

СИНХРОНИЗАЦИЯ МОД CO_2 - ЛАЗЕРА ВРАЩАЮЩИМСЯ ЗЕРКАЛОМ

В. С. Аракелян, Н. В. Карлов

В этой работе изложены результаты экспериментов по принудительной синхронизации продольных мод CO_2 -лазера. Получена последовательность импульсов длительностью 30 нсек с пиковой мощностью не менее $3 \cdot 10^3$ вт. Длина последовательности изменялась от 5 до 20 мксек, частота следования последовательностей от 19,5 до 400 гц, скважность импульсов в последовательности равна 4.

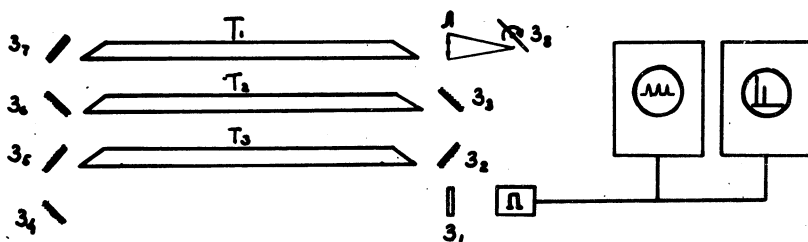
Самосинхронизация продольных мод CO_2 - лазеров осуществлена рядом авторов¹⁻³ с помощью насыщающихся фильтров SF_6 и BCl_3 .

Большой интерес представляет, однако, принудительная синхронизация продольных мод, носящая более регулярный и легко регулируемый характер. Отсутствие в десятимикронной области достаточно хороших электрооптических модуляторов не позволяет применять методы принудительной синхронизации, хорошо развитые для более коротковолновых лазеров.

Мы осуществили принудительную синхронизацию продольных мод CO_2 -лазера вращающимся зеркалом.

Известно, что вследствие разного рода нестабильностей спектр излучения каждой моды уширен. Величина τ_m , обратная ширине спектра излучения моды $\Delta\omega_m$ ($\tau_m = 1/\Delta\omega_m$), характеризует время, в течение которого амплитуда и частота моды практически постоянны и, следовательно, сохраняются амплитудно-фазовые соотношения между модами. Поэтому, если сви-

пировать частоту мод, проходя линию усиления за время, меньше τ_m , то моды окажутся синхронизованными. При этом новые моды, возникающие при свипировании, оказываются в нужной фазе, так как они затягиваются комбинационными тонами предшествующих мод. Таким образом синхронизация сохраняется на весь период свипирования.



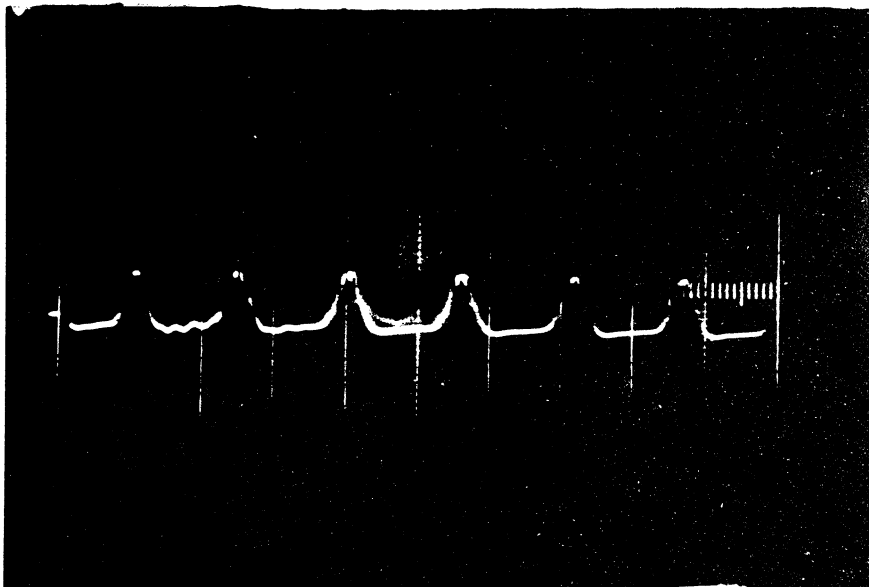
Р и с. 1. Схема экспериментальной установки.
 Z_1 - выходное зеркало, $Z_2 - Z_7$ - глухие золоченные поворотные зеркала, L - линза, Z_8 - вращающееся зеркало, $T_1 - T_3$ - разрядные трубки, P - приемник излучения

Эксперимент выполнен на CO_2 -лазере с длиной резонатора 17 м (см. рис. 1). Выходным зеркалом является плоскопараллельная пластина германия. Второе зеркало резонатора лазера образовано линзой из $NaCl$ с фокусным расстоянием 20 см и плоским алюминиевым зеркалом, вращающимся вблизи фокуса линзы. Это устройство представляет собой эквивалентное сферическое зеркало, радиус кривизны которого R зависит от расстояния между фокусом линзы и зеркалом d и фокусного расстояния f

$$R = 2f \frac{f + d}{d};$$

при этом $d > 0$ соответствует собирающему зеркалу, $0 > d > -f$ - рассеивающему зеркалу. Такое устройство резко снижает требования к обработке и юстировке

зеркала. Перемещение зеркала вблизи фокуса линзы, когда резонатор близок к полуконцентрическому, позволяет легко осуществить режим одной поперечной моды⁴. Регистрация лазерного излучения осуществля-



Р и с. 2. Последовательность пиков в режиме синхронизации продольных мод. Временной масштаб: 1 деление - 75 нсек.

лась приемником $Ge : Zn$, с помощью осциллографа С1-11 и спектроанализатора С-4-8.

Вращение плоского зеркальца приводит к периодической модуляции добротности и генерации гигантских импульсов. При этом происходит свипирование частоты генерации. Скорость свипирования определяется линейной скоростью зеркала в фокальной области линзы. Было обнаружено, что устойчивая синхронизация продольных мод в одной поперечной моде наступает при скорости, превышающей 16,6 см/сек. На рис. 2 приведена оциллограмма правильной последовательности

пичков синхронизованных мод внутри импульса модулированной добротности. Одновременно на анализаторе спектра наблюдается сильный сигнал разностной частоты. При изменении длительности импульса модулированной добротности от 5 мксек до 20 мксек мощность одного пика практически не меняется.

При генерации на двух-трех поперечных модах последовательность пичков имеет огибающую с разностной частотой поперечных мод. Подобный эффект наблюдался при синхронизации продольных мод гелий-неонового лазера⁵. Одновременная синхронизация поперечных и продольных мод сопровождается пространственным сканированием подобно тому, как это было в случае самосинхронизации².

Проведенные эксперименты позволяют оценить ширину линии излучения CO_2 -лазера в одной продольной моде. В отсутствие каких-либо мер по стабилизации конструкции лазера получено значение $\Delta\omega_{\text{л}} = (2,5+5) \cdot 10^3$ гц.

Отметим, что наличие свипирования частоты генерации внутри пичков позволяет применять внешние по отношению к лазеру диспергирующие устройства для дальнейшего сокращения длительности импульсов лазерного излучения. Знак свипирования меняется при изменении направления вращения зеркала.

Таким образом, проведенные эксперименты показывают, что применение вращающегося зеркала является удобным методом принудительной синхронизации мод CO_2 - лазеров.

Поступила в редакцию
30 марта 1970 г.

Л и т е р а т у р а

1. Wood O. R., Schwarz S. E. Appl. Phys. Lett., 11, 88 (1967).
2. Аракелян В. С., Карлов Н. В., Прохоров А. М. Письма в ЖЭТФ 10, 279 (1969).
3. John. H. McCoу. Appl. Phys. Lett., 15, 353 (1969).
4. Микаелян А. Л., Коровицин Л. В., Наумова Л. В. Письма в ЖЭТФ 2, 37 (1965).
5. Vambini A., Burlamacchi P., J. Appl. Phys., 39, 4864 (1968).