



ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КРИСТАЛЛОВ КТР ПРИ НЕПРЕРЫВНОМ И ИМПУЛЬСНОМ ОБЛУЧЕНИИ

О.Ф. Бутягин, В.И. Гонченков, Б.И. Захаркин, О.Ф. Бышок

Исследовано изменение оптической плотности на длинах волн 0,53 и 1,06 мкм и эффективности преобразования во вторую гармонику излучения 1,06 мкм лазера на АИГ: Nd^{+3} элементов из кристаллов КТР при воздействии непрерывного гамма- (до дозы $7,6 \cdot 10^6$ рад) и импульсного гамма-нейтронного (до потока $1,4 \cdot 10^{15}$ нейтр/см²) излучений.

Исследованию высоконелинейных оптических материалов при воздействии радиационного облучения посвящен ряд работ [1-3]. В них рассматривалось влияние облучения на оптические и нелинейные характеристики кристаллических ниобатов $\text{Ba}_2\text{NaNb}_5\text{O}_{15}$ и LiNbO_3 [1], кодата лития LiIO_3 [2] и радиационные дефекты в кристаллах КТР KTiO_2PO_4 [3]. В последней работе наведенные гамма-излучением центры окраски идентифицированы.

Настоящая работа посвящена исследованию свойств элементов из кристаллов КТР при воздействии непрерывного гамма- и импульсного гамма-нейтронного излучений в более широком оптическом диапазоне как после воздействия, так и в процессе облучения.

Образцы имели вид прямоугольного параллелепипеда с размерами 5х5х8 мм. Элементы были вырезаны в кристаллографической плоскости Y под углом 23° к оси X по направлению синхронизма для второго типа взаимодействия при генерации второй гармоники с длиной волны $\lambda = 0,53$ мкм излучения 1,06 мкм лазера на АИГ: Nd^{+3} . Рабочие поверхности были просветлены. Во время воздействия ионизирующего излучения измерялось оптическое поглощение, а после воздействия - оптическое поглощение и эффективность преобразования во вторую гармонику.

Для определения оптического поглощения образцов в процессе облучения использовался дистанционный фотометр (рис. 1).

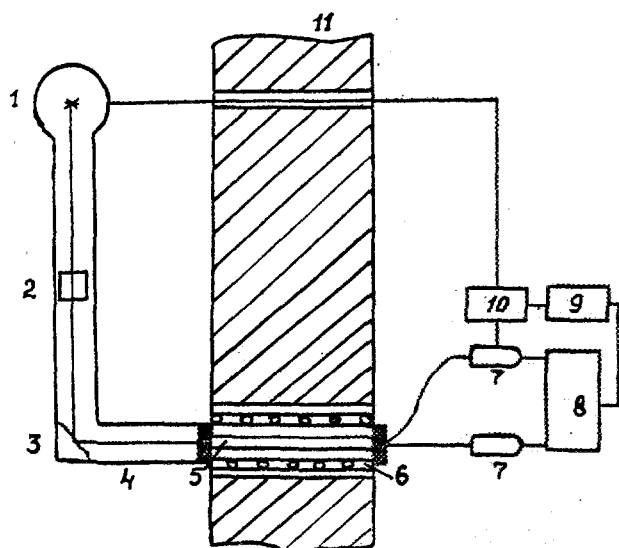


Рис. 1. Структурная схема дистанционного фотометра:
 1 - источник зондирующего излучения; 2 - образец КТР; 3 - поворотное зеркало; 4 - металлический световод; 5 - волоконный световод; 6 - нагреватель; 7 - блок фотоприемников; 8 - многоканальный предусилитель; 9 - регистратор; 10 - источник питания; II - защита

Величину наведенного поглощения определяли по относительному изменению светопропускания элемента исходного и облученного с последующим расчетом приращения оптической плотности

$$\Delta D = \frac{1}{\ell} \lg(T_0/T),$$

где ℓ - длина элемента, см; T_0, T - исходное и текущее светопропускание элемента соответственно, %.
Погрешность измерений не превышала 15 %.

Измерение оптических характеристик образцов в процессе воздействия стационарного гамма-излучения проводилось при мощности дозы $P_\gamma = 9 \cdot 10^3$ рад/мин. Погрешность определения дозы 7 %. С целью исследования релаксации наведенного поглощения во время эксперимента источники излучения дважды опускались. При этом облучение элементов прекращалось на 15 мин, а затем снова возобновлялось. Общее время облучения составило 110 мин., чистое - 80 мин.

На рис. 2 приведена зависимость приращения оптической плотности ΔD элемента из КТР от времени облучения t .

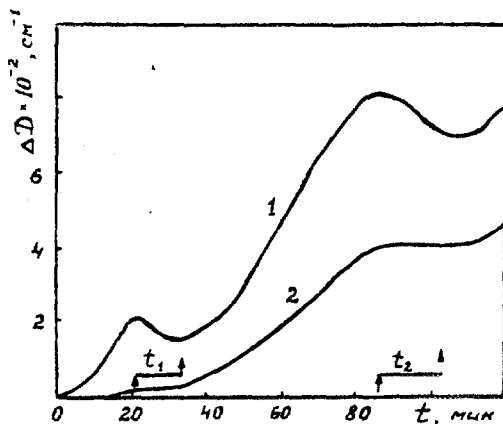


Рис. 2. Динамика роста оптической плотности образца КТР на длине волны 0,53 (1) и 1,06 мкм (2) при мощности дозы гамма-облучения $9 \cdot 10^3$ рад/мин (интервалы t_1, t_2 соответствуют времени отсутствия облучения)

Видно, что заметное поглощение в образце начинает наводиться при дозе более 10^4 рад на длине волны 0,53 мкм и дозе более 10^5 рад на длине волны 1,06 мкм. Максимальная величина наведенного поглощения составила $8 \cdot 10^{-2}$ см $^{-1}$ на длине волны 0,53 мкм и $4 \cdot 10^{-2}$ см $^{-1}$ на длине волны 1,06 мкм при дозе гамма-облучения $7,6 \cdot 10^6$ рад. Кроме того, имеет место релаксация наведенного поглощения на длине волны 0,53 мкм после прекращения облучения. На длине волны 1,06 мкм этого эффекта не обнаружено. Сравнение спектров поглощения до и после воздействия гамма-излучения показало появление полосы поглощения с максимумом на 350 нм и шириной ~ 15 нм. Наблюдалось также заметное окрашивание образцов при дозах $> 10^6$ рад и уменьшение его пропускания во всем видимом диапазоне длин волн.

Для измерения эффективности преобразования использовался одномодовый импульсный лазер на АИГ: Nd^{+3} с электрооптической модуляцией добротности. Импульсная плотность мощности составляла ~ 200 МВт·см $^{-2}$. Эффективность преобразования после облучения дозами до 10^5 рад оставалась неизменной и составляла 60 %. После облучения дозой 10^6 рад эффективность преобразования уменьшалась до 50 %.

Для определения оптических характеристик элементов в процессе импульсного гамма-нейтронного облучения использовался дистанционный фотометр. В отличие от фотометра, применяемого при стационарном облучении, роль разветвителя выполняла призма, разделяющая световой поток на две составляющие, каждая из которых подавалась на фотокатоды фотоумножителей ФЭУ-62. Перед приемниками устанавливались интерференционные светофильтры на длины волн 0,53 либо 1,06 мкм. В качестве регистрирующих приборов использовались быстродействующие осциллографы СГ-74 и С9-8.

Измерение характеристик проводилось в процессе воздействия импульса гамма-нейтронного излучения со следующими параметрами: поток быстрых нейтронов $1,4 \cdot 10^{13}$ нейтр/см 2 , доза сопутствующего гамма-излучения $2,2 \cdot 10^3$ рад, длительность 100 мкс. Погрешность определения потока нейтронов составляла 20 %.

Расшифровка осциллограмм показала, что величина наведенного за время импульса поглощения составила $1,4 \cdot 10^{-2}$ см $^{-1}$ на длине волны 0,53 мкм и $0,3 \cdot 10^{-2}$ см $^{-1}$ на длине волны 1,06 мкм. Релаксации поглощения и через сутки не обнаружено.



RU9710226

Эффективность преобразования во вторую гармонику после воздействия потоками до $6,9 \cdot 10^{13}$ нейтр/см² оставалась такой же, как и для исходного образца и составляла 60 %. После облучения потоком $1,4 \times 10^{15}$ нейтр/см² эффективность преобразования уменьшилась до 55 %.

Таким образом, при генерации второй гармоники ближнего ИК-излучения облучение кристалла КТР до дозы 10^4 рад и потока 10^{13} нейтр/см² не влияет на их оптические параметры и параметры преобразования. При дозах $(1-10) \cdot 10^4$ рад за счет увеличения поглощения на обеих длинах волн необходимо учитывать явление теплового самовоздействия при работе с пучками средней мощностью более 1 Вт и внерезонаторной схеме преобразования, а также ухудшение добротности резонатора при внутррезонаторном. При дозах гамма-облучения более 10^6 рад и потоках $1,4 \cdot 10^{15}$ нейтр/см² эффективность преобразования снижается и при малых мощностях лазерного излучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев Б.В., Захаркин Б.И., Коновалов В.А. и др. Нелинейное поглощение в кристаллических ниобатах со стимулированными дефектами структуры // Журнал прикладной спектроскопии. 1987. Т. 46. № 3. С. 446-452.
2. Захаркин Б.И., Кулевский И.А., Кушнир В.Р. и др. Механизм влияния радиационного повреждения нелинейного кристалла иодата лития на генерационные параметры непрерывных и квазинепрерывных АИГ: Nd^{+3} -лазеров с внутррезонаторной генерацией второй гармоники // Украинский физический журнал, 1987. Т. 32. № 3. С. 371-377.
3. Андреев Б.В., Захаркин Б.И., Громов В.В., Карасева Л.Г., Павлова Н.И. Радиационные дефекты в монокристаллах $KTiO_2PO_4$ // Докл. АН СССР. 1986. Т. 289. № 5. С. 1152-1155.

Статья поступила в редакцию 25 июня 1993 г.

УДК 541.15:666.192:539.122.04

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕЛИНЕЙНЫХ КРИСТАЛЛОВ BaB_2O_4

Н.С. Стельмах, В.Е. Крицкая, Н.М. Панич, Б.И. Захаркин, А.И. Рябов, О.Ф. Бышок

Исследовано влияние непрерывного гамма- и импульсного электронного излучений до доз 10^8 рад на оптико-спектральные характеристики кристаллов BaB_2O_4 в диапазоне длин волн 200-800 нм.

Новые нелинейные материалы, позволяющие получать когерентное излучение в вакуумном ультрафиолете, находят все большее применение в современном приборостроении. К таким кристаллам относятся BaB_2O_4 , чьи свойства были предсказаны на основании теории анионных групп. Практическое применение кристаллов BaB_2O_4 вызывает необходимость исследования поведения этого материала в полях ионизирующих излучений.

Настоящая работа посвящена исследованию влияния гамма-квантов и импульсов электронов на оптические характеристики кристаллов BaB_2O_4 .

Образцы, имевшие размер $1 \times 1 \times 0,2$ см, облучались гамма-лучами ^{60}Co , энергия которых составляет 1,3 МэВ, при температурах 298, 213 и 333 К. Облучение электронами осуществлялось на линейном ус-