Академия наук УзССР

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ИЯФ

Р-9-445

М.Х.Ашуров, Б.Г.Коптев, И.Н.Насиров,
А.Л.Нестеров, А.П.Шкадаревич, А.И.Щербаков,
П.К.Хабибуллаев

РАДИАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ЛАЗЕРНЫХ КРИСТАЛЛОВ ИТТРИЙ-СКАНДИЙ-ГАЛЛИЕВОГО ГРАНАТА С ХРОМОМ И НЕОДИМОМ

Ташкент

Печатается по постановлению редколлегии препринтов ИЯФ АН УзССР от 28.09.89

Обнаружено, что кристаллы иттрий-скандий-галлиевого граната с хромом и неодимом являются радиационно стойкими, т.е. гамма облучение не изменяет оптического поглощения на длине волны генерации и выходной энергии генерации этих кристаллов.

It is found, that chromium and neodimium doped yttrium-scandium-gallium gernet crystals are stable to irradiation, i.e. gamma irradiation does not change optical density on generation wave length and output generation energy of this crystals.

В последнее время созданы новые активные среды для лазеров с неселективной оптической накачкой на основе хромсодержащих кристаллов редкоземельных скандиевых гранатов, в которых за счет сенсибилизации излучения ионов неодима ионами хрома эффективность преобразования энергии накачки в выходную энергию генерации существенно возрастает [I]. Обнаружено, что наличие хрома придает стойкость этим лазерным кристаллам к воздействию ультрафиолетового и гамма излучения [2-6]. В связи с этим представляет интерес исследование и интерпретация радиационной стойкости хромсодержащих лазерных кристаллов граната.

В настоящей работе приводятся результаты предварительных экспериментов по изучению влияния гамма-облучения на оптическое поглощение и выходную энергию генерации кристаллов иттрий-скандий-галлиевого граната с хромом и неодимом (ИСГГ-Cr,Nd).

На рис.I приведены спектры поглощения необлученного и

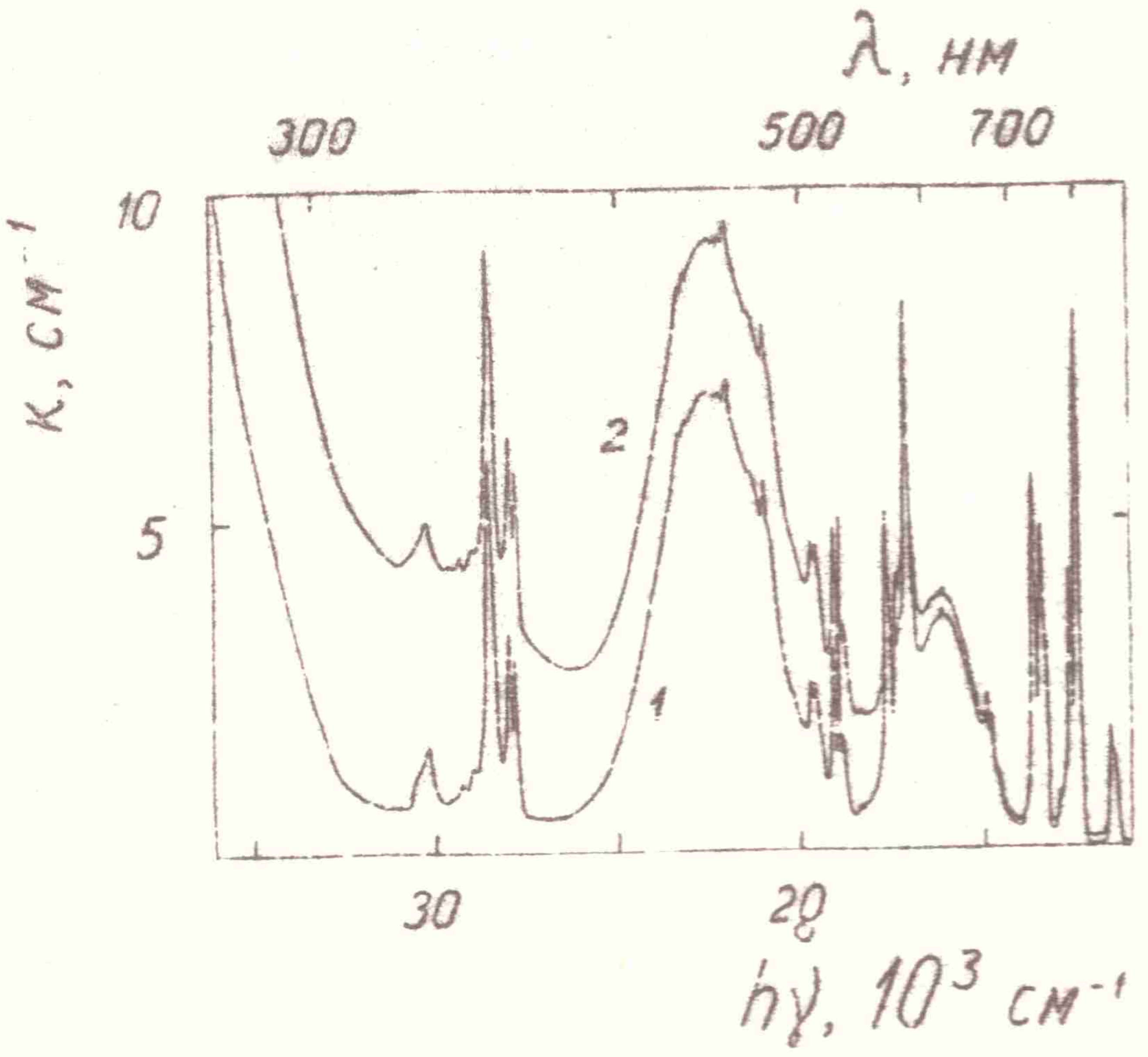

Рис.I. Спектры поглощения кристалла ИСГГ-Cr,Nd с концентрацией хрома 10^{20} $см^{-3}$ и неодима $3\cdot10^{20}$ $см^{-3}$: I - необлученного, 2 - гамма-облученного дозой 10^6 Р гамма-облученного при 300 К источником Co^{60} мощностью 1000 Р/с дозой насыщения 10^6 Р кристалла ИСГГ-Cr,Nd. Спектр поглощения необлученного кристалла определяется суперпозицией поглощения ионов Cr^{3+} (полосы с максимумами при 450 и 630 нм, соответствующие переходам $^4A_2 \rightarrow {}^4T_1$ и $^4A_2 \rightarrow {}^4T_2$, и интенсивные полосы в области $\lambda < 310$ нм, соответствующие переходам на более высокие уровни) и ионов Nd^{3+} (узкие полосы поглощения во всей регистрируемой области спектра, соответствующие $f-f$ переходам). После облучения наблюдается бесструктурное увеличение поглощения, распределенное по спектру следующим образом: интенсивное наведенное поглощение в ультрафиолетовой области $\lambda < 400$ нм ($\Delta k \sim 4$ см$^{-1}$), значительное в области накачки $400 < \lambda < 650$ нм ($\Delta k \sim 2$ см$^{-1}$) и слабое в инфракрасной области $\lambda > 650$ нм ($\Delta k \sim 0,1$ см$^{-1}$).

Прямые исследования генерационных характеристик проводились на двух кристаллах диаметром 3 и 3,5 мм и длиной 60 и 74 мм, соответственно. Активные элементы помещались в корпус стандартного излучателя с длиной засвечиваемой части 50 мм и ориентировались в нем по заранее нанесенным меткам. Отражатель – кварцевый, эллиптический, с размером осей 28 и 30 мм и длиной 50 мм, с фильтром из стекла КДК толщиной 3 мм, спектр пропускания которого имеет ультрафиолетовую границу 420 нм. Накачка осуществлялась лампой ДНП 2-5/38А, питание на которую подавалось с блока ИАГ ДЧ-100 с частотой 2,6 Гц. Выходное напряжение регулировалось в пределах от 0,3 до 1 кВ, емкость составляла 100 мкФ, длительность импульса накачки по полувысоте – 150 мкс. В качестве охлаждающей жидкости использовался раствор хромпика в дистиллированной воде.

Излучатель с активным элементом помещался в резонатор, образованный двумя плоскопараллельными зеркалами с коэффициентами отражения 99,5 и 59 % на λ=1.06 мкм, установленными на расстоянии I8 см друг от друга. Мощность выходного излучения регистрировалась прибором Coherent- Powermeter.

Гамма-облучение активных элементов проводилось источником мощностью 500 Р/с дозами 10^4, 10^5, 10^6 и 10^7 Р при температуре канала 340 К. Перед облучением дозой 10^7 Р оба кристалла были выдержаны при 300 К в течение I8 час. и их энергетические характеристики были повторно исследованы. После каждой дозы облучения юстировка проводилась заново по максимуму выходной энергии генерации, что обусловило разброс в определяемых значениях.

Результаты эксперимента представлены на рис.2. Получено,

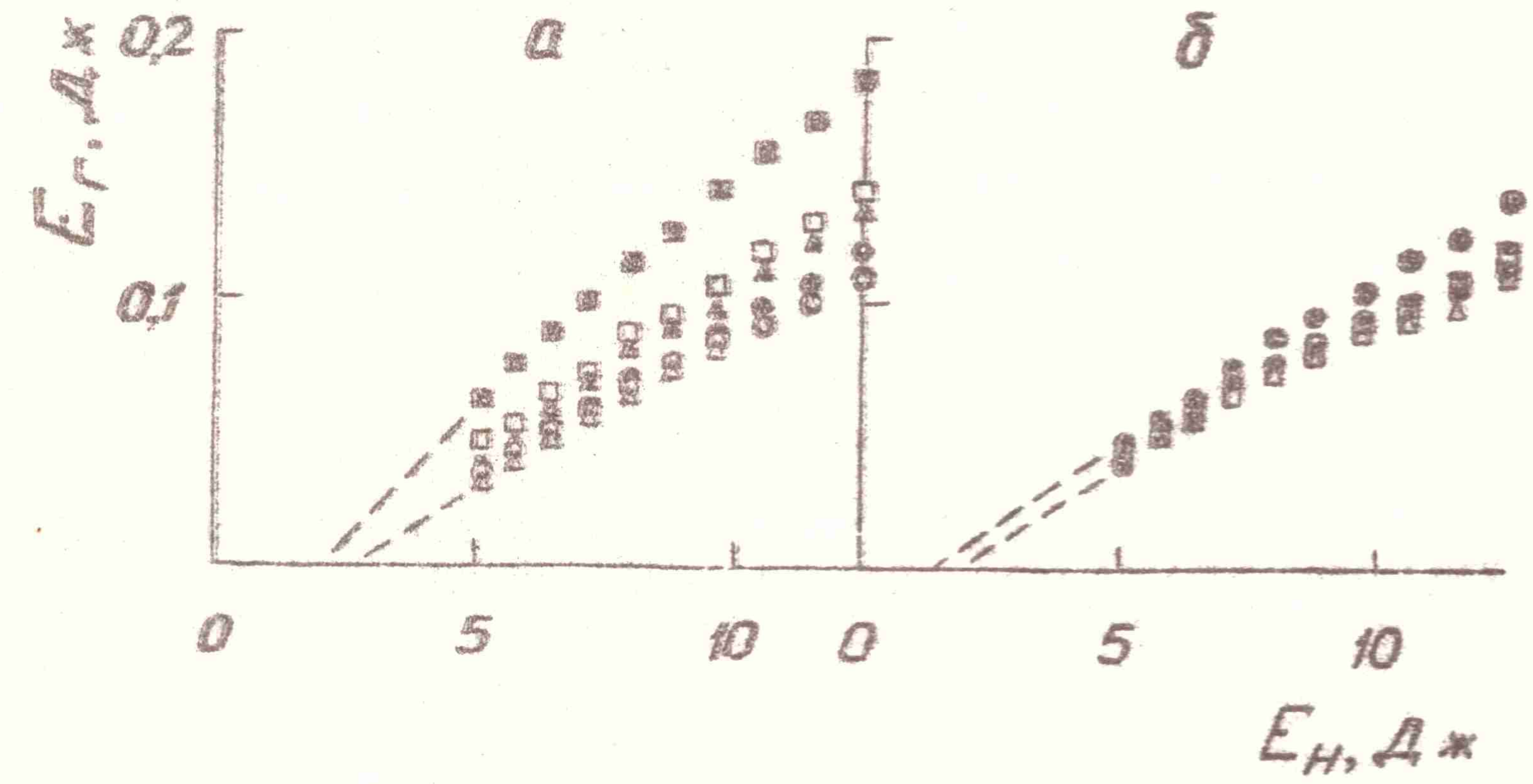

Рис.2. Зависимость энергии генерации от энергии накачки кристаллов ИСГГ-Cr,Nd диаметром 3,5 мм (а) и 3 мм (б): △ – необлученных, ▲ – гамма облученных дозой 10^4 Р, □ – 10^5 Р, ⊠ – 10^6 Р, ○ – через I8 часов после облучения дозой 10^6 Р, ⊕ – 10^7 Р

что гамма-облучение не уменьшает существенно выходной мощности и порога генерации кристаллов ИСГГ-Cr,Nd. Оптические измерения, выполненные на этих же активных элементах, показали, что в области генерации стабильные оптические потери, обусловленные облучением, практически ненаблюдаемы.

Таким образом, исходя из результатов проведенных в [2-6] и в настоящей работе исследований можно сделать следующие выводы: хромсодержащие лазерные кристаллы на основе галлиевых гранатов являются радиационно стойкими; стабильность генерационных параметров обусловлена отсутствием наводимых облучением оптических потерь в области генерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жариков Е.В., Осико В.В., Прохоров А.М., Щербаков И.А. // Изв. АН СССР. Сер. физическая. 1984. Т.48. № 7.С.1330-1342.
2. Жариков Е.В., Кутатев И.И., Лаптев В.В., Насельский С.П. [и др.]// Изв. АН СССР. Сер. физическая. 1984. Т.48. № 7. С.1351-1353.
3. Ашуров М.Х., Жариков Е.В., Лаптев В.В., Насыров И.Н.[и др.] //Изв. АН СССР. Сер.физическая.1984.Т.48.№ 7.С.1343-1345.
4. Ашуров М.Х., Жариков Е.В., Лаптев В.В., Насыров И.Н.[и др.] //Докл. АН СССР. 1985. Т.282. № 5. С.1104-1106.
5. Ашуров М.Х., Жариков Е.В., Калитин С.П., Курбанов А.М., Насыров И.Н. [и др.]//Журн. прикладной спектроскопии. 1988. Т.48. № 1. С.152-154.
6. Ашуров М.У., Жариков Е.В., Курбанов А.М., Насыров И.Н. [и др.]//Докл. АН СССР. 1989. Т.305. № 3. С.561-563.

Рукопись поступила в издательский отдел 27.09.89

Отпечатано на ротапринте ИЯФ АН УзССР
702132 п.Улугбек, Куйбышевского р-на, г.Ташкента
Издательский отдел ИЯФ АН УзССР
Заказ № 241 Тираж I00 Уч.-изд.л. 0,3
Редактор Д.Г.Галяутдинова
Подписано в печать I2.I2.89 Р I5863
Цена 5 коп.