

ПРИМЕНЕНИЕ ПАССИВНЫХ ЗАТВОРОВ НА КРИСТАЛЛАХ LiF:F_2^-
БОЛЬШОЙ АПЕРТУРЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ СУБМИКРОСЕКУНДНЫХ
МОНОИМПУЛЬСОВ В ЛАЗЕРАХ НА НЕОДИМОВОМ СТЕКЛЕ С
КРУПНОГАБАРИТНЫМИ АКТИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Т. Т. Басиев, Ю. К. Воронько, Б. В. Ершов, С. Б. Кравцов,
С. Б. Миров, В. В. Осико, А. М. Прохоров, В. А. Спиридонов,
В. Б. Федоров

УДК 621.378.325:535.8

На основе крупногабаритных пассивных затворов из кристалла LiF:F_2^- в интервале длительностей импульса 0,1 - 1 мкс впервые получен режим модуляции добротности излучения лазеров типа ГОС-1000 и лазера с активным элементом из неодимового стекла прямоугольной формы размером 4 x 24 x 72 см³.

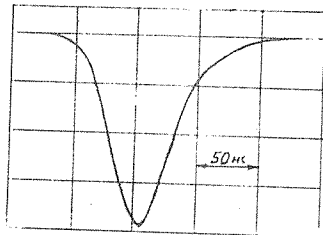
В настоящее время в технике импульсных твердотельных лазеров начали широко применяться пассивные затворы на кристаллах LiF с F_2^- -центрами окраски /1-5/. Перспективность применения таких затворов обусловлена выгодным сочетанием их модуляционных, теплофизических спектроскопических параметров и высоким уровнем технологии изготовления кристаллов LiF .

В настоящей работе на основе крупногабаритных пассивных затворов из кристалла фтористого лития впервые получен режим модуляции добротности излучения лазеров типа ГОС-1000 и лазера с активным элементом из неодимового стекла прямоугольной формы размером 4 x 24 x 72 см³ (см. /6/ и цитируемую там литературу). За счет изменения длины резонатора модуляция добротности осуществлена в широком интервале длительностей импульсов излучения от 0,1 до 1 мкс. При этом достигнуты относительно высокие значения энергетического к.п.д. 0,2 + 0,6%. В трехкаскадной усилительной схеме на осветителях типа ГОС-1001 экспериментально

продемонстрирована также эффективная работа кристалла LiF в качестве элемента оптической развязки усилительных каскадов.

В экспериментах с крупногабаритными активными элементами прямоугольной формы использовался пассивный затвор на кристалле размером $3,5 \times 3,5 \times 18 \text{ см}^3$ с начальным пропусканием $T_0 = 40\%$. Активный элемент из неодимового стекла ЛГС 247-2 размером $4 \times 24 \times 72 \text{ см}^3$ помещался в резонатор длиной 2,5 м, образованный двумя плоскими диэлектрическими зеркалами с коэффициентами отражения 50 и 100%. Затвор располагался между активным элементом и 100-процентным зеркалом. Оптическая накачка активного элемента осуществлялась в лазерном блоке, выполненном на основе промышленного осветителя XI22IM. Максимальная энергия накачки составляла 90 кДж в импульсе длительностью 0,35 мс на уровне 0,35 амплитуды. При накачке 0,85 от максимального значения наблюдалась стабильная генерация одиночных импульсов длительностью 150 нс. Выходная энергия излучения лазера в апертуре, ограниченной размерами кристалла фтористого лития ($3,5 \times 18$) см^2 , составила 150 Дж; расходимость луча $(5 \div 7) \times 10^{-4}$ рад на уровне половины энергии. Полученное в опытах среднее значение плотности энергии излучения с торца 2,5 Дж/ см^2 позволит реализовать с полной апертуры активного элемента энергию 250 Дж в импульсе длительностью 100 - 150 нс при к.п.д. 0,3%.

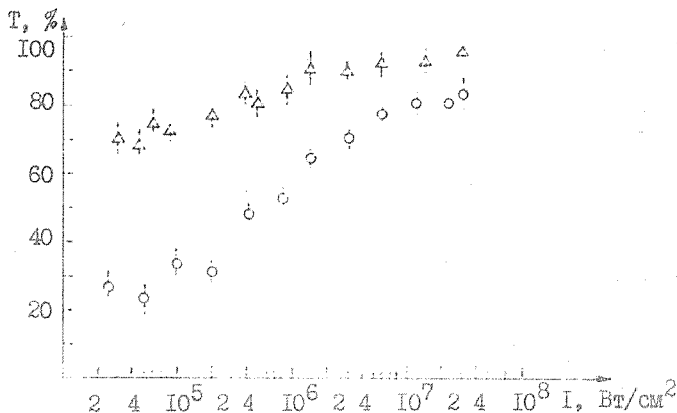
В опытах с лазерами типа ГОС-1000 применялись стандартные цилиндрические стержни из неодимового стекла ГЛС-1 размерами $4,5 \times 68 \text{ см}$. Для резонатора использовались плоские зеркала с коэффициентами отражения 8 и 100%. Апертура затвора составляла 3,5 см. Варьирование длительности импульсов излучения осуществ-



Р и с. 1. Оциллограмма импульса излучения лазера ГОС-1000 с затвором LiF:F₂⁻; $T_0 = 30\%$; длина резонатора $L = 1,7 \text{ м}$

влялось изменением длины резонатора от 1,7 до 27 м и изменением начального пропускания кристаллов в интервале $T_0 = (30 + 65)\%$. На выходе генератора с резонатором длиной $L = 1,7$ м и с затвором при $T_0 = 30\%$ получена энергия $E = 20$ Дж в импульсе длительностью $\tau = 0,1$ мкс с расходимостью излучения 10^{-3} рад по уровню 0,5 Е. Типичная осциллограмма наблюдаемого импульса показана на рис. 1. В случае длинного резонатора реализовывались длительности импульсов излучения в интервале 0,6 - 1 мкс. Наблюдалось небольшое снижение к.п.д. (до величины 0,18%) при одновременном улучшении направленности излучения. Величина выходной энергии составила $E = 16$ Дж при расходимости излучения $3 \cdot 10^{-4}$ рад по уровню 0,5 Е. Для обоих резонаторов превышение уровня энергии накачки 0,4 от максимального приводило к генерации серии из 4 - 6 импульсов с интервалом следования 40 мкс и амплитудами, изменяющимися в пределах 30%. В этом случае к.п.д. лазера повышался до 0,6%. Длительность импульсов излучения в серии соответствовала длительности одиночных импульсов.

Экспериментальная зависимость коэффициента пропускания кристаллов фтористого лития от плотности мощности падающего



Р и с. 2. Зависимость коэффициента пропускания образцов кристаллов LiF от плотности мощности падающего излучения: Δ - $T_0 = 60\%$, \circ - $T_0 = 12\%$

излучения определялась на двух образцах с начальным пропусканием $T_0 = 60\%$ и 12% . Использовался лазер ГОС-1001 с модуляцией добротности излучения пассивным затвором на кристалле $\text{LiF}:\text{F}_2^-$. Лазер обеспечивал облучение образцов импульсами длительностью 100 нс с равномерным распределением энергии в апертуре 15 мм. Коэффициент пропускания определялся по отношению падающей и прошедшей через образец энергии, измеряемой двумя калориметрами ИКТ-1М. Относительная ошибка измерений не превышала 5%. На рис. 2 представлены зависимости коэффициентов пропускания исследуемых образцов от плотности мощности возбуждения. Образец кристалла с начальным пропусканием $T_0 = 60\%$ был использован для оптической развязки в усилительных каскадах неодимового лазера. Лазер состоял из задающего генератора и трехкаскадного однопроходового усилителя на блоках ГОС-1000. Для задающего генератора использован резонатор длиной $L = 27$ м с зеркалами 8 и 100%. Задающий генератор обеспечивал на входе усилителя импульсы длительностью 1 мкс с энергией 15 Дж и расходимостью $3 \cdot 10^{-4}$ рад. Кристаллы фтористого лития помещался на входе усилителя. При накачке осветителей усилителя 30 кДж на выходе лазера была получена энергия 250 Дж с расходимостью излучения, не превышающей $3 \cdot 10^{-4}$ рад. В отсутствие просветляющего фильтра получить режим одиночного импульса в этой схеме не удавалось, наблюдалась генерация серии из 4-6 микросекундных импульсов, обусловленных, вероятно, влиянием усилительных каскадов на режим работы задающего генератора.

Выполненные опыты показывают, что кристаллы фтористого лития имеют значительные перспективы применения в лазерах на крупногабаритных неодимовых стеклах, широко используемых в исследованиях взаимодействия лазерного излучения с веществом.

Поступила в редакцию

28 июля 1983 г.

Л и т е р а т у р а

1. С. И. Маренников, В. А. Смирнов, В. П. Чеботаев, Тезисы X Всесоюзной конференции по КиНО, Киев, 1980 г., с. 243.
2. С. Г. Васильев, Е. Д. Исаинова, В. М. Овчинников, Письма в ЖТФ, 7, № 4, 217 (1981).
3. А. Г. Калинин и др., ЖТФ, 51, № 11, 2161 (1981).

4. В. С. Бураков и др., ДАН БССР, 26, № 1, 29 (1982).
5. Т. Т. Басиев и др., Квантовая электроника, 9, № 4, 837 (1982).
6. И. А. Буфетов и др., Препринт ФИАН № 112, М., 1983 г.