

УПРАВЛЯЕМЫЙ ПРОСВЕТЛЯЮЩИЙСЯ ЗАТВОР НА КРИСТАЛЛЕ LiF:F_2^- БОЛЬШОЙ АПЕРТУРЫ

Т. Т. Басиев, Б. В. Ершов, С. Б. Кравцов, С. Б. Милов,
В. А. Спиридонов, В. Б. Федоров

В лазере на неодимовом стекле осуществлено открывание оптического затвора на кристалле LiF:F_2^- лучом вспомогательного лазера малой апертуры. Установлено, что энергия излучения управляющего импульса может быть на порядок ниже энергии моноимпульса запускаемого лазера.

Применение крупногабаритных пассивных просветляющихся затворов из кристаллов фтористого лития в лазерах на неодимовых стеклах прямоугольной формы и больших размеров ($4 \times 24 \times 72 \text{ см}^3$) позволило повысить энергию моноимпульса лазерного излучения в простейшей двухзеркальной схеме с одним активным элементом до уровня $\sim 10^2$ Дж при длительности генерируемого излучения $\sim 10^{-7}$ с /1/.

В настоящей работе демонстрируется возможность управления таким затвором с помощью наносекундного импульса излучения вспомогательного лазера. При допороговом уровне накачки основного лазера лучом вспомогательного лазера малой апертуры и относительно низкой энергии осуществляется просветление затвора на части его апертуры. В итоге это оказывается достаточным для открывания затвора и развития генерации моноимпульса на всей апертуре основного лазера. Такое внешнее инициирование фиксирует время генерации моноимпульса относительно накачки и дает возможность синхронизации регистрирующей аппаратуры с генерируемым излучением. Ранее аналогичные опыты выполнялись для рубинового лазера с затвором на жидком красителе /2/, который просветлялся вспомогательным излучением импульсной лампы. Принципиальным отличием данной работы от /2/ является запуск затвора из кристалла LiF:F_2^- после начального просветления затвора внешним лазерным излучением на малой части его апертуры.

В экспериментах использовались два лазера на прямоугольных активных элементах из неодимового стекла ГЛС-6 размерами $4 \times 24 \times 72 \text{ см}^3$, помещенных в осветительные блоки X-122 ПМ /3/. Плоскость апертуры активного элемента $4 \times 24 \text{ см}^2$ и его боковая сторона 24 см перпендикулярны горизонтальной плоскости установки. Резонатор запускаемого лазера длиной 170 см образован плоскими зеркалами с коэффициентами отражения 50 и около 100%. Оптический затвор из кристалла LiF:F_2^- помещался внутри резонатора между осветителем X-122 ПМ и 100%-ным зеркалом и имел поперечные размеры $4 \times 12 \text{ см}^2$, т.е. использовалась только половина рабочей апертуры активного элемента. Начальное пропускание кристаллического затвора составляло 41%. Для устранения влияния на генерацию лазера значительной неоднородности инверсии населенностей в краевых зонах активного элемента ширина его рабочей апертуры уменьшена диафрагмированием до 3 см.

Однотипный основному вспомогательный лазер генерировал моноимпульс излучения с помощью пассивного оптического затвора из фтористого лития. Апертура его луча менялась диафрагмированием в пределах от $0,6 \times 1$ до $2 \times 6 \text{ см}^2$, энергия варьировалась от 1 до 10 Дж, длительность импульса от 0,1 до 0,8 мкс.

В экспериментах по управлению запуском лазера с оптическим затвором из фтористого лития внешним вспомогательным излучением основной лазер накачивался ниже порога самопросветления затвора. Уровень накачки составлял 0,95 от этого порога. Внешний запуск производился в момент достижения максимума инверсии населенностей в накачиваемой активной среде. Ось луча вспомогательного лазера лежала в горизонтальной плоскости и составляла угол 10° с продольной осью резонатора основного лазера. Импульс управляющего излучения, как правило, подавался на верхнюю часть апертуры управляе-

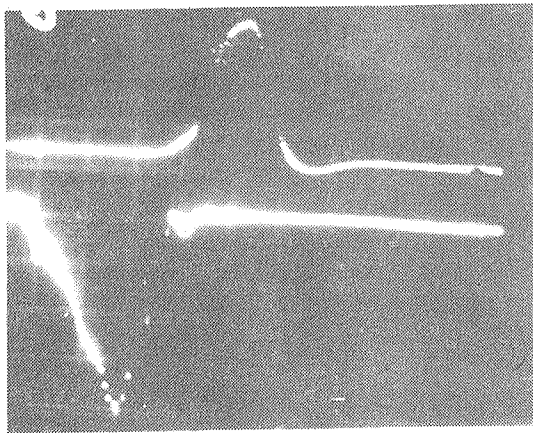


Рис. 1. Оциллограмма запускаящего (внизу) и основного (вверху) импульсов излучения. Временной масштаб 200 нс.

$I, \text{МВт/см}^2$

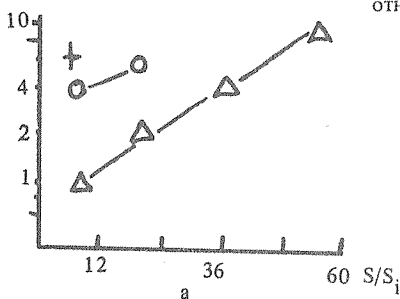
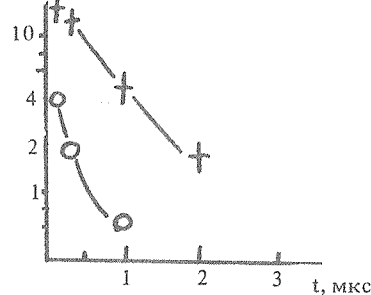


Рис. 2. а) Зависимость пороговой для открывания затвора интенсивности вспомогательного лазера а) от отношения полной апертуры затвора S к апертуре запускаящего излучения S_1 для длительностей запускаящего импульса 100 нс (+), 250 нс (o) и 800 нс (Δ); б) от длительности его импульса t при отношении апертур затвора и луча запускаящего лазера, равном б (+) и 3 (o).

$I, \text{МВт/см}^2$



б

мого затвора. Развитие генерации управляемого лазера контролировалось четырьмя лавинными фотодиодами, расположенными вне резонатора за 100%-ным зеркалом вдоль вертикали, проходящей через его середину.

Опыты показали, что просветление управляемого затвора на части его апертуры вспомогательным излучением приводило к последующему самооткрыванию всего затвора и развитию генерации моноимпульса на всей апертуре лазера с вертикальным размером 12 см. Выходная энергия генерируемого моноимпульса 60 Дж, его длительность 250 нс (по уровню половины амплитуды). Наблюдалась задержка генерации основного лазера относительно запускаящего импульса (рис. 1). Величина запаздывания, равная интервалу между максимумами импульсов на рис. 1, зависела от интенсивности запускаящего импульса и изменялась в пределах 400–800 нс при изменении интенсивности соответственно от 16 до 5 МВт/см^2 . Вместе с тем, на оциллограммах излучения основного лазера, полученных от четырех лавинных фотодиодов, максимумы сигналов совпадали с точностью 0,1 от длительности импульса генерации, а формы их были практически одинаковы. Это означает, что при внешнем открывании затвора в верхней части его апертуры после большой временной задержки, которая необходима для развития предимпульса генерации в этой части активной среды лазера, за счет угловой расходимости излучения происходило быстрое самооткрывание всего затвора и затем развитие генерации моноимпульса на полной апертуре лазера. Этот вывод подтверждается еще одним экспериментальным фактом. Если перекрыть апертуру активного эле-

мента горизонтальной непрозрачной полоской шириной в несколько миллиметров, то основной генератор работает только на верхней по отношению к полоске части своей апертуры, в которой и производилось инициирование затвора внешним излучением. Если же ширина полоски существенно меньше, то генерация моноимпульса возникает и в нижней части апертуры.

В работе определена пороговая интенсивность вспомогательного излучения, инициирующего генерацию основного лазера в зависимости от отношения площади всей поверхности затвора к облучаемой площади и от длительности запускающего импульса (рис. 2). Из приведенных данных видно, что необходимая для активного управления затвором интенсивность вспомогательного излучения увеличивается с уменьшением его длительности или апертуры.

Полученные зависимости (рис. 2) допускают простую интерпретацию. В условиях постоянной инверсии активной среды при увеличении интенсивности запускающего импульса снижаются потери в зоне начального просветления затвора, возрастает коэффициент усиления, и следовательно, уровень мощности предимпульса, необходимый для открывания всего затвора, достигается за меньшее время. Аналогично увеличение интенсивности вспомогательного излучения при неизменной его длительности допускает сокращение его апертуры. В этом случае необходимая мощность предимпульса генерации в зоне начального просветления может быть набрана за счет большого усиления на меньшем объеме активной среды, поскольку эффект насыщения для слабого предимпульса несущественен.

Таким образом, в итоге выполненных опытов осуществлено управление оптическим затвором на кристалле LiF:F_2 большой апертуры в лазере на неодимовом стекле, работающем в режиме модуляции добротности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б а с и е в Т. Т. и др. Краткие сообщения по физике ФИАН, № 2, 36 (1984).
2. Б а л е н к о В. Г. и др. Квантовая электроника, 4, № 4, 933 (1977).
3. Б у ф е т о в И. А. и др. Препринт ФИАН № 112, М., 1983.

Институт общей физики АН СССР

Поступила в редакцию 28 июля 1989 г.