Академия наук УзССР

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Р-9-491

И.Н.Насыров

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО И ГАММА-ОБЛУЧЕНИЯ НА ОПТИЧЕСКИЕ И ГЕНЕРАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРИСТАЛЛОВ ИТТРИЙ-СКАНДИЙ-ГАЛЛИЕВОГО ГРАНАТА С ХРОМОМ И НЕОДИМОМ

Ташкент

Печатается по постановлению редколлегии
препринтов ИЯФ АН УзССР от 06.07.90

Рассмотрено влияние ультрафиолетового и гамма-облучения на оптические и генерационные параметры кристаллов иттрий-скандий-галлиевого граната с хромом и неодимом. Обнаружено, что генерационные параметры данных кристаллов остаются стабильными после воздействия облучения.

Ultraviolet and gamma irradiation influence onto optical and generation parameters of yttrium-scandium-gallium garnet crystals with chromium and neodimium are considered. It is found that generation parameters of this crystals are being stable after irradiation.

© Институт ядерной физики АН УзССР, 1990

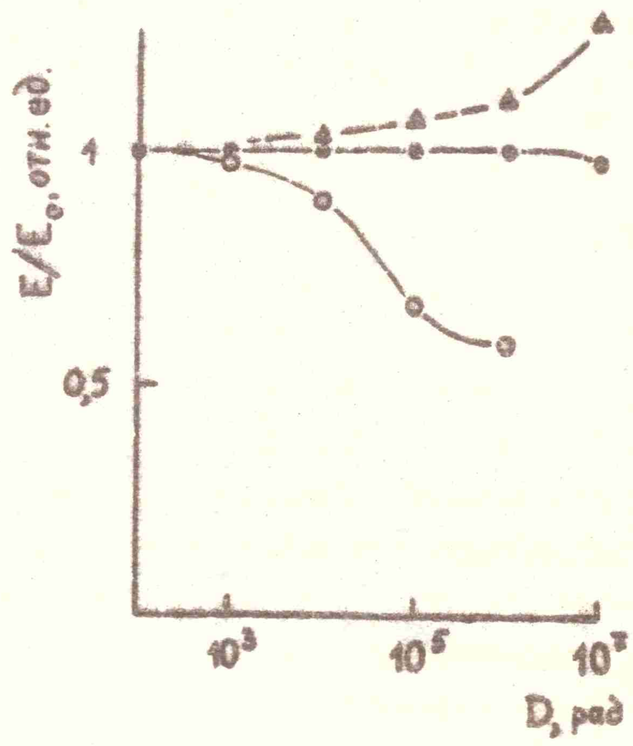
Известно, что активные элементы для высокоэффективных лазеров с неселективной ламповой накачкой на основе кристаллов гадолиний-скандий-галлиевого граната с хромом и неодимом (ГСГГ-Cr,Nd) не ухудшают своих генерационных параметров после облучения их ультрафиолетовым излучением лампы накачки и гамма-излучением /I/. Одной из причин этого может быть малая интенсивность наводимого облучением стабильного поглощения в области накачки $\lambda > 400$ нм в хромсодержащих кристаллах со структурой граната /2-8/.

Целью настоящей работы является исследование влияния ультрафиолетового и гамма-облучения одновременно на оптические и генерационные параметры активных элементов на основе новых высокоэффективных лазерных кристаллов иттрий-скандий-галлиевого граната с хромом и неодимом (ИСГГ-Cr,Nd).

Спектры поглощения активного элемента из кристалла ИСГГ-Cr,Nd диаметром 3 мм и длиной 60 мм регистрировались в области 200-900 нм. Гамма-облучение осуществлялось источником Co^{60} мощностью 500 Р/с при температуре канала 340 К. Для возбуждения свободной генерации использовался кварцевый эллиптический отражатель и резонатор с глухим (99,5 %) и полупрозрачным (59 %) зеркалами. При измерении влияния гамма-облучения на генерационные параметры охлаждение осуществлялось раствором хромпика с границей фильтрации ультрафиолетового излучения 420 нм. При такой границе фильтрации излучения накачки достигается максимум выходной энергии генерации неодимсодержащих кристаллов граната, соактивированных хромом.

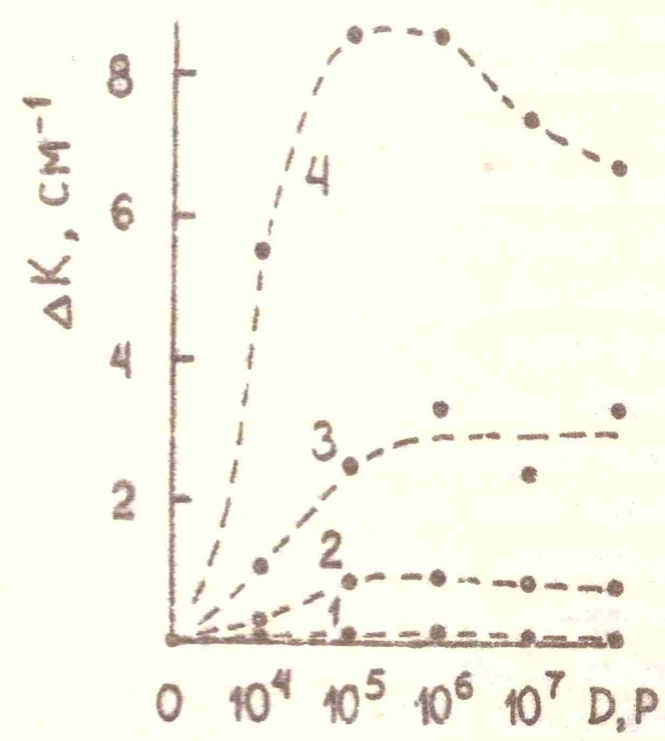
На рис.I приведена зависимость выходной энергии генерации кристаллов граната от дозы гамма-облучения. Обнаружено, что кристаллы ИСГГ-Cr,Nd не только не ухудшают, но даже несколько увеличивают выходную энергию генерации после гамма-облучения. Не наблюдается заметных изменений общей длительности цуга генерационных импульсов и интервалов между отдельными импульсами после гамма-облучения кристаллов ИСГГ-Cr,Nd. Ранее было показано, что в отличие от широко используемых в настоящее время кристаллов иттрий-алюминиевого граната с неодимом (ИАГ-Nd), гамма-облучение которых дозой 10^6 Р приводит к падению выходной энергии генерации примерно в 2 раза, кристаллы ГСГГ-Cr,Nd сохраняют стабильность выходной энергии генерации вплоть до дозы гамма-облучения 10^7 Р /I/.

Рис.I. Зависимость выходной энергии генерации от дозы гамма-облучения кристаллов:
▲ - ИСГГ-Cr,Nd,
● - ГСГГ-Cr,Nd /I/,
○ - ИАГ-Nd /I/.



На рис.2 приведены дозные зависимости наведенного гамма-облучением поглощения на фиксированных длинах волн в областях прозрачности активного элемента на основе кристалла ИСГГ-Cr,Nd. Получено, что с увеличением длины волны интен-

Рис.2. Зависимость от дозы гамма-облучения интенсивности наведенного поглощения кристалла ИСГГ-Cr,Nd на длинах волн, нм: 1 - 630, 2 - 770, 3 - 720, 4 - 370.



сивность наведенного поглощения уменьшается. Так, при $\lambda >$ 830 нм она составляет менее 0,I $см^{-1}$. Насыщение наведенного поглощения во всех наблюдаемых областях спектра происходит при дозе облучения до $I0^5$ Р.

На рис.3 приведены зависимости выходной энергии генера-

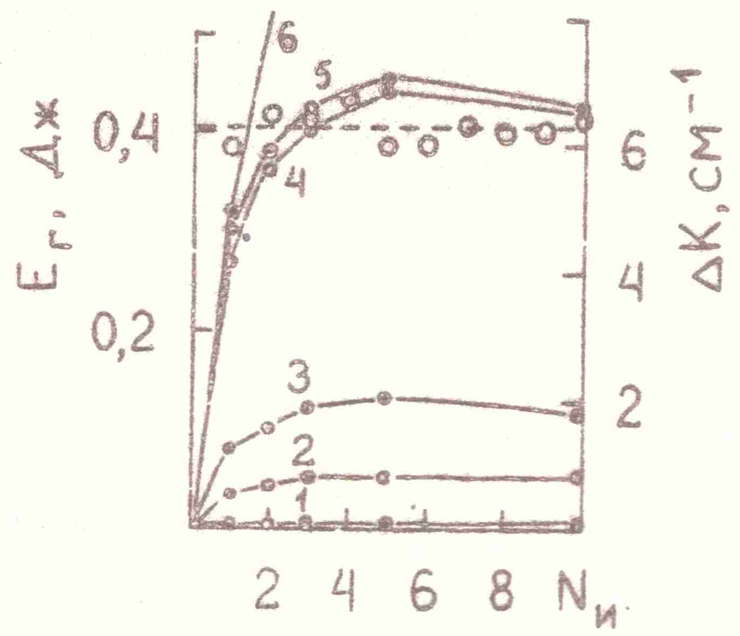


Рис.3. Зависимость от числа вспышек лампы накачки выходной энергии генерации (○) и наведенного поглощения (●) кристалла ИСГГ-Cr,Nd на длинах волн, нм: I - 830, 2 - 770, 3 - 720, 4 - 370, 5 - 340, 6 - 325.

ции и интенсивности наведенного ультрафиолетовой частью излучения лампы накачки поглощения кристалла ИСГГ-Cr,Nd от числа импульсов накачки. Получено, что, как и после гамма облучения, с увеличением длины волны интенсивность наведенного поглощения уменьшается. Насыщение наведенного поглощения в данном случае происходит при воздействии 5 импульсов накачки. Выходная энергия генерации при этом остается стабильной в пределах $\pm$ 7 %. Заметного изменения длительности цуга импульсов генерации и интервалов между импульсами не наблюдается.

Сравнительное изучение влияния гамма и ультрафиолетового излучения на оптические и генерационные характеристики кристаллов ИСГГ-Cr,Nd показывает, что:

I) как в случае гамма, так и ультрафиолетового облучения образуется стабильное наведенное поглощение в области накачки, незначительное при $\lambda > 700$ нм и интенсивное при $\lambda < 400$ нм;

2) в отличие от области накачки, в области генерации Nd^{3+} вблизи λ=I064 нм стабильное при комнатной температуре наведенное поглощение практически не наблюдается;

3) судя по результатам измерения выходной энергии гене-

рации, накопление стабильного наведенного поглощения в области накачки не приводит к уменьшению энергии с ростом дозы облучения.

Принимая во внимание, что стабильное наведенное поглощение может приводить к уменьшению выходной энергии, во-первых, за счет экранирования части излучения лампы накачки, во-вторых, за счет переброса захваченных во время облучения электронов с глубоких на более мелкие ловушки и создание короткоживущего поглощения на длине волны генерации, можно сделать вывод, что ни один из этих механизмов существенного влияния в хромсодержащих кристаллах граната не оказывает, т.к. в них практически отсутствует зависимость генерационных параметров от дозы облучения. Это обстоятельство может быть обусловлено, с одной стороны, относительно низкой общей интенсивностью наведенного поглощения в области накачки в хромсодержащих кристаллах $420 < \lambda < 700$ нм, с другой стороны, быстрым распадом короткоживущего поглощения на длине волны генерации $\lambda = 1064$ нм и его малым влиянием на генерационные параметры. Термический характер распада короткоживущего поглощения на длине волны генерации представляется маловероятным, т.к. регистрация спектров поглощения гамма-облученных кристаллов ГСГГ-Cr при 77 К показывает, что и при этой температуре в области $\lambda > 830$ нм стабильное при 77 К наведенное поглощение незначительно /9/. Некоторое увеличение выходной энергии генерации с ростом дозы гамма-облучения кристаллов ИСГГ-Cr,Nd может быть связано с передачей поглощаемой наведенной облучением окраской энергии накачки к хрому и неодиму.

Таким образом, механизм обнаруженной стабильности генерационных параметров кристаллов ИСГГ-Cr,Nd после ультрафиолетового и гамма-облучения может быть связан как с малой интенсивностью наведенного поглощения в области накачки, так и с малыми наведенными оптическими потерями на длине волны генерации.

Автор благодарит Ашурова М.Х. за помощь в организации экспериментов и полезные обсуждения результатов работы.

ЛИТЕРАТУРА

I. Жариков Е.В., Куратев И.И., Лаптев В.В. [и др.]. Влияние

УФ и γ-облучения на генерационные характеристики неодимовых лазеров//Изв. АН СССР. Сер. физическая. 1984.Т.48.№ 7. С.1351-1353.
2. Ашуров М.Х., Жариков Е.В., Лаптев В.В., Насыров И.Н. [и др.]. Влияние ионов хрома и неодима на образование центров окраски в кристаллах гадолиний-скандий-галлиевого граната//Изв. АН СССР. Сер. физическая. 1984.Т.48.№ 7.С.1343-1345.
3. Ашуров М.Х., Жариков Е.В., Лаптев В.В., Насыров И.Н. [и др.]. Влияние ионов хрома на образование центров окраски в кристаллах со структурой граната//Докл. АН СССР. 1985.Т.282. № 5.С.1104-1106.
4. Ашуров М.Х., Насыров И.Н., Хабибуллаев П.К. Преобразование дефектов в кристаллах ГСГГ при активации ионами хрома. Ташкент, 1987. 12 с. (Препринт/Ин-т ядерной физики АН УзССР: Р-9-296).
5. Ашуров М.Х., Жариков Е.В., Калитин С.П., Курбанов А.М., Насыров И.Н. [и др.]. Влияние ионов хрома на образование центров окраски в кристаллах иттрий-скандий-галлиевого граната//Журн. прикладной спектроскопии. 1988.Т.48.№ 1. С.152-154.
6. Насыров И.Н. Влияние ионов хрома на образование центров окраски в кристаллах со структурой граната: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. Ташкент, 1988. 147 с.
7. Ашуров М.Х., Жариков Е.В., Курбанов А.М., Насыров И.Н. [и др.]. Радиационная стойкость редкоземельных скандий-алюминиевых гранатов//Докл. АН СССР. 1989.Т.305.№ 3. С.581-583.
8. Ашуров М.Х., Коптев В.Г., Насыров И.Н. [и др.]. Радиационная стойкость лазерных кристаллов иттрий-скандий-галлиевого граната с хромом и неодимом. Ташкент, 1989. 6 с. (Препринт/Ин-т ядерной физики АН УзССР: Р-9-445).
9. Ашуров М.Х., Насыров И.Н., Осикс В.В. [и др.]. Исследование УФ-поглощения в кристаллах ГСГГ-Cr^{3+}//Докл. АН СССР. Т.289.№ 2.С.344-347.

Рукопись поступила в издательский отдел 05.07.90

Отпечатано на ротапринте ИЯФ АН УзССР
702132 п.Улугбек Куйбышевского р-на г.Ташкента
Издательский отдел ИЯФ АН УзССР
Заказ №285 Тираж 100 Уч.-изд.л. 0,5
Редактор Д.Г.Галяутдинова
Подписано в печать 10.07.90 Р 10631
Цена 7 коп.