1 приведены спектры поглощения исходного и подвергнутого облучения кристаллов. Наблюдается появление новой полосы поглощения в диапазоне 400-500 нм, а также заметное изменение спектра в области 200-350 нм в облученном кристалле, что, очевидно, связано с созданием ЦО. Анализ формы полосы поглощения с помощью электронного синтезатора кривых СК-2 при аппроксимации спектров функциями Гаусса показал, что наряду с характерным для александрита U и Y -полосами ($\lambda_{\text{max}} = 420$ и 570 нм), связанными с переходами ${}^4A_2 \rightarrow {}^4T_1$ и ${}^4A_2 \rightarrow {}^4T_2$ [3], в спектре присутствует новая полоса поглощения с $\lambda_{\text{max}} = 490$ нм (рис. 1), интенсивность которой растет с увеличением времени облучения.

При фотостимуляции в полосе с $\lambda_{\text{max}} = 490$ нм наблюдается люминесценция, характерная для ионов Cr^{3+} в александрите.

Рис. 2. Спектр термолюминесценции облученного (R), 20 мин александрита.



Методом термоактивационной спектроскопии показано, что облученный кристалл обладает достаточно интенсивной термолюминесценцией (ТЛ). На кривой ТЛ (рис. 2)

выделяется пик с $T_{max} = 712$ К. Рассчитанные по форме кривой ТЛ [8] энергия термической активации E_T и частотный фактор ρ_0 имеют для этого пика соответственно значения: 1.2 эВ и $7.4 \cdot 10^6$ С⁻¹. Наряду с ТЛ, связанной с освобождением носителей заряда с глубоких ловушек ($T_{max} = 712$ К), наблюдается слабое свечение в диапазоне температур 100–250 К. Как показали предварительные опыты, спектр ТЛ совпадает со спектром при оптической стимуляции кристалла. После нагревания александрит приобретает первоначальную характерную для него окраску.

Создание ЦО в александрите может быть объяснено локализацией носителей заряда на катионных V_C^{3-} , V_C^{2-} , анионных V_a^{2+} вакансиях и примесных ионах хрома. В результате образуются F^+ , V^- , $V^=$ и другие центры. Генерация подобных центров наблюдалась в облученном рубине [9].

Учитывая полученные оптические и термические характеристики ЦО ($T_{max} = 712$ К) можно, видимо, считать, что люминесценция при фото- и термостимуляции носит рекомбинационный характер, а сравнительно малая величина энергии термической активации (1.2 эВ) и частотного фактора ρ_0 , вероятно, свидетельствует о прыжковом механизме миграции носителей заряда [10].

Учитывая перекрытие U и V полос поглощения для ионов Cr^{3+} с полосой поглощения для центров окраски ($\lambda_{max} = 490$ нм), нельзя, видимо, исключить и вероятность резонансной передачи энергии между этими центрами.

Таким образом, под действием радиационного облучения в александрите эффективно образуются термически стабильные при $T = 300$ К центры окраски преимущественно одного типа. Кристалл при этом изменяет свои хромоформные характеристики. Для конкретизации природы ЦО, механизмов передачи энергии, изучения стабильности центров, очевидно, требуются дальнейшие исследования.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Walling J.C., Heller D.F., Samuelson H., Harter D.J., Pete J.A., Morris R.C. // JEEE J. Quant. Elect. 1985. V. QF. N 10. P. 1568–1581.
- [2] Севастьянов Б.К., Ремигайло Ю.Л., Орехова В.П., Матросов В.П., Цвет-

ков Е.Г., Букин Г.В. // ДАН СССР, 1988, Т. 256, № 2, С. 373-376.

- [3] Пестряков Е.В., Трунов В.И., Алимпиев А.И., Солнцев В.П. // Изв. АН СССР, Сер. физич. 1988, Т. 52, № 6, С. 1184-1191.
- [4] Букин Г.В., Волков С.Ю., Матросов В.Н., Севастьянов Б.К., Тимошечкин М.И. // Квантовая электроника, 1978, Т. 5, С. 1168-1169.
- [5] Архангельская В.А., Феофилов П.П. // Квантовая электроника, 1980, Т. 7, № 6, С. 1141-1160.
- [6] Парфинович И.А., Хулугуров В.М., Лобанов Б.Д., Максимова Н.Т. // Изв. АН СССР, Сер. физич. 1979, Т. 43, № 6, С. 1125-1132.
- [7] Токарев А.Г., Мартынович Е.Ф., Зипов С.А. // Изв. вузов. Физика, 1987, № 10, С. 41-46.
- [8] Лушик Ч.Б. // Тр. инст. физики и астрономии АН СССР, 1955, В. 5, С. 230.
- [9] Войценья Т.И., Грицына В.Т., Сикора А.В. // Укр. физич. журн. 1987, Т. 32, №7, С. 1042-1047.
- [10] Валбис Я.А., Кулис П.А., Тале И.А. // Тез. докл. 1У Всесоюз. симп. „Люминесцентные приемники и преобразователи рентгеновского излучения“. Иркутск, 1982, С. 13.

Поступило в Редакцию
1 февраля 1991 г.

Письма в ЖТФ, том 17, вып. 8

26 апреля 1991 г.

05.4

© 1991

НАРУШЕНИЕ ЗАКОНА ПОДОБИЯ В СЛОИСТЫХ СВЕРХПРОВОДЯЩИХ СТРУКТУРАХ

А.Н. Лыков, В.И. Здравков

Экспериментальному исследованию пиннинга вихрей в сверхпроводниках посвящено большое количество работ [1]. Однако обычно эти работы носят качественный характер. При этом большое внимание уделяется эмпирическим закономерностям. Так, в работе Крамера [2] при анализе экспериментальных результатов, полученных в процессе исследования токонесущей способности сверхпроводников 2-го рода с большим κ -параметром Гинзбурга-Ландау, обнаружен закон подобия для объемной силы пиннинга:

$$P_{\sigma} = B j_c = [H_{c2}(T)]^2 f(\kappa), \quad (1)$$