

УКОРОЧЕНИЕ ИМПУЛЬСОВ ИЗЛУЧЕНИЯ CO_2 - ЛАЗЕРОВ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ЧЕРЕЗ ДВУХКОМПОНЕНТНУЮ СРЕДУ

В. С. Аракелян, Н. В. Карлов, Г. П. Кузьмин

В этой работе изложены результаты экспериментов по укорочению длительности импульсов излучения CO_2 -лазеров при прохождении их через внешнюю двухкомпонентную среду. Получены одиночные импульсы длительностью до 75 нсек с пиковой мощностью до $1,75 \cdot 10^5$ вт, частота следования импульсов – 50 гц.

Специфика CO_2 -лазеров не позволяет получать короткие импульсы генерации стандартными методами модуляции добротности. Дальнейшее укорочение импульсов излучения возможно при взаимодействии нескольких мод в течение гигантского импульса. Таким способом при самосинхронизации продольных мод¹ были получены последовательности импульсов длительностью 25 нсек со скважностью 4, при самосинхронизации поперечных мод² – до 100 нсек при скважности 3, а при принудительной синхронизации продольных мод вращающимся зеркалом³ была получена последовательность импульсов длительностью до 30 нсек при длине последовательности до 20 мксек и скважности 4. Большой интерес представляет возможность укорочения импульса модулированной добротности одномодового CO_2 -лазера. Это может быть достигнуто применением устройств, внешних по отношению к лазеру-генератору. При прохождении импульса излучения через двухкомпонентную среду в области некогерентного взаимодействия импульсов с усиливающей и поглощающей компонентами

возможно укорочение длительности импульса излучения в случае импульса с большой крутизной переднего фронта⁴. Импульс модулированной добротности характеризуется экспоненциальным передним фронтом и при нелинейном усилении уширяется, достигая некоторой стационарной длительности и энергии⁵. Для срезания переднего фронта возможно применение как электрооптических модуляторов, так и просветляющихся фильтров.

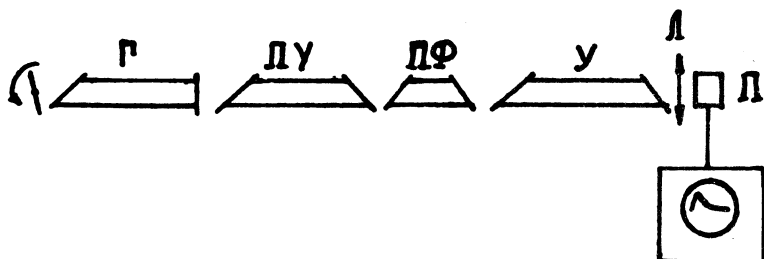


Рис. 1. Схема экспериментальной установки:

Г - задающий генератор, ПУ - предусилитель,
 ПФ - просветляющийся поглотитель, У - усилитель,
 Л - линза, П - приемник.

Ввиду отсутствия в десятимикронной области электрооптических модуляторов высокого качества, естественно применение газообразных нелинейных поглотителей, фактор насыщения которых легко регулируется изменением абсолютного или парциального давления просветляющегося газа.

Мы осуществили укорочение импульса излучения одномодового CO_2 -лазера, применяя в качестве нелинейного поглотителя как газообразный трихлорид бора⁶, так и гескафторид серы⁷. Результаты применения этих газов качественно совпадают. Большая часть опытов выполнена с BCl_3 . Схема опыта приведена на рис. 1. Задающий лазергенератор с модуляцией добротности вращающимся зеркалом излучал импульсы длительностью 220-250 нсек с частотой следования 50 гц. Длина раз-

рядной трубки 3 метра, диаметр 2,5 см. Одномодовость задающего генератора достигнута введением диафрагмы внутрь резонатора. Спектр излучения не исследовался. Излучение задающего генератора происходило через предусилитель с такими же параметрами и затем - усилитель длиной 6 метров с диаметром разрядных труб 6 см. Для увеличения мощности применялось импульсное питание генератора и усилителей⁸. Между предусилителем и усилителем помещена кювета с трихлоридом бора диаметром 6 см, длиной 15 см. Все разрядные трубы и кювета с просветляющимся фильтром герметизированы пластинами из NaCl , установленными под углом Брюстера. Регистрация лазерного излучения осуществлена приемником $\text{Ge} - \text{Zn} - \text{Sb}$ с помощью осциллографа С-1-11. Быстродействие регистрирующего устройства проверено независимо³. На рис. 2 приведены фотографии импульсов на выходе генератора, генератора и усилителя без нелинейного поглотителя и с поглотителем. Видно, что включение усилителя увеличивает длительность импульса, в то время как добавление просветляющегося фильтра укорачивает импульс в три раза, существенно обрезая его начало и конец. Режим укорочения достигался подбором давления в кювете BCl_3 и наблюдался при малых ($\sim 0,1$ тор) давлениях. При разбавлении трихлорида бора воздухом режим укорочения становился устойчивым и наблюдался в довольно широком диапазоне парциальных давлений трихлорида бора. Это, по-видимому, может быть объяснено уменьшением времени жизни колебательных уровней трихлорида бора при разбавлении буферным газом. Укорочение и изменение формы импульса свидетельствуют о том, что в условиях эксперимента прохождение импульса через двухкомпонентную среду происходит в области некогерентного взаимодействия при длительности импульса $\tau > T_1$, где, по-видимому, роль времени T_1 играет время вращательной релаксации трихлорида бора. Заметим, что при больших давлениях трихлорида бора (более 30 тор) происходит удли-

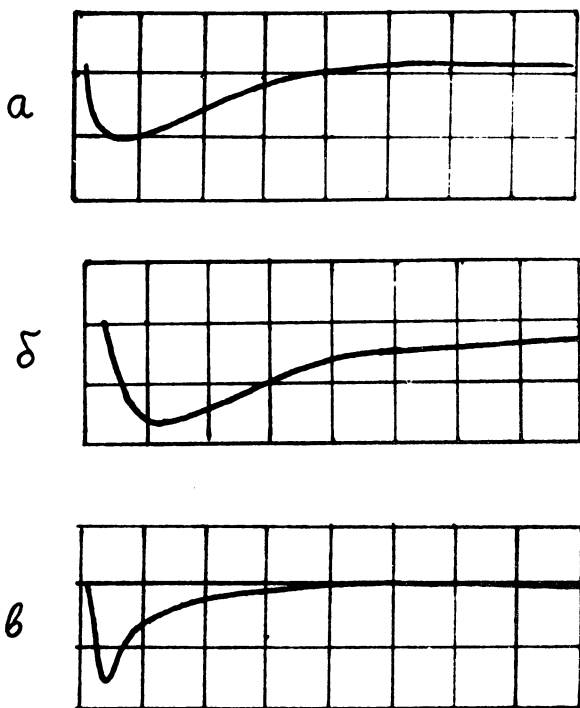


Рис. 2. а - импульс на выходе задающего генератора; б - импульс на выходе усилителя в отсутствии просветляющегося поглотителя; в - импульс на выходе усилителя при применении просветляющегося поглотителя. Давление BCl_3 оптимальное. Масштаб времени: 1 деление = 75 нсек.

нение импульса (рис. 3). Эксперименты такого рода могут быть полезны при изучении процессов вращательно-колебательной релаксации в молекулярных газах.

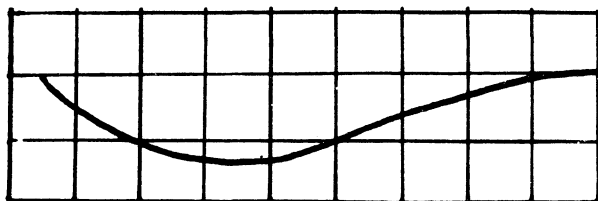


Рис. 3. Импульс на выходе усилителя при давлении трихлорида бора в кювете > 30 тор. Масштаб времени: 1 деление = 75 нсек.

Проведенные эксперименты показывают, что применение внешней двухкомпонентной среды является перспективным методом сокращения длительности импульсов генерации CO_2 -лазеров, особенно в тех случаях, когда нежелательно наличие нескольких мод. Дальнейшее сокращение длительности импульса излучения требует увеличения коэффициента усиления усиливающей компоненты. Отметим, что предел укорочения, определяемый шириной линии усиления, может быть отодвинут увеличением давления в усилителях без опасности возникновения дополнительных мод в отличие от случая увеличения давления в генераторе. Укорочение и рост мощности в импульсе позволили уверенно наблюдать самофокусировку излучения CO_2 -лазера в кристаллах.

Авторы благодарны Е. К. Карловой за помощь в проведении эксперимента.

Поступила в редакцию
4 сентября 1970 г.

Литература

1. O. R. Wood, S. E. Schwarz. Appl. Phys. Lett., 12, 263 (1968).
2. В. С. Аракелян, Н. В. Карлов, А. М. Прохоров. Письма в ЖЭТФ, 10, 279 (1969).
3. В. С. Аракелян, Н. В. Карлов. Краткие сообщения по физике № 6, 21 (1970).
4. Н. Г. Басов, В. С. Летохов. ДАН СССР, 167, 73 (1966).
5. Р. В. Амбарцумян, Н. Г. Басов, В. С. Зуев, П. Г. Крюков, В. С. Летохов. Письма в ЖЭТФ, 4, 19 (1966).
6. Н. В. Карлов, Г. П. Кузьмин, Ю. Н. Петров, А. М. Прохоров. Письма в ЖЭТФ, 7, 1749 (1968).
7. O. R. Wood, S. E. Schwarz. Appl. Phys. Lett., 11, 88 (1967).
8. Н. В. Карлов, Г. П. Кузьмин, А. М. Прохоров, В. И. Шемякин. ЖЭТФ, 54, 5 (1968).