

УДК 539.26, 538.958, 621.373.8

**СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ И НЕЛИНЕЙНО ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СИТАЛЛОВ
ЦИНК-ГАЛЛИЙ-АЛЮМОСИЛИКАТНОГО СОСТАВА**

 Глазунов И.В.¹, Скопцов Н.А.¹, Маляревич А.М.¹, Юмашев К.В.¹, Дымшиц О.С.²
¹ НИЦ Оптических материалов и технологий, Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь,

² Государственный оптический институт им. С.И. Вавилова
Санкт-Петербург, Российская Федерация

Материалы, которые легируются тетракоординированными ионами кобальта Co^{2+} , хорошо известны, как насыщаемые поглотители для лазеров, излучающих в спектральной области 1,3-1,6 мкм [1-2]. Для этого используется полоса поглощения, связанная с переходом ${}^4\text{A}_{2g}({}^4\text{F}) \rightarrow {}^4\text{T}_{1g}({}^4\text{F})$ ионов Co^{2+} . Одним из таких материалов является монокристалл шпинели $\text{Co}^{2+}:\text{MgAl}_2\text{O}_4$, который широко используется для пассивной модуляции добротности эрбиевых лазеров, излучающих на длине волны 1,54 мкм [3-5].

Спектральная область 1.6-1.7 мкм является привлекательной для дальнометрии, зондирования атмосферы, аэронавигации, телекоммуникационных приложений и лазерной хирургии из-за низких потерь излучения при распространении в атмосфере и кварцевом волокне. Для лазеров этой области спектра пассивная модуляция добротности с помощью монокристаллов шпинели $\text{Co}^{2+}:\text{MgAl}_2\text{O}_4$ не очень эффективна, что связано с низким поглощением ионов Co^{2+} в этой области длин волн перехода ${}^4\text{A}_{2g}({}^4\text{F}) \rightarrow {}^4\text{T}_{1g}({}^4\text{F})$ и, как следствие, низким контрастом просветления на длине волны генерации.

Прозрачный ситалл – это материал, содержащий мелкие кристаллические частицы (размером несколько единиц или десятков нанометров), которые образуются в стеклообразной матрице в процессе вторичной термообработки. Ситаллы характеризуются рядом преимуществ по сравнению с обычными стеклами и монокристаллами. Технология производства ситаллов позволяет включать легирующие ионы (например, Co^{2+}) в предпочтительную фазу (стеклянную или кристаллическую).

В данной работе представлен ситалл на основе цинк-галлий-алюмосиликатного (далее ZGAS) состава, где в стеклообразной матрице синтезирована смешанная кристаллическая структура цинк-алюминиевых и галлий-алюминиевых шпинелей. Ниже приведены свойства поглощения и насыщения поглощения данного материала, легированного ионами Co^{2+} .

Исходные стекла были вторично термообработаны при температурах 800 °C, 850 °C, 900 °C, 1000 °C. В результате термообработки получено 4 образца сине-зеленого цвета.

Регистрация спектров поглощения (рисунок 2) образцов стекол и ситаллов осуществлялась с помощью спектрофотометра Cary Varian 5000. Из

спектра видно, что в состав нанокристаллов входят двухвалентные ионы кобальта Co^{2+} в тетракоординированной позиции.

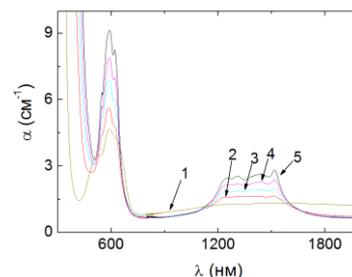


Рисунок 1 – Спектр поглощения образцов ZGAS. Температура обработки: (1) – исходное стекло, (2) – 800 °C, (3) – 850 °C, (4) – 900 °C, (5) – 1000 °C

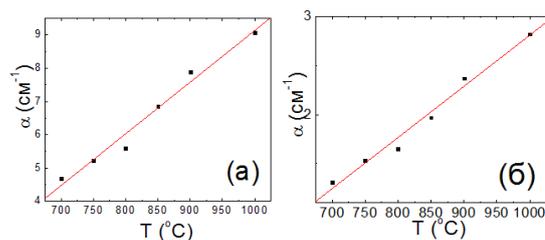


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента поглощения ионов Co^{2+} в ZGAS от температуры термообработки ситалла на длине волны: (а) – 585 нм, (б) – 1516 нм

На рисунке 2 (а) показана зависимость коэффициента поглощения α в максимуме полосы поглощения перехода ${}^4\text{A}_{2g}({}^4\text{F}) \rightarrow {}^4\text{T}_{1g}({}^4\text{F})$ (585 нм). Повышение температуры термообработки приводит к линейному увеличению величины α . Аналогичная ситуация наблюдается в максимуме полосы поглощения перехода ${}^4\text{A}_{2g}({}^4\text{F}) \rightarrow {}^4\text{T}_{1g}({}^4\text{F})$ [рис. 2 (б)], где также наблюдается линейное увеличение величины α с ростом температуры.

Исследована зависимость пропускания материала от интенсивности падающего лазерного излучения. Образец толщиной 4 мм облучался лазерными импульсами с энергией до 2 мДж, длительностью 80 нс на длине волны 1540 нм. Диаметр сфокусированного пятна на образце составлял 70 мкм. Кривые просветления образцов ситаллов приведены на рисунке 3.

Для определения интенсивности насыщения поглощения и контраста просветления осуществлялось моделирование данных эксперимента в рамках модели медленно релаксирующего поглотителя [1]:

$$\frac{dE_0}{dz} = -I_{sa} \cdot \frac{\ln(1/T_0)}{L} \cdot \left[(1-\gamma) \cdot \left(1 - e^{-\frac{E_0}{I_{sa}}}\right) + \gamma \cdot \frac{E_0}{I_{sa}} \right]$$

где $I_{sa} = h\nu/\sigma_a$ – интенсивность насыщения поглощения; $\gamma = \sigma_{esa}/\sigma_a$ – контраст просветления; σ_a и σ_{esa} – поперечное сечение поглощения из основного и возбужденного состояния, соответственно. Было установлено, что используемый материал достаточно хорошо просветляется. Значения контраста просветления и поперечного сечения поглощения из основного состояния для каждого материала указаны в таблице

Таблица

Температура вторичной термообработки, T(°C)	γ (σ_{esa}/σ_a)	σ_a , 10^{-19} см ²
800	0,33	1,8
850	0,17	2,5
900	0,16	2,6
1000	0,08	1,3

Таким образом, в работе был синтезирован материал на основе стекла цинк-галлий-алюмосиликатного состава, где в стеклообразной матрице сформирована смешанная кристаллическая структура цинк-алюминиевых и галлий-алюминиевых шпинелей.

В результате исследования спектроскопических и нелинейно-оптических свойств данных материалов определены величины поперечных сечений поглощения из основного и возбужденного состояний на длине волны 1,54 мкм и показано, что данный материал является перспективной средой для пассивных модуляторов добротности лазеров спектрального диапазона 1,4-1,7 мкм.

УДК 621.315.592

ВОЗМОЖНОСТИ ЭПР СПЕКТРОСКОПИИ В ДИАГНОСТИКЕ АЛМАЗНОГО СЫРЬЯ РАЗЛИЧНОГО ГЕНЕЗИСА

Олешкевич А.Н.¹, Нгуен Т.Т.Б.², Долматов В.Ю.³, Сернов С.П.⁴,
Колесникова А.В.¹, Лапчук Т.М.¹, Лапчук Н.М.¹

¹Белорусский государственный университет

Минск, Республика Беларусь

²Каунг Бинь университет

Провинция Каунг Бинь, Вьетнам

³ФГУП «СКТБ «Технолог»

Санкт-Петербург, Российская Федерация

⁴Белорусский национальный технический университет

Минск, Республика Беларусь

Данная работа посвящена исследованию близких по структурному совершенству алмазов различного происхождения с помощью одного из чувствительнейших методов диагностики алмазного сырья, который относится к неразрушающим структуре исследуемых объектов.

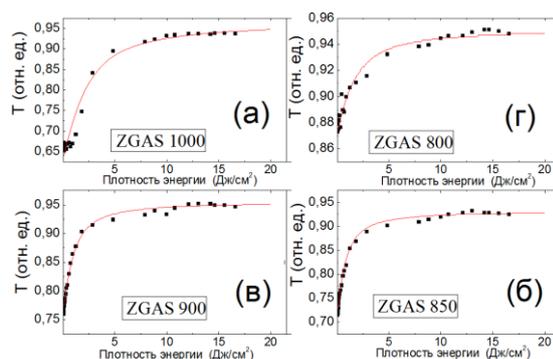


Рисунок 3 – Зависимость пропускания образцов Co:ZGAS от падающей энергии на длине волны 1,54 мкм

Литература

1. Denisov I.A., Demchuk M.I., Kuleshov N.V., Yumashev K.V. Co²⁺:LiGa₅O₈ saturable absorber passive Q-switch for 1.34 μm Nd³⁺:YAlO₃ and 1.54 μm Er³⁺:glass lasers // J. Applied Physics Letters, 2000, Vol.77, № 16, p 2455–2457.
2. Alexander M. Malyarevich, Igor A. Denisov, Konstantin V. Yumashev, Olga S. Dymshits, Alexander A. Zhilin, and Uk Kang, "Cobalt-doped transparent glass ceramic as a saturable absorber Q switch for erbium:glass lasers," Appl. Opt. 40, 4322-4325 (2001).
3. Konstantin V. Yumashev, "Saturable absorber Co²⁺:MgAl₂O₄ crystal for Q switching of 1.34-μm Nd³⁺:YAlO₃ and 1.54-μm Er³⁺:glass lasers," Appl. Opt. 38, 6343–6346 (1999).
4. John B. Gruber, Ann W. Kennedy, Bahram Zandi and James A. Hutchinson "Modeling of the Co²⁺ saturable absorber Q-switch for the Er:Yb:glass laser (1.534 μm)", Proc. SPIE 3928, Nonlinear Materials, Devices, and Applications, 142 (March 23, 2000).
5. K.V. Yumashev, I.A. Denisov, N.N. Posnov, P.V. Prokoshin, V.P. Mikhailov "Nonlinear absorption properties of Co²⁺:MgAl₂O₄ crystal" Appl. Phys. B 70, 179–184 (2000).