

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ЭЛЕКТРОИОНИЗАЦИОННЫЙ CO_2 -ЛАЗЕР

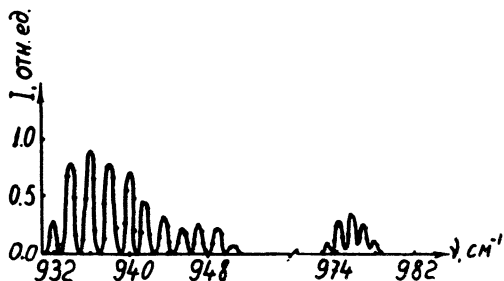
Н. Г. Басов, Э. М. Беленов, В. А. Давидчич,
О. М. Керимов, А. С. Подссонный, А. Ф. Сучков

Авторами работы /1/ был предложен метод создания молекулярного лазера, перестраиваемого в широкой области спектра. Метод основан на возможности возбуждения колебательно-вращательных переходов ангорманической молекулы при давлениях, достаточных для плавной перестройки частоты генерации между перекрывающимися вследствие ударного уширения колебательно-вращательными линиями молекулы.

В настоящей работе приводятся результаты первых экспериментов по перестройке частоты генерации электроионизационного CO_2 -лазера /2/ при давлении рабочей смеси до 8 атм и широком варьировании процентного содержания N_2 в рабочей смеси $\text{CO}_2\text{-N}_2$ (от 10% до 80%). Для создания объемной ионизации газа через один из электродов, представляющий собой тонкую вольфрамовую фольгу (30 мк), вводился электронный пучок от ускорителя с холодным катодом со следующими параметрами: длительность импульса $2 \cdot 10^{-8}$ сек, плотность тока $10+20$ а/см², энергия электронов ~ 1 Мэв. Напряжение на электроды подавалось с конденсатора емкостью 10^{-2} мкф. Активная область лазера имела размеры 0,6 x 1 x 4 см. Для вывода излучения с глухого сферического зеркала ($R = 1,5$ м) на подложке из иртран-У1 была снята часть золотого покрытия в виде полоски шириной 0,5 мм, совпадающей с краем активной области. В качестве дискриминирующего устройства использовалась плоская реплика (теоретическая разрешающая сила равна 1500). Расстояние между зеркалом и репликой составляло 30 см. Для подавления угловых мод перед решеткой ставилась диафрагма - щель шириной 3 мм.

На рисунке 1 приведен типичный спектр излучения CO_2 -лазера ($P = 3$ атм, смесь 1:1). Максимальная перестройка частоты

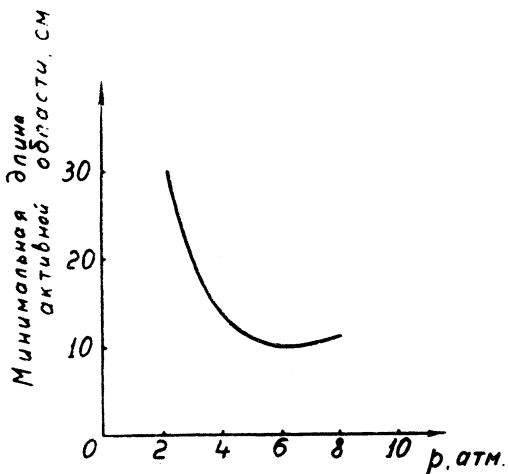
генерации была получена на 15 вращательных линиях р-ветви ($P(4) + P(32)$) и 10 вращательных линиях R-ветви ($R(10) + R(28)$), что соответствует области перестройки от 930 до 985 см^{-1} . Для смеси 1:2 ($\text{CO}_2 - \text{N}_2$) при давлении 8 атм была осуществлена плавная перестройка частоты генерации внутри силь-



Р и с. 1. Спектр излучения электроионизационного CO_2 -лазера для смеси (1:1) $\text{CO}_2 - \text{N}_2$ ($P = 3$ атм).

но уширенных колебательно-вращательных линий в пределах $0,4 \text{ см}^{-1}$, что составляет примерно 20% от разности частот соседних линий. Между вращательными линиями наблюдался срыв генерации, что связано с конкуренцией двух явлений - с одной стороны, при увеличении давления происходит уширение линий $(\Delta\nu)_л = \alpha P$, $\alpha \approx 0,1 \text{ см}^{-1}/\text{атм}$ - коэффициент ударного уширения $/3/$, где P - давление смеси в атм), с другой стороны, как показали настоящие эксперименты, при давлениях $P > 3$ атм максимально достижимый для данного давления коэффициент усиления уменьшается. Уменьшение коэффициента усиления обусловлено отступлением от линейной зависимости величины напряженности поля статического пробоя газового промежутка от давления. Для получения плавной перестройки частоты генерации необходимо повысить добротность резонатора путем увеличения длины активной области. Результаты настоящей работы позволяют оценить минимальную длину активной области электроионизационного CO_2 -лазера, достаточную для плавной перестройки, при условии, что плотность возбуждения, определяемая параметрами электронного пучка, останется такой же. Полученная зависимость минимальной для достижения плавной перестройки частоты генера-

ции длины активной области от давления показана на рис. 2. Наименьшая длина активной области ≈ 10 см, а давление, необходимое для плавной перестройки, при такой длине составляет 6 атм.



Р и с. 2. Зависимость минимальной для плавной частоты генерации длины активной области от давления.

Один из методов, позволяющих понизить требования к величине добротности резонатора, необходимой для плавной перестройки частоты генерации, заключается в использовании смесей изотопов ($C^{12}O_2^{16}O^{18}$, $C^{13}O_2^{16}$, $C^{13}O_2^{13}$ и т.д.) в качестве активных веществ. Расчеты показывают, что использование в лазерной смеси $CO_2 - N_2$ соединения $C^{12}O_2^{16}O^{18}$, частоты колебательно-вращательных переходов в спектре излучения которого расположены в два раза чаще, чем в спектре $C^{12}O_2^{16}$ /4/, даст возможность получить плавную перестройку при давлении 6 атм (смесь 1:2) на настоящей экспериментальной установке (длина активной области 4 см). Использование смесей изотопов, по-видимому, позволит получать плавную перестройку частоты генерации при давлениях меньше 6 атм.

Поступила в редакцию
22 февраля 1972 г.

Л и т е р а т у р а

1. Н. Г. Басов, Э. М. Белезов, В. А. Данилычев, А. Ф. Сучков. Письма в ЖЭТФ, 14, 545 (1971).
2. Н. Г. Басов, Э. М. Белезов, В. А. Данилычев, А. Ф. Сучков. Квантовая электроника, 3, 121 (1971); Н. Г. Басов, Э. М. Белезов, В. А. Данилычев, О. М. Керимов, И. Б. Ковш, А. Ф. Сучков. Письма в ЖЭТФ, 14, 421 (1971).
3. D. E. Burch, D. A. Gryvnak, R. R. Patty, C. E. Bartky. J. Opt. Soc. Am., 59, 267 (1969).
4. М. А. Ельяшевич. Атомная и молекулярная спектроскопия. М., Физматгиз, 1962 г.