

САМОСИНХРОНИЗАЦИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ МОД CO_2 -ЛАЗЕРА

В.С.Арахелян, Н.В.Карлов, А.М.Прохоров

В этой работе изложены результаты экспериментов по синхронизации поперечных мод CO_2 -лазера с помощью нелинейного поглотителя BCl_3 . Синхронизация сопровождалась пространственным качанием лазерного излучения с частотой межмодовых биений.

Буд и Шварц [1] с помощью нелинейного поглотителя SF_6 синхронизировали несколько продольных мод CO_2 -лазера. В наших экспериментах был использован BCl_3 , являющийся со спектральной точки зрения более подходящим насыщающимся фильтром для CO_2 -лазеров [2, 3].

Эксперименты выполнены на лазере с полуконфокальным резонатором длиной 17,6 м. Выходным зеркалом является плоскопараллельная германиевая пластинка. Кювета с BCl_3 расположена около выходного зеркала.

Около сферического зеркала расположена прямоугольная графитовая диафрагма, выделяющая моды $TEM_{\text{мог}}$. Частотный интервал между продольными модами равен $8,5 \text{ МГц}$, между поперечными – $4,25 \text{ МГц}$.

Регистрация лазерного излучения осуществлялась приемником $\text{Ge} : \text{Zn}$ с помощью осциллографа С-1-11 и спектрального анализатора С-4-8.

Устойчивая синхронизация поперечных мод наблюдалась для кюветы толщиной 1 мм при давлениях BCl_3 от 2 до 12 тор . Синхронизация поперечных мод сопровождается пространственным качанием лазерного луча [4]. В этом случае при перемещении приемника по апертуре качающегося луча в точках наибольшего отклонения наблюдается последовательность импульсов, следующих с частотой межмодовых биений. В центре частота следования импульсов удваивается. На рис. 1 приведены осциллограммы, показывающие последовательность импульсов лазерного излучения на краю выходной апертуры лазера *a* и в центре *b*.

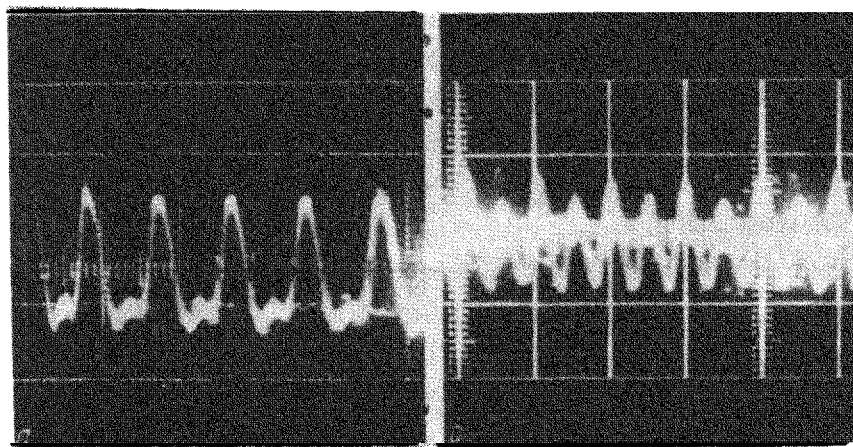


Рис. 1. Осциллограммы качающегося лазерного луча в точке наибольшего отклонения *a* и в центре *b*. Временной масштаб: 1 дел. = 250 нсек

Кратковременная и неустойчивая самосинхронизация поперечных мод наблюдалась в отсутствие BCl_3 при соответствующей настройке зеркал резонатора. При внесении в резонатор круглой диафрагмы, выделяющей основной тип колебаний, и при наличии BCl_3 наблюдалась синхронизация продольных мод.

Перестройка зеркал при наличии прямоугольной диафрагмы иногда приводила к одновременному возникновению синхронизации поперечных и продольных мод. Аналогичный эффект наблюдал Смит [5] при синхронизации мод гелий-неонового лазера нелинейным поглотителем на неоне

Отметим, что возникновение синхронизации сопровождалось появлением сильных сигналов разностных частот, наблюдаемых с помощью спектрального анализатора.

Синхронизация типов колебаний в CO_2 -лазерах имеет специфические особенности, связанные с малой шириной линии усиления (50–60 МГц).

При анализе синхронизации следует принимать во внимание взаимодействие малого числа мод.

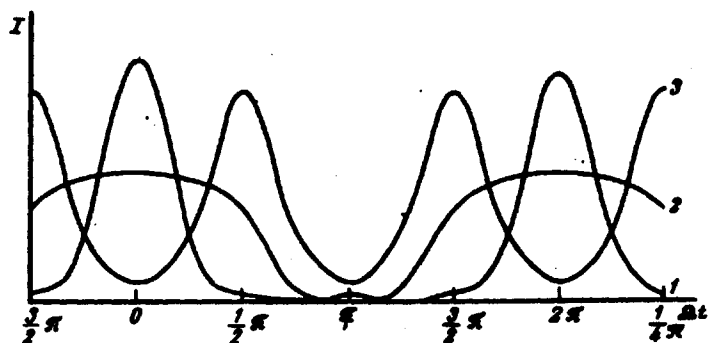


Рис 2. Зависимость интенсивности суммарного поля трех синхронизированных поперечных мод от времени для различных значений безразмерной координаты z . 1 — $z = 0,9$; 2 — $z = 0,4$; 3 — $z = 0$. Ширина апертуры приемного элемента $2\Delta z = 0,6$

Возьмем три поперечные моды. В предположении жесткой фазовой связи суммарное поле может быть представлено в виде

$$E = A(1 + 2z \cos \Omega t + \frac{4z^2 - 1}{\sqrt{2}} \cos 2\Omega t) e^{-z^2},$$

где Ω — частота межмодовых биений, z — безразмерная координата. В этой записи коэффициенты при полиномах Эрмита нормированы на равную интегральную интенсивность мод.

На рис. 2 показана зависимость интенсивности суммарного поля E , вычисленная для различных значений z при конечной апертуре приемного элемента. Видно, что наличия трех синхронизированных мод достаточно для получения четко выраженного периодического качания лазерного излучения и что эта модель хорошо соответствует приведенным выше экспериментальным результатам. Обращает на себя внимание уменьшение глубины модуляции при $z \approx 0,4$, что также наблюдалось экспериментально.

Выполненные эксперименты и их анализ показывают, что быстрое пространственное сканирование луча CO_2 -лазера и последовательность ко-

ротких импульсов излучения CO_2 -лазера при диафрагмировании качающегося луча могут быть получены при синхронизации небольшого числа поперечных мод этого лазера с помощью нелинейного поглотителя VCl_3 .

Физический институт
им Г.Н.Лебедева
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
23 июля 1969 г.

Литература

- [1] O.R.Wood, S.E.Schwarz. Appl. Phys. Lett., 11, 88, 1967.
- [2] Н.В.Карлов, Г.П.Кузьмин, Ю.Н.Петров, А.М.Прохоров. Письма в ЖЭТФ, 7, 174, 1968.
- [3] Н.В.Карлов, Ю.Н.Петров, О.М.Стельмах. Письма в ЖЭТФ, 8, 363, 1968.
- [4] D.H.Auston. IEEE J. Quantum Electronics, QE-4, 6, 1968.
- [5] P.W.Smith. Appl. Phys. Lett., 13, 7, 1968.

Письма в ЖЭТФ, том 10, стр. 282 - 285

20 сентября 1969 г.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИНТЕНСИВНЫХ ПУЧКОВ ЭЛЕКТРОНОВ В ОГРАНИЧЕННОЙ ПЛАЗМЕ

К.В.Суладзе, Б.А.Цхадаи, А.А. Плютто

23

В работах [1-3] по получению сильноточных пучков электронов при отборе с поверхности плазмы токи не превышают $1 + 2 \cdot 10^3$ а. Новые пути и возможности значительного повышения токов открываются при формировании пучков в плазме, предварительно заполняющей ограниченный промежуток, через который пропускается ток $10^4 - 10^5$ а.

Принципиальная схема экспериментов приведена на рис. 1. Из искрового источника 1 плазма втекает в ускоряющий промежуток $2 \sim 1-2$ см. Ускоряющее поле прикладывается к заполненному плазмой ($n \sim 10^{12} - 10^{13} \text{ см}^{-3}$) промежутку с задержкой $\tau \sim 1-2$ нсек и поддерживается емкостью $C_2 = 0,4$ мкф. Отличительной особенностью формирования электронных пучков методом предварительного заполнения ускоряющего промежутка плазмой является то, что в начальной стадии развития тока промежуток