

Получение одиночных пикосекундных импульсов в лазере с тонким просветляющимся фильтром

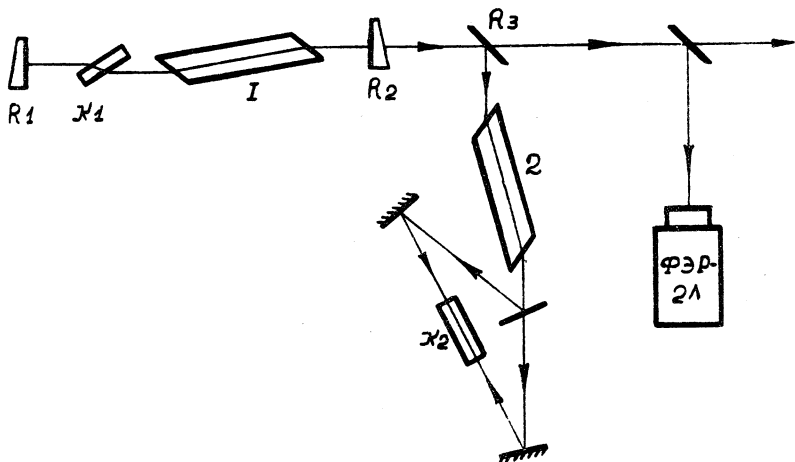
Т. Б. Воляк, С. Д. Кайтмазов, А. А. Медведев,
И. В. Погорельский

При "идеальной" синхронизации мод излучение лазера должно состоять из серии одиночных импульсов минимальной длительности, определяемой шириной спектра. На практике излучения, соответствующего идеальной картине, не наблюдалось: как правило получаются неединичные импульсы. Между тем, в связи с использованием лазерных импульсов для высокотемпературного разогрева плазмы или для исследования сверхбыстрых процессов в плазме желательно получение именно одиночных импульсов.

Целью настоящей работы являлось получение одиночных пикосекундных импульсов. Поскольку разрешение фотохронографа ($\sim 3 \cdot 10^{-11}$) недостаточно для анализа пикосекундных импульсов, регистрация сверхкоротких импульсов проводилась одновременно фотохронографом и методом двухфотонной люминесценции^{1,2} (разрешение порядка 10^{-13} сек). В эксперименте варьировались: порог накачки, природа и концентрация просветляющей жидкости, а также толщина и полсжение кюветы с просветляющей жидкостью.

Мы считали, что важным параметром лазера, влияющим на режим синхронизации мод, может быть толщина кюветы. Характерным для кюветы размером является длина $\frac{1}{\Delta\nu}$, на которой может выполняться

условие пространственной когерентности стоячих волн всех мод резонатора. Для неодимового лазера $\frac{1}{\Delta\nu} \approx 0,4 \text{ мс}^2$, между тем до сих пор использовались кюветы примерно трёхмиллиметровой толщины. Улучшения режима синхронизации мод для тонких $0,3 - 0,4 \text{ мм}$ кювет можно было ожидать и вследствие уменьшения помех от слоя растворителя. Кроме того, на тонких



Р и с. 1. Схема эксперимента.

кюветах имело смысл исследовать влияние помещения просветляющей жидкости в примыкающий к зеркалу слой удвоенной амплитуды электрического поля. С этой целью наряду с тонкой кюветой с прозрачными стенками независимо исследовалась тонкая кювета с зеркальной стенкой ("зеркальная кювета"), для которой, несмотря на возможность селекции мод $2,3$, можно было ожидать лучших условий синхронизации.

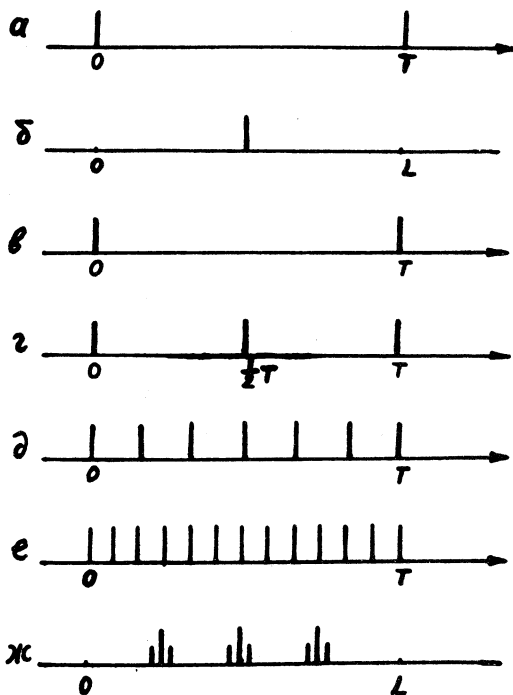
Схема эксперимента приведена на рис. 1. Резонатор лазера длиной 1,8 м образован двумя плоскопараллельными зеркалами (с коэффициентом отражения $R_1 = 98\%$ и $R_2 = 70\%$), выполненными на клиновидных под-

ложках во избежание селекций мод. Активный элемент 1 длиной 240 мм и диаметром 12 мм из стекла с неодимом имел торцы, обработанные под углом Брюстера. Кювета K1 с просветляющимся фильтром устанавливалась под углом Брюстера. В опытах с зеркальной кюветой последняя заменяла зеркало R_1 . Стенкой кюветы в этом случае служило диэлектрическое зеркало. Слой красителя составлял 3 мм для толстой и 0,3 мм для тонкой кюветы. Луч лазера, прошедший через полупрозрачное зеркало R_3 , регистрировался на фотохронографе типа ФЭР-2Л^{4,5}. Отраженный от R_3 луч, пройдя через однокаскадный усилитель 2, попадал в кювету K_2 , где регистрировался методом встречных световых пучков 1,2.

Опыты показали, что для получения одиночных сверхкоротких импульсов необходимы клиновидные зеркала, кювета, расположенная под углом Брюстера, уровень накачки близкий к пороговому⁶ и соответствующий выбор типа и концентрации фототропного красителя (для нашего лазера начальное пропускание фильтра составляло около 30%).

В результате проведенного исследования оказалось, что одиночные импульсы длительностью в одну пикосекунду получаются как с тонкой, так и с толстой кюветами (рис. 2а, б), однако замена толстой кюветы на тонкую увеличивает вероятность получения одиночных импульсов с 30% до 45%. При использовании зеркальной кюветы стабильность результатов гораздо выше: 90% всех вспышек лазера имеют одиночные импульсы при разрешении $3 \cdot 10^{-11}$ (на фотохронографе). В этом случае можно также изменять период следования импульсов (T , $T/2$, $T/3$, $T/4$, $T/6$, $T/12$, см. рис. 2 в, г, д). В то же время снимки двухфотонной люминесценции позволили обнаружить, что "одиночные" для фотохронографа импульсы в действительности состоят из нескольких импульсов (рис. 2е, ж).

Из проведенного исследования следует, что дальнейшего улучшения условий синхронизации можно ожидать



Р и с. 2.

- а) Схематическое изображение фотохронограммы импульсов при использовании в резонаторе лазера кюветы под углом Брюстера; ($T = 12$ нсек)
- б) схематическое изображение наблюдения той же серии методом встречных пучков
- в) схематическое изображение фотохронограммы импульсов при использовании в резонаторе лазера зеркальной кюветы ($T = 12$ нсек)
- г) то же, что и в), но период следования $T = 6$ нсек
- д) то же, что и в), но период следования $T = 2$ нсек
- е) то же, что и в), но период следования $T = 1$ нсек
- ж) схематическое изображение наблюдения серии импульсов показанной на рис. в), методом встречных пучков.

от применения тонкой кюветы с зеркальной стенкой и брюстеровским входом.

В заключение авторы выражают благодарность академику А. М. Прохорову за интерес к работе и ценные обсуждения, а также А. М. Толмачёву за консультации по скоростной фотохронографии и М. С. Матяеву и Е. И. Шкловскому за помощь в работе.

Поступила в редакцию
16 февраля 1970 г.

Л и т е р а т у р а

1. Armstrong J.A. Appl. Phys. Lett. 10, 16 (1967).
2. Кайтмазов С. Д., Красюк И. К., Пашинин П. П., Прохоров А. М., ДАН т. 180 №6 (1968).
3. Малышев В. И., Маркин А. С., Сычёв А. А., Журнал прикл. спектроскопии 7, 662 (1967).
4. Горбенко Б. З., Дрожбин Ю. А., Кайтмазов С. Д., Медведев А. А., Прохоров А. М., Толмачёв А. М., ДАН 187, № 4 (1969).
5. Горбенко Б. З., Дрожбин Ю. А., Коринфский Д. Ф., Толмачёв А. М., Яковлев В. А. Авторское свид. №219227. Бюлл. изобр. №18, (1968).
6. Кузнецова Т. И. Препринт ФИАН №25 1967 г.