

УДК 535.65.5+535.36

И. А.Ходасевич¹, А. А. Корниенко², Е. Б. Дунина², А. С. Грабчиков¹

НЕЛИНЕЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В КРИСТАЛЛЕ KGW ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ НЕПРЕРЫВНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

¹ Институт физики им. Б.И.Степанова НАН Беларуси, пр. Независимости, 68, 220072 Минск, Беларусь

i.khodasevich@dragon.bas-net.by

² Витебский Государственный технологический университет, Витебск, Беларусь

Недавно созданные непрерывные твердотельные ВКР лазеры притягивают значительный интерес исследователей и находят применения как источники излучения в инфракрасном (ИК) и видимом диапазонах спектра. Для эффективной работы ВКР лазеров требуется тщательный учет факторов, приводящих к потерям. Так как значение ВКР усиления невелико, то получение ВКР генерации требует реализации максимально низкого уровня внутрирезонаторных потерь. Как правило, внутрирезонаторные потери в ВКР лазерах рассматриваются как пассивные потери при отражении, поглощении и рассеянии на комбинационно-активной среде и зеркалах. Однако, в среде могут возникать и активные потери при развитии разных нелинейных процессов. Известно, что при импульсном возбуждении в кристалле KGW доминирующим нелинейно-оптическим эффектом является ВКР, для непрерывного возбуждения вопрос о доминировании ВКР не рассматривался.

В нашем докладе приводятся данные о развитии явлений в кристалле KGW, зависящих от мощности лазерного излучения, таких как возникновение ап-конверсионного свечения и изменение пропускания, при воздействии непрерывного лазерного излучения ИК диапазона, в результате которых могут создаваться активные потери.

При возбуждении ИК излучением с длинами волн около 808 и 970 нм с плотностью мощности превышающей 100 Вт/см² в перетяжке пучка излучения диодного лазера в кристалле KGW возникает зеленое свечение, которое доминирует в диапазоне 350-750 нм и имеет структурированный двух полосный спектр.

Принципиально важно, что мощность лазерного излучения играет особую роль в явлении ап-конверсионного испускания в недопированном кристалле. Экспериментальные данные зависимости интенсивности зеленого свечения от мощности диодного лазера, представленные в двойном логарифмическом масштабе, аппроксимируются линейной функцией с показателем наклона прямой 1.6, что свидетельствует о двух фотонном возбуждении свечения.

Кроме того, наблюдаемый эффект сильно зависит от длительности лазерного воздействия на кристалл. На рисунке 1а представлены зависимости интенсивности полос 544 и 533 зеленого свечения от длительности импульсов при фиксированной частоте их следования. Важным является то, что с увеличением длительности воздействия интенсивность свечения продолжает возрастать во всем временном диапазоне измерений (до 100 мс), и этот рост происходит нелинейно. Эти данные

свидетельствуют о том, что механизм, ответственный за развитие зеленого свечения, отличается от традиционных нелинейных эффектов, возникающих мгновенно вследствие высокой интенсивности коротких лазерных импульсов. Именно сочетание мощности и долговременности воздействия лазерного излучения приводит к возникновению и росту интенсивности видимого свечения при ИК возбуждении.

Поскольку причины наблюдаемого зеленого свечения могут быть обусловлены спецификой процесса производства, мы протестировали 5 кристаллов, изготовленных разными производителями. Зеленое свечение наблюдалось в каждом из пяти кристаллов, но отличалось по интенсивности. Анализ положения и формы спектра показал его связь с наличием в кристалле ионов эрбия. Поэтому различие в интенсивности может объясняться концентрацией примесных ионов Er в кристаллах KGW. Проведенные приближенные оценки концентрации ионов Er по измерению интенсивности однофотонно возбуждаемой люминесценции в сравнение с сигналом в 1% Er:KGW, показали, что эти концентрации соответствуют микроуровню в 10^{-4} - 10^{-6} %.

Существование потерь, создаваемых в кристалле ИК лазерным излучением, было проверено по измерению пропускания кристалла методом, подобным Z-scan. Для измерения потерь использовался диодный лазер, работающий в импульсном режиме с длительностью импульсов 20 мс и частотой их следования 10 Гц. Осциллограммы сигнала излучения, прошедшего через кристалл, помещенный в перетяжку пучка и выдвинутый из нее, приведены на рисунке 1б. Разность в суммарных потерях для обоих случаев составляет 1-3 % на протяжении импульса.

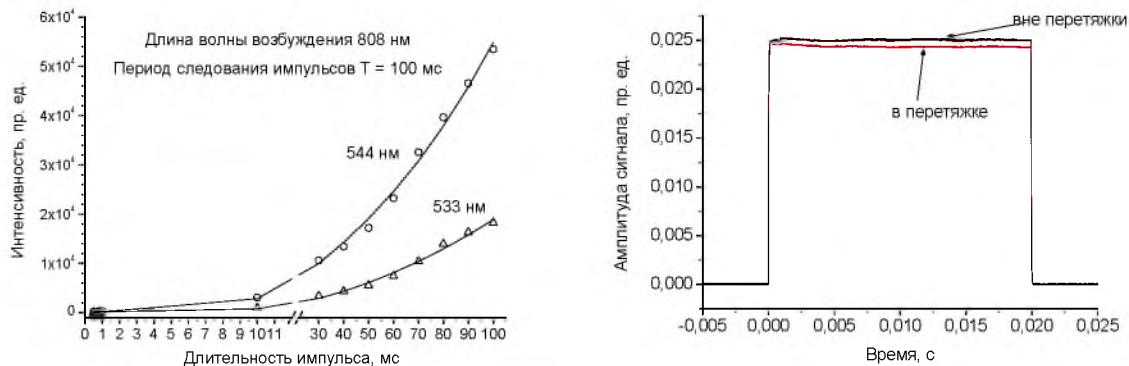


Рисунок 1. – Проявление нелинейных явлений в кристалле KGW при возбуждении ИК излучением (808 нм): а) зависимость интенсивности полос 544 и 533 нм зеленого свечения от длительности импульсов возбуждающего излучения; б) осциллограммы прошедшего через кристалл лазерного излучения мощностью 300 мВт.

Таким образом, полученные результаты показывают что, при длительном воздействии достаточно мощного ИК излучения в недопированных кристаллах KGW развиваются нелинейные эффекты, такие как ап-конверсионные процессы на микроскопических концентрациях примесных ионов редкоземельных элементов, сопровождаемые макроскопическим изменением пропускания среды, что может оказывать значительное влияние на лазерную генерацию и развитие ВКР.