

- [6] К. К. Rohaty. J. Mol. Spectr., 27, 545, 1968.
 [7] H De-Voe. J. Chem. Phys., 41, 393, 1964.
 [8] H. De-Voe. J. Chem. Phys., 43, 3199, 1965.
 [9] Т. Б. Бабаев, Л. И. Альперович. Опт. и спектр., 29, 488, 1970.
 [10] Н. Г. Бахшиев, О. П. Гирин, В. С. Либов. ДАН СССР, 145, 1025, 1962; В. С. Либов, Н. Г. Бахшиев. Опт. и спектр., 16, 223, 1964.

Поступило в Редакцию 4 июня 1971 г.

УДК 535.32-15

ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ИНФРАКРАСНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА НА CO_2

О. А. Колосовский и Л. Н. Устименко

В настоящей работе предлагается метод измерения температурного коэффициента показателя преломления с помощью лазера. Сущность метода заключается в следующем. Пусть в резонаторе лазера находится образец в виде прозрачной пластины. Если изменить температуру образца, то оптическая длина резонатора изменится на некоторую величину Δl , определяемую температурным коэффициентом показателя преломления $\Delta n/\Delta T$, коэффициентом линейного расширения α , показателем преломления n и толщиной образца d . Предположим, что известна связь Δl с величинами n , $\Delta n/\Delta T$, α , d и ΔT , а также предположим, что мы можем измерить величину Δl , а значения n и α нам известны. В этом случае температурный коэффициент показателя преломления образца можно определить измерением ухода оптической длины резонатора и изменением температуры образца, помещенного в резонатор.

Найдем зависимость ухода оптической длины резонатора от параметров образца n , α , d и изменения температуры образца ΔT . Можно показать, что оптическая длина резонатора с плоскими или почти плоскими зеркалами при введении в него плоскопараллельной пластины возрастает на величину l

$$l = d(\sqrt{n^2 - \sin^2 \gamma} - \cos \gamma), \quad (1)$$

где γ — угол наклона пластины к оси резонатора.

Полагая d и n линейными функциями температуры и дифференцируя (1) по T , получаем

$$\frac{\Delta l}{\Delta T d} = \alpha(\sqrt{n^2 - \sin^2 \gamma} - \cos \gamma) + n \frac{\Delta n}{\Delta T} \frac{1}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \gamma}}. \quad (2)$$

Из выражения (2) найдем $\Delta n/\Delta T$ для двух случаев, представляющих практический интерес: пластина расположена нормально к оси резонатора ($\gamma=0$) и под углом Брюстера ($\gamma=\gamma_{\text{Бр.}}$).

$$\left. \begin{aligned} \frac{\Delta n}{\Delta T} &= \frac{\Delta l}{\Delta T d} - \alpha(n-1), \quad \gamma=0; \\ \frac{\Delta n}{\Delta T} &= \frac{\Delta l \sin \gamma}{\Delta T d} - \alpha n \sin \gamma \left(1 - \frac{1}{n^2}\right), \quad \gamma=\gamma_{\text{Бр.}} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Для измерения уходов оптической длины резонатора при изменении температуры образцов использовался лазер на CO_2 , состоящий из газоразрядной трубки с окнами, расположенными под углом Брюстера, и резонатора. Исследуемый образец помещался между окном трубки и зеркалом резонатора. Для измерения температуры использовалась термопара, закрепленная на поверхности образца и соединенная с измерительным прибором. Одно из зеркал резонатора крепилось на пьезокерамическом цилиндре. Управление частотой резонатора осуществлялось подачей напряжения смещения на обкладку цилиндра.

Измерения проводились в следующем порядке. В резонатор помещался образец, нагретый до температуры на $10-15^\circ\text{C}$ выше окружающей. Резонатор настраивался на центральную частоту перехода. По мере охлаждения образца возникала расстройка частоты, которая устранялась регулировкой напряжения смещения. Таким образом, уход оптической длины резонатора, вызванный охлаждением образца, компенсировался перемещением зеркала. Одновременно измерялись напряжение смещения и температура образца. Искомая величина ухода длины, равная перемещению зеркала, вычислялась по известному пьезомодулю цилиндра и напряжению смещения.

Измерения уходов оптической длины резонатора были выполнены для образцов из NaCl, KCl, ZnSe, GaAs и Ge. Температурный коэффициент рассчитывался по форму-

лам (3) подстановкой значений уходов и известных из [1] значений показателей преломления и коэффициентов линейного расширения. Полученные таким образом значения температурных коэффициентов показателя преломления даны в таблице. Для сравнения в таблице приведены известные значения температурных коэффициентов [1, 2].

Материалы	Показатель преломления на $\lambda = 10.6 \text{ мкм } n$	Коэффициент линейного расширения $\alpha \times 10^6 / ^\circ\text{C}$	Температурный коэффициент показателя преломления $\Delta n \times 10^6 / \Delta F^\circ \text{ C}$		
	[1]	[1]	[1]	[2]	настоящая работа
NaCl	1.49	3.9	-2.0	-2.8	-3.2
KCl	1.46	3.7	-2.7	-2.6	-3.9
ZnSe	2.43	0.77	—	+5	+5.9
GaAs	3.14	0.57	—	+11	+10
Ge	4.0	0.58	+40	+30	+42

Из таблицы видно, что наши результаты согласуются с известными ранее для одних образцов (ZnSe, GaAs, Ge) и заметно расходятся для других (NaCl, KCl). Это расхождение, как показал анализ ошибок измерений, определяется в основном погрешностью измерения температуры образцов простым методом, принятым в нашей работе. На основании формулы (3) можно показать, что если относительная погрешность при измерении температуры будет меньше 1%, то погрешность при измерении температурного коэффициента показателя преломления с использованием лазера с нестабильностью частоты 10^{-8} также не превысит 1%.

Литература

- [1] Е. М. Воронкова, Б. Н. Гречушников, Г. И. Дистлер, И. П. Петров. Оптические материалы для инфракрасной техники. Изд. «Наука», М., 1965.
 [2] A. R. Hilton, C. E. Jones. Appl. Opt., 6, 1513, 1967.

Поступило в Редакцию 15 сентября 1971 г.

УДК 535.33 : 548.0 : 539.166

НЕКОТОРЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТИМУЛИРОВАННОГО γ -ЛУЧАМИ СВЕЧЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ $\text{CaF}_2\text{-TRF}_3$

Ш. А. Вахидов, Б. Каипов и Г. А. Тавшунский

Процессам, протекающим под действием ионизирующего излучения в кристаллах $\text{CaF}_2\text{-TRF}_3$, и природе центров захвата элементарных носителей заряда в последнее время был посвящен ряд работ [1-6]. Рассмотрены возможные механизмы, приводящие к гамма- и рентгенолюминесценции указанных кристаллов, получены некоторые данные о природе центров захвата дырок и электронов. В этом плане сравнительное исследование спектральных характеристик гамма-люминесценции (ГЛ), послесвечения (ПС), фотолюминесценции (ФЛ) необлученных и облученных ионизирующим излучением кристаллов, активированных различными ионами TR, может способствовать выяснению целого ряда деталей и особенностей радиационно-стимулированных процессов в кристаллах $\text{CaF}_2\text{-TRF}_3$.

Нами исследовались кристаллы, активированные фторидами Pr, Nd, Dy, Ho, Er, Tu. Кристаллы были выращены в ФИАН СССР¹ во фторирующей атмосфере при давлении, исключающем присутствие кислорода. Концентрации активаторов составляли 0.1—1 вес.%. Обычная доза облучения $10^6\text{—}10^7$ р. Спектры ПС, ФЛ и возбуждения изучались на спектрофлуориметре МРФ-2А, а детальное исследование свечения облученных образцов проводилось на спектрометре ДФС-12.

¹ Авторы благодарят В. В. Осико, Ю. К. Воронько, С. Х. Батыгова за любезное предоставление образцов для исследования.