

ВКР-САМОПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ Nd^{3+} В КРИСТАЛЛАХ ДВОЙНЫХ ВОЛЬФРАМАТОВ

*К. Андрюнас, Ю. Вишкакас, В. Кабелка, И. В. Мочалов,
А. А. Павлюк, Г. Т. Петровский, В. Сырус*

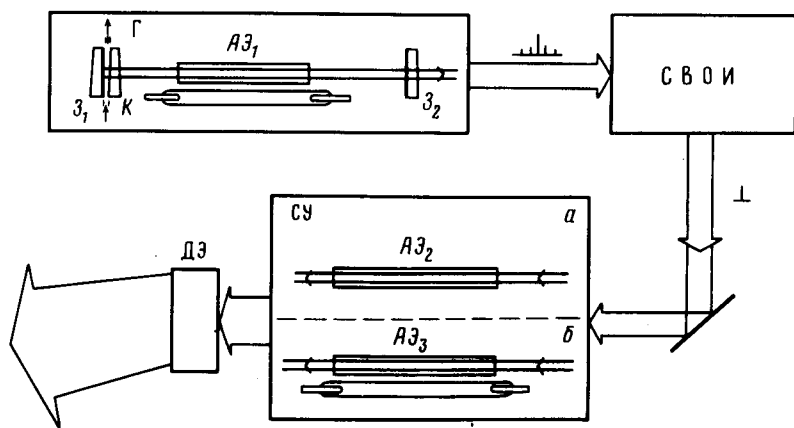
Обнаружен эффект ВКР-самопреобразования лазерного излучения Nd^{3+} в кристаллах $KY(WO_4)_2$, $KGd(WO_4)_2$, заключающийся в том, что генерация основного излучения Nd^{3+} на длине волны $\lambda = 1,06$ мкм в активных элементах из подобных кристаллов сопровождается генерацией ВКР компонент в спектральной области $0,97 \div 1,5$ мкм.

Генераторы и усилители ВКР-преобразования лазерного излучения эффективно используются и широко применяются для управления параметрами лазерного излучения ^{1,2}. Однако обычно ВКР-преобразование осуществлялось по "пассивной" схеме, т.е. лазерный активный элемент (АЭ) и ВКР-преобразователь являлись различными узлами оптической схемы. В отличие от известных результатов в настоящей работе ВКР-преобразование осуществлено по "активной" схеме, т.е. АЭ лазера и является ВКР-преобразователем собственного излучения (иными словами полифункциональным оптическим материалом) ³.

В качестве активной среды для генерации и ВКР-преобразования лазерного излучения были выбраны кристаллы из семейства двойных вольфраматов щелочных и редкоземельных ионов, активированные неодимом (3 ат. %), $KY(WO_4)_2$ и $KGd(WO_4)_2$. Исследования проводились на АЭ размерами $\varnothing 5 \times 50$ мм ориентированными вдоль кристаллографического направления [010]. Частота следования импульсов варьировалась от одиночных до 10 Гц.

Оптическая схема пикосекундного лазера с ВКР-самопреобразованием излучения приведена на рисунке. В качестве пассивного затвора применялся раствор красителя 3274-у в этиловом спирте. Выделение одиночного импульса производилось по внешнерезонаторной схеме ⁴. Длительность импульса определялась по автокорреляционной функции, полученной методом неколлинеарной генерации второй оптической гармоники. Длина волны лазерного излучения определялась монохроматором МДР-23, а ширина спектра – спектрографом с дифракционной решеткой 300 штрих/мм. Выходные энергии генерации измерялись calorиметрически с помощью

ИМО-2Н и фотоэлектрически градуированными по энергии фотодиодами типа ФД-7Г. Пороговые энергии накачки генератора основного излучения в режиме свободной генерации составляли величины 13 и 12 Дж, а в режиме синхронизации мод 20 и 18 Дж для $KY(WO_4)_2 : Nd^{3+}$ и $KGd(WO_4)_2 : Nd^{3+}$ соответственно. Выходная энергия цуга пикосекундных импульсов в одномодовом режиме для обоих кристаллов составляла величину порядка 5 мДж, а выходная энергия одиночного импульса 0,6 мДж, для $KY(WO_4)_2 : Nd^{3+}$ и 0,5 мДж для $KGd(WO_4)_2 : Nd^{3+}$. Длительность импульса основного излучения для обоих кристаллов составляла $11 \div 12$ пс с шириной спектра $1,8 \text{ см}^{-1}$. Основное излучение в подобных кристаллах сопровождается генерацией ВКР компонент образующихся в результате взаимодействия квантов с $\lambda = 1,06 \text{ мкм}$ и колебательных мод матрицы АЭ. Частота стоксового сдвига для кристаллов $KY(WO_4)_2 : Nd^{3+}$ составляла 901 см^{-1} . Излучение наблюдалось в виде двух стоксовых и одной антистоксовой компонент.



Оптическая схема установки: Г – генератор – ВКР-самопреобразователь (Z_1 – 100% зеркало на длине волны $\lambda = 1,06 \text{ мкм}$, К – клиновидная прокачиваемая кювета с модуляционным красителем, Z_2 – клиновидная стеклянная подложка, АЭ – активный элемент). СВОИ – система выделения одиночного импульса. СУ – система усиления: а – ВКР-преобразователь усилитель (в отсутствие накачки АЭ), б – усилитель основного излучения – ВКР-преобразователь – усилитель (при накачке АЭ, $E_H = 30 \text{ Дж}$). ДЭ – дисперсионный элемент

Исследование эффективности ВКР-самопреобразования проводилось для одиночного импульса на кристаллах $KY(WO_4)_2 : Nd^{3+}$ в трех оптических схемах (см. рисунок), причем выделение импульса производилось из начала цуга. 1) Генератор – ВКР-самопреобразователь: энергия основного излучения ($\lambda = 1,0688 \text{ мкм}$) составляла $\eta = 92\%$ от суммарной выходной энергии, преобразование в первую стоксовую компоненту¹⁾ ($\lambda_{1 \text{ ст.}} = 1,1827 \text{ мкм}$) $\eta_{1 \text{ ст.}} = 6,14\%$, а во вторую стоксовую ($\lambda_{2 \text{ ст.}} = 1,3237 \text{ мкм}$) и антистоксовую компоненты ($\lambda_{\text{ аст.}} = 0,9749 \text{ мкм}$) составляло соответственно $\eta_{2 \text{ ст.}} < 0,15\%$ и $\eta_{\text{ аст.}} < 1,5\%$. 2) Генератор – ВКР-самопреобразователь + ВКР-преобразователь – усилитель: $\eta = 42\%$, $\eta_{1 \text{ ст.}} = 37\%$, $\eta_{2 \text{ ст.}} = 16\%$, $\eta_{\text{ аст.}} < 5\%$. 3) Генератор – ВКР-самопреобразователь + усилитель основного излучения – ВКР-преобразователь – усилитель: суммарная выходная энергия 11 мДж, $\eta = 66,6\%$, $\eta_{1 \text{ ст.}} = 30\%$, $\eta_{2 \text{ ст.}} = 2,65\%$, $\eta_{\text{ аст.}} = 0,63\%$.

На кристаллах $KGd(WO_4)_2 : Nd^{3+}$ была исследована эффективность ВКР-самопреобразования в цуге пикосекундных импульсов. Стоксовый сдвиг для этих кристаллов составлял 889 см^{-1} .

¹⁾ При выделении импульса из середины цуга эффективность преобразования в первую стоксовую компоненту достигала 35%, а во вторую стоксовую компоненту – 1,2%.

Были зарегистрированы три стоксовых и одна антистоксовая компоненты. В генераторе ВКР-самопреобразователе использовался составной АЭ, содержащий два лазерных кристалла $\text{KGd} \cdot (\text{WO}_4)_2: \text{Nd}^{3+}$ размерами $\phi 5 \times 50$ мм и $\phi 4 \times 50$ мм. 1) Генератор – ВКР-самопреобразователь: ($\lambda = 1,0672$ мкм) $\eta = 96,1\%$, ($\lambda_{1 \text{ ст.}} = 1,1805$ мкм) $\eta_{1 \text{ ст.}} = 3,84\%$, ($\lambda_{2 \text{ ст.}} = 1,3207$ мкм) $\eta_{2 \text{ ст.}} = 0,045\%$. 2) Генератор – ВКР-самопреобразователь + ВКР-преобразователь – усилитель: $\eta = 82,43\%$, $\eta_{1 \text{ ст.}} = 16,58\%$, $\eta_{2 \text{ ст.}} = 0,96\%$, $\eta_{3 \text{ ст.}} = 0,03\%$.

В заключение отметим, что ВКР-самопреобразование лазерного излучения должно наблюдаться в широком классе кристаллов вольфраматов и молибдатов. В частности при проведении данной работы наблюдалось эффективное ВКР-самопреобразование при генерации кристаллов $\text{KLa}(\text{MoO}_4)_2: \text{Nd}^{3+}$ и $\text{NaLa}(\text{MoO}_4)_2: \text{Nd}^{3+}$, длительность импульса основного излучения в этом случае составляла $5 \div 6$ пс, а длительность импульса первой стоксовой компоненты $1,5 \div 2,5$ пс с эффективностью преобразования до $\eta_{1 \text{ ст.}} \sim 40\%$. Полученные в данной работе результаты уже сейчас позволяют использовать подобные полифункциональные материалы для создания многоцветных лазеров пикосекундного диапазона длительности для исследования сверхбыстрых процессов.

Авторы благодарны Н.В.Иониной за помощь при проведении некоторых экспериментов.

Литература

1. Грасюк А.З. Квантовая электроника, 1974, 1, 485.
2. Корпунин С.Н., Яшин В.Е. Квантовая электроника, 1984, 11, 1992.
3. Заявка на изобретение № 3814601/25. Положительное решение ВНИИГПЭ от 4.02.85.
4. Вишакас Ю., Гульбинас В., Кабелка В., Сырус В. Квантовая электроника, 1984, 11, 2232.

Институт физики
Академии наук Литовской ССР

Поступила в редакцию
16 сентября 1985 г.