ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 621.373.826

ОГРАНИЧЕНИЕ УСИЛЕНИЯ ЦУГА ПИКОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ ПРИ ВКР В КАЛИЙ-ГАДОЛИНИЕВОМ ВОЛЬФРАМАТЕ

П. Хайст (ГДР), В. В. Шувалов

(кафедра общей физики и волновых процессов)

Показано, что при накачке синхронных лазеров на красителе импульсами второй гармоники стоксова излучения импульсного пикосекундного лазера на КГВ ($KGd(WO_4)_2:Nd^{3+}$) основным ограничивающим фактором является насыщение коэффициента ВКР усиления.

1. Прогресс лазерной физики привел к быстрому развитию методов нелинейной спектроскопии. В последние годы именно ее задачи часто определяют требования, предъявляемые к создаваемым источникам когерентного излучения. Целью работы являлось исследование полифункционального импульсного пикосекундного лазера на калий-гадолиниевом вольфрамате (КГВ), (ЛКГВ, $KGd(WO_4)_2:Nd^{3+}$) [1] как возможного источника накачки синхронных лазеров на растворах органических красителей (СЛК).

Перспективность накачки СЛК импульсами второй гармоники стоксовой компоненты ЛКГВ (0,59 мкм) обусловлена двумя причинами. 1) Такая накачка облегчает продвижение в длинноволновую часть спектра, что особенно важно в спектроскопии полупроводников. 2) Стоксовы импульсы существенно короче (до 0,9 пс) [1], чем импульсы на основной частоте. Это создает возможность субпикосекундной генерации СЛК даже при сравнительно коротком цуге накачки.

В работе [1] приведены результаты исследований временных, энергетических и спектральных параметров ЛКГВ при последующем усилении выделенного одиночного импульса. Решение ряда задач спектроскопии связано с возможностью усиления цуга стоксовых импульсов.

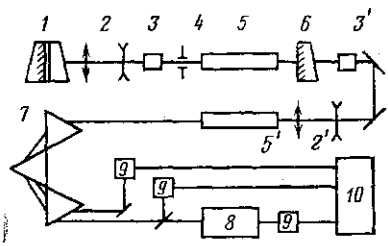

Рис. 1. Схема экспериментальной установки: *1, 6* — глухое и выходное зеркала резонатора; *2* — телескопы; *3* — пассивный затвор из LiF с F_2^--центрами окраски; *4* — диафрагма; *5* — активные элементы; *7* — блок из трех брюстеровских призм; *8* — коррелятор; *9* — фотоприемники; *10* — ЭВМ

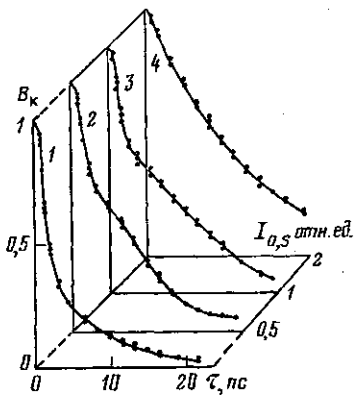

Рис. 2. Корреляционные функции интенсивности второго порядка: *1* — излучение лазера на КГВ; *2—4* — после пассивного ВКР усилителя при изменении интенсивности на основной и стоксовой частотах

2. Схема экспериментальной установки приведена на рис. 1. Активный элемент (размерами 4×50 мм, $p[mm]p$-ориентация векторов поляризации и осей оптической

индикатрисы [1]) помещался в резонатор, образованный зеркалами *1*, *6*. Режим синхронизации мод обеспечивался пассивным затвором (краситель № 2681 в полимерной матрице [2]). В резонаторе ЛКГВ могли также устанавливаться телескоп *2*, дополнительный пассивный затвор из LiF с F_2^--центрами окраски *3*, диафрагма *4*, система с аномальной дисперсией из двух брюстеровских призм. Коэффициент отражения выходного зеркала *6* варьировался от 4 до 50%. Усилительный элемент *5* (размерами 5×50 мм, та же ориентация) мог использоваться как в пассивном (усиление стоксовой компоненты при ВКР), так и в активном режимах. Интенсивность излучения в усилителе менялась телескопом *2*.

В системе регистрации использовались интегрирующие и скоростные фотоприемники *9* на базе фотоэлементов Ф-23. Информация обрабатывалась ЭВМ *10*. Проводился контроль энергии и формы цуга генерации, по корреляционным и кросскорреляционным функциям интенсивности второго порядка $B_{к,кк}(\tau)$ измерялась средняя по цугу длительность импульсов на основной и стоксовой частотах.

3. Практически во всех экспериментальных реализациях спектр генерации ЛКГВ содержал не менее трех спектральных составляющих: на основной частоте ($\lambda_0=1{,}0672$ мкм), 1-ю ($\lambda_s=1{,}1805$ мкм) и 2-ю ($\lambda_{2s}=1{,}3207$ мкм) стоксовы компоненты. Оптимальный по стабильности режим генерации ЛКГВ был получен при начальном пропускании пассивного затвора $T(\lambda_0)=52\%$, коэффициенте отражения выходного зеркала $R(\lambda_0)=18\%$ и $R(\lambda_s)=16\%$, увеличении размера пучка на глухом зеркале в 1,8 раза. При вероятности синхронизации мод более 90% энергия в цуге генерации примерно из 30 импульсов составляла $\mathscr{E}(\lambda_0)=2{,}3$ мДж и $\mathscr{E}(\lambda_s)=100$ мкДж при их относительной дисперсии менее 8% и средней длительности импульса $\bar{\tau}_и(\lambda_0)=17$ пс и $\bar{\tau}_и(\lambda_s)=4$ пс (рис. 2), пороге пикосекундной генерации около 6 Дж.

Использование в резонаторе ЛКГВ системы с аномальной дисперсией не привело к уменьшению средней длительности стоксовых импульсов. Измерения ширины кросскорреляционных функций дали примерно те же значения $\bar{\tau}_и$, что свидетельствовало о плавном изменении $\tau_и$ по цугу. Эффективность преобразования на стоксову частоту η_s для всех экспериментальных реализаций не превышала 4,3%.

4. Применение пассивного усилительного элемента *5*, хотя и увеличивало η_s до 14—15% ($\mathscr{E}=300$ мкДж), приводило к резкому изменению формы корреляционной функции (см. рис. 2). На ней появлялся характерный пьедестал, величина которого существенно увеличивалась с увеличением интенсивности на основной и стоксовой частотах. Изменение формы и уширение корреляционной функции объясняется относительным ростом вклада длинных стоксовых импульсов в начале и конце цуга — насыщением коэффициента ВКР усиления наиболее коротких, интенсивных стоксовых импульсов. В активном режиме работы усилительного каскада $\mathscr{E}(\lambda_0)=10$ мДж и $\mathscr{E}(\lambda_s)=1{,}5$ мДж, а форма корреляционной и кросскорреляционной функций была близка к треугольной (аналогично последней кривой рис. 2).

5. Приведенные экспериментальные данные показывают, что при реализации спектроскопической системы с накачкой СЛК импульсами второй гармоники стоксовой компоненты излучения ЛКГВ наиболее сложной проблемой является задача усиления стоксовых импульсов. Основной ограничивающий фактор при этом — насыщение коэффициента ВКР усиления для наиболее коротких стоксовых импульсов.

Авторы искренне признательны И. В. Мочалову за представленные образцы $KGd(WO_4)_2:Nd^{3+}$, использованные в настоящей работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Андрюнас К., Барила А., Вищакас Ю. и др. Кристаллические активные среды с высокой кубической нелинейностью: Препринт Ин-та физики АН ЛитССР. Вильнюс, 1987. [2] Демчук М. И., Иванов М. А., Маничев И. А. и др. Программируемое изменение параметров ультракороткого импульса твердотельного лазера с помощью насыщающегося поглотителя: Препринт Ин-та общей физики АН СССР. М., 1986.

Поступила в редакцию
30.12.87