

С. Р. Грефенштейн, М. А. Харченко, В. В. Шувалов

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ПИКОСЕКУНДНЫЙ ГЕНЕРАТОР НА LiF:F_2^+ С СИНХРОННОЙ НАКАЧКОЙ ИМПУЛЬСАМИ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ ЛАЗЕРА НА $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2:\text{Nd}^{3+}$

Приведены результаты экспериментальных исследований энергетических, спектральных и временных характеристик синхронного перестраиваемого пикосекундного генератора на LiF:F_2^+ с накачкой импульсами второй гармоники лазера на $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2:\text{Nd}^{3+}$. В диапазоне перестройки 0,88—1,00 мкм реализована генерация спектрально-ограниченных импульсов длительностью 8 пс.

1. В [1, 2] сообщались параметры перестраиваемых пикосекундных генераторов на LiF с F_2^+ -ЦО, работающих в режиме синхронной накачки импульсами второй гармоники излучения лазеров на ИАГ: Nd^{3+} . Длительность импульсов генерации составляла 15—100 пс. Целью настоящей работы являлось выяснение перспектив использования кристаллов LiF:F_2^+ в перестраиваемых пикосекундных генераторах с синхронной накачкой импульсами второй гармоники лазера на $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2:\text{Nd}^{3+}$ (КГВ: Nd^{3+}). Интерес к этой задаче обусловлен тем, что кристаллы LiF:F_2^+ — единственная активная среда, полоса усиления которой перекрывает диапазон 0,85—1,05 мкм.

2. Схема установки приведена на рис. 1. В качестве активных элементов в задающем генераторе (ЗГ) 1 и усилителе 2 использовались скошенные просветленные стержни из КГВ: Nd^{3+} длиной 60 и диаметром 4 и 5 мм соответственно. Была реализована $p[mm]p$ ориентация векторов поляризации излучения и осей оптической индикатрисы [3, 4]. Синхронизация мод осуществлялась в пассивном затворе с красителем № 2681 в полиацетатной матрице [4]. Пленка толщиной 0,1 мм с начальным пропусканием 48 % была зажата между глухим зеркалом резонатора и просветленной клиновидной подложкой. Коэффициент отражения выходного зеркала составлял 20 % ($\lambda_0=1,0672$ мкм), длина резонатора — около 1 м. Развязка ЗГ обеспечивалась пассивным затвором 3 из LiF:F_2^+ с начальным пропусканием 4 %. Пикосекундная генерация на основной частоте λ_0 сопровождалась ВКР [3]. Цуг содержал 30—50 импульсов со средней длительностью 16 ($\lambda_0=1,0672$ мкм) и 4 пс ($\lambda_1=1,1805$ мкм — первая стокова компонента). Средняя энергия генерации на основной частоте составляла около 1,5 мДж, коэффициент усиления в усилителе 2 достигал 5—7.

Для преобразования излучения на частоту второй гармоники ($\lambda=0,5336$ мкм) и комбинационные частоты ($\lambda=0,5605$ и $0,5903$ мкм) применялся кристалл КДР 4 длиной 4 см (ооо-взаимодействие, коэффициент преобразования 30 %). Преобразованное излучение, выделенное светофильтром 5, вводилось в дисперсионный резонатор лазера на LiF:F_2^+ (схема продольной накачки). Дифракционная решетка 6 (1200 штрих/мм) была выставлена в режим автоколлимации в первом дифракционном порядке. Ее коэффициент отражения достигал 75 %. Активный элемент 7 из LiF:F_2^+ толщиной 33 мм устанавливался под углом Брюстера в фокальной плоскости просветленных линз 8 и 9 с фокусным расстоянием 28,5 см. Радиус перетяжек пучков накачки и генерации составлял около 0,10—0,15 мм. Коэффициент отражения выходного зеркала 10 резонатора был равен 29 % на $\lambda=0,85$ —1,05 мкм и не превышал 6 % на $\lambda=0,5336$ мкм. Спектральная селективность ре-

шетки 6 определялась углом дифракционной расходимости пучка генерации $\theta=0,5$ мрад и достигала $10,0 \text{ см}^{-1}$ на проход. Длина резонатора настраивалась на синхронный режим продольным перемещением выходного зеркала 10.

Длительность импульсов генерации перестраиваемого лазера измерялась по автокорреляционной методике (неколлинеарная ГВГ в кристалле КДР 11 толщиной ~ 2 мм). Светофильтр 12 отсекал излучение на частоте генерации лазера на ЦО. Скоростной 13 и интегрирующие 14, 15 фотоприемники использовались для контроля за формой и энергией цугов генерации и накачки. Электрические сигналы с фотоприемников оцифровывались и статистически обрабатывались ЭВМ 16.

3. Цуг генерации состоял из 12—15 импульсов. Диапазон перестройки измерялся на спектрометре, собранном на аналогичной дифракционной решетке (1200 штрих/мм). Максимум генерации соответствовал $\lambda=0,93$ мкм. Границы области перестройки (0,88—1,00 мкм) определялись по снижению выходной энергии до 10 % от максимальной (0,2—0,3 мДж). Эффективность использования поглощенной энергии накачки достигала 7—10 %, дисперсия выходной энергии цуга генерации была ~ 30 %.

Форма автокорреляционной функции (рис. 2) и кросс-корреляционные измерения показывают неравномерность распределения длительности импульсов по цугу, что характерно для систем с импульсной накачкой [5]. При оценке длительности импульсов генерации считалось, что огибающая цуга генерации и каждый импульс имеют гауссову форму, а длительность τ_n импульса по полю квадратично зависит от его номера ($n=0, \pm 1, \dots$):

$$\tau_n = \tau_0 + Qn^2,$$

где τ_0 — минимальная длительность импульса; Q — параметр, характеризующий скорость изменения длительности τ_n . При совмещении расчетной корреляционной функции с экспериментальными точками (проводилось методом наименьших квадратов, рис. 2) были определены значения параметров $\tau_0=13$ —14 пс, $Q=4$ —5 пс. Минимальная длительность импульсов генерации по полувысоте интенсивности составляла 8 пс. Ширина спектра генерации $\Delta\nu=1,6 \text{ см}^{-1}$ соответствовала оценке, полученной с учетом селективности дифракционной решетки 5 и эффективного числа пробегов по резонатору, равного 30—50. Качество импульса описывается параметром $\tau_0\Delta\nu=0,6$.

Исследования устойчивости F_2^+ -ЦО дали следующие результаты. Генерация на «стабилизированных» центрах начинается сразу после включения накачки, на «фотонаведенных» — примерно через 10^3 имп. За это время выходная

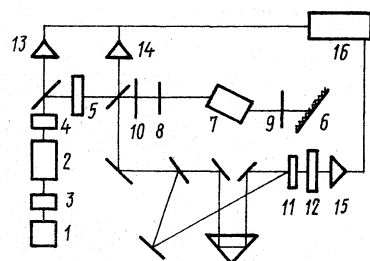


Рис. 1. Схема установки

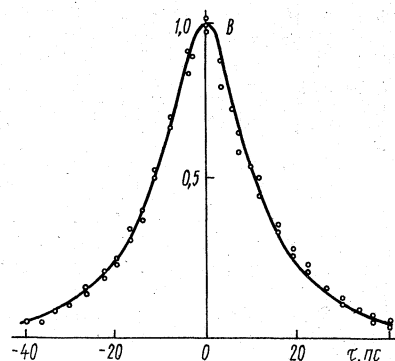


Рис. 2. Результаты эксперимента (точки) и аппроксимации (сплошная линия) автокорреляционной функции $B(\tau)$

энергия увеличивается в 50—100 раз. Перерыв в работе на 12 ч приводит к необратимому падению энергии генерации на 20—30 %, 24 ч — на 40—50 % и 48 ч — на 80—90 %. Изменения выходной энергии за $5 \cdot 10^4$ непрерывных циклов генерации, происходящих с частотой 1 Гц, обнаружено не было. Диапазон перестройки, эффективность преобразования поглощенной энергии, ширина спектра и длительность импульсов генерации, параметры, характеризующие устойчивость F_2^+ -центров, сохранялись и при накачке лазера импульсами на комбинационных частотах ($\lambda = 0,5605$ и $0,5903$ мкм).

4. Проведенные исследования энергетических, спектральных и временных характеристик перестраиваемого синхронного пикосекундного генератора на LiF:F_2^+ с накачкой импульсами второй гармоники лазера на KGd:Nd^{3+} указывают на возможность широкого применения подобных систем в различных областях науки и техники.

1. Т. Т. Баснев и др. *Письма в ЖЭТФ*, **31**, 316 (1980).
2. Н. А. Иванов, В. Д. Лохныгин. *Письма в ЖТФ*, **9**, 321 (1983).

3. К. Андрюнас и др. Препринт ИФАН ЛитССР, Вильнюс, 1987.
4. П. Хайст, В. В. Шувалов. *Вестн. Моск. ун-та. Сер. III. Физика, астрономия*, **29**, 82 (1988).
5. В. А. Нехаенко и др. *Квантовая электроника*, **13**, 453 (1986).

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
Поступила в редакцию 26 января 1990 г.

S. R. Grefenshtein, M. A. Kharchenko, V. V. Shuvalov. **A tunable picosecond LiF:F_2^+ oscillator synchronously pumped by pulses of a $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2:\text{Nd}^{3+}$ laser second harmonic.**

Results are presented of experimental studies dealing with energy, spectral and temporal characteristics of a synchronous tunable picosecond LiF:F_2^+ oscillator pumped by pulses of a $\text{KGd}(\text{WO}_4)_2:\text{Nd}^{3+}$ laser second harmonic. The stimulated emission of bandwidth-limited, pulses 8 ps in duration has been implemented in the tuning range from 0.88 to 1.00 μm .

РЕКЛАМА

Институт общей физики АН СССР

117942, ГСП-1, Москва, В-333, ул. Вавилова, 38

Научно-исследовательский институт высоких напряжений при Томском политехническом институте

634050, Томск, пр. Ленина, 2а, а/я 158

МОЩНЫЕ ИМПУЛЬСНЫЕ CO_2 - И N_2O -ЛАЗЕРЫ

Разработаны и предлагаются мощные импульсные CO_2 - и N_2O -лазеры с накачкой объемным самостоятельным разрядом, обладающие малыми габаритами, простой конструкцией, низкими уровнями рабочих напряжений и стоимостью.

Стеклопластиковая разрядная камера лазера и ГИН заключены в заземленный металлический кожух. К внешнему оборудованию относятся стандартный источник постоянного напряжения 50—70 кВ, система напуска рабочей смеси и генератор пусковых импульсов.

Лазеры могут применяться при изучении взаимодействия мощного излучения с веществом и плазмой, в спектроскопии, для оптической накачки лазеров субмиллиметрового диапазона и т. д.

Другие характеристики CO_2 -лазеров содержатся в таблице.

Техническая характеристика CO_2 -лазеров

Выходная энергия, Дж	Апертура, см	Рабочее давление смеси, атм	Рабочее напряжение, кВ	Габариты, см	Масса, кг
150	7	1—1,5	100	130×30×50	100
300	10	1—1,5	150	140×35×60	120
600	15	1—1,5	200	150×40×80	200
1000	15	1	180	200×40×80	240
1500	20	1	240	220×50×100	300

Режим работы импульсный
 Частота следования импульсов, мин^{-1} свыше 1
 Газовая смесь $\text{CO}_2:\text{N}_2:\text{He}$
 Рабочее давление смеси, атм 1—1,5
 КПД, % 14
 Расходимость излучения не более трех дифракционных пределов
 Коэффициент усиления слабого сигнала, м^{-1} до 6

Без изменения конструкции лазеры могут работать на смесях с N_2O при давлениях 0,5—0,7 атм и выходных энергиях 50—500 Дж. Возможна комбинация модулей N_2O - и CO_2 -лазеров для расширения спектрального диапазона, достижения плавной перестройки частоты излучения и изменения параметров выходного импульса.

Телефоны для справок: 135-03-76, 132-81-40.

Авторы разработки: В. В. Аполлонов, Г. Г. Байцур, К. Н. Фирсов (ИОФАН СССР); В. Р. Миненков, Б. Г. Шубин (НИИ ВН при ТПИ).