

ПАССИВНАЯ МОДУЛЯЦИЯ ДОБРОТНОСТИ СО₂-ЛАЗЕРА ПРОСВЕТЛЯЮЩИМИСЯ ФИЛЬТРАМИ НА ОСНОВЕ ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

В. А.[®] Бугаев и Э. П. Шлитерис

Сообщается о наблюдении пассивной модуляции излучения СО₂-лазера парами пяти гетероциклических соединений: 1,3 и 1,4-диоксана С₄Н₈О₂, тиофена С₄Н₄S, тетрагидрофурана С₄Н₈О и пиридина С₅Н₅N. Все исследованные молекулы являются пяти и шестичленными плоскими кольцами.

Ранее модуляция на гетероциклических соединениях наблюдалась с использованием паров ароматических галогеноводородов [1]. В эксперименте использовался СО₂-лазер обычной конструкции. Длина резонатора 4 м. Перестройка осуществлялась решеткой 150 штрихов/мм. Наблюдалась вращательные переходы от $J=10$ до $J=32$. Одно из поворотных зеркал, размещенных внутри резонатора, установлено на пьезокерамике. Поглощающая кювета, расположенная внутри резонатора, выполнена из отрезка круглого медного волновода длиной 1,1 м. Внутренний диаметр волновода 16,6 мм. При измерениях показателя поглощения такая же кювета располагалась вне резонатора.

С тиофеном модуляция наблюдалась на семи линиях: $R(14)$, $R(16)$, $R(22)$ — $R(28)$ и $P(24)$, расположенных вблизи частот плоских колебаний молекулы ν_8 (1079 см⁻¹) и ν_6 (1032 см⁻¹) [2].

С пиридином модуляция наблюдалась только на линии $P(22)$. С ветвями P и R СО₂-лазера перекрываются полосы поглощения в пиридине ν_8 (1032 см⁻¹) и ν_7 (1068 см⁻¹) [2]. Поглощение пиридином многих линий СО₂-лазера использовалось ранее для получения субмиллиметрового излучения на чисто вращательных переходах в возбужденном колебательном состоянии [3].

В работе [3] переходу $P(22)$ соответствует одна из самых мощных субмиллиметровых линий.

С 1,4-диоксаном наблюдалась модуляция 11 линий: $P(16)$ — $P(24)$, $P(30)$, $P(14)$ — $P(18)$, $P(24)$, $P(32)$. Известны линии поглощения в 1,4-диоксане, центры которых располагаются вблизи 9,22 мкм (плоские несимметричные колебания кольца) и 9,53 мкм [4].

Молекула 1,3-диоксана в отличие от 1,4-диоксана имеет дипольный момент. Наблюдалась модуляция 9 линий $P(14)$ — $P(30)$ полосы 00⁰1—02⁰0 СО₂-лазера.

С тетрагидрофураном получена модуляция 5 линий $P(12)$ — $P(16)$, $P(22)$ — $P(24)$. Эти линии находятся вблизи сильной полосы 1076 см⁻¹, связанной с плоскими несимметричными колебаниями кольца [5].

Показатель поглощения излучения СО₂-лазера исследованными веществами не превосходил нескольких единиц 10⁻³ см⁻¹ тор⁻¹. Величина показателя поглощения вычислялась по формуле $\alpha = \lg(I_0/I)/pL$, где I_0 и I — интенсивности падающего и прошедшего измерений, p — давление, L — длина поглощающей кюветы.

Например, величина α в тиофене для центра линии $P(22)$ равна $0,9 \cdot 10^{-3}$, в 1,4-диоксане для центра линии $P(14)$ $\alpha = 2 \cdot 10^{-3}$, в 1,3-диоксане поглощение линии $P(22)$ меняется по контуру от 2,4 до $2,9 \cdot 10^{-3}$ (рис. 1, б). Здесь же представлено изменение I и I_0 по контуру линии (рис. 1, а).

Диапазон пассивной модуляции по давлению паров в кювете колеблется в пределах от нескольких десятков до нескольких сотен миллитор и зависит как от интенсивности лазерной линии, так и поглощения излучения фильтром. Например, линии $P(14)$ и $P(16)$ близки по интенсивности, однако вследствие того, что первая линия сильнее поглощается 1,4-диоксаном, диапазон Q -модуляции для первой линии в наших условиях составлял 30—120 мТор, а для второй — 170—380 мТор.

Ширина и положение частотного диапазона Q -модуляции зависят как от экспериментальных условий, так и от знака и величины частотной расстройки пары линий — линий генерации и поглощения [6]. Характерен режим Q -моду-

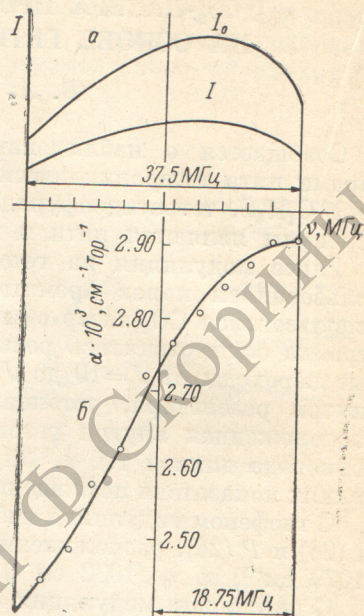
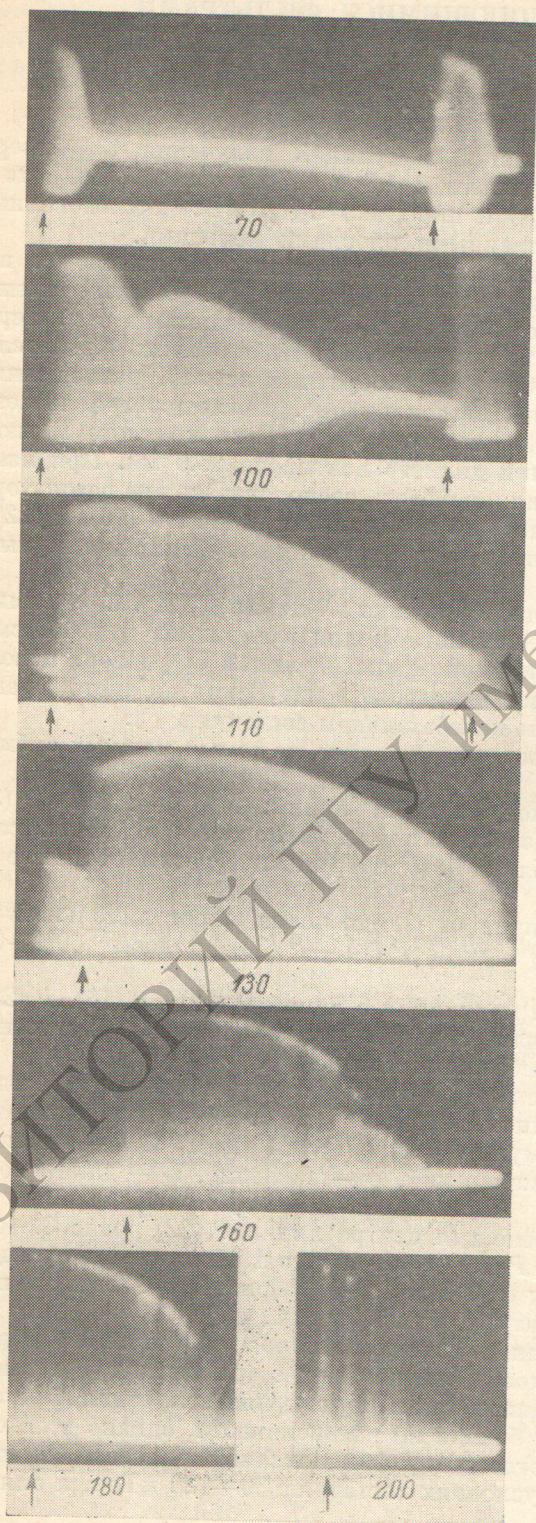


Рис. 1. Зависимости интенсивности CO_2 -лазера до и после поглощающей ячейки (а) и коэффициента поглощения в парах 1,3-диоксана на линии Р (22) полосы $00^{\circ}1-02^{\circ}0$ (б) от частоты генерации CO_2 -лазера в пределах одной продольной моды.

←

Рис. 2. Развитие режима модулированной добротности в зависимости от давления паров 1,3-диоксана на линии Р (22) полосы $00^{\circ}1-02^{\circ}0$.

В отличие от рис. 1 частота уменьшается слева направо. Вследствие теплового ухода длины резонатора начало продольной моды на осциллограммах последовательно смещается с увеличением давления вправо (показано стрелкой). Возле каждой осциллограммы указано давление (мТор).

ляции на линии $P(22)$ полосы 9.6 мкм при использовании 1,3-диоксана в качестве просветляющего фильтра. На рис. 2 представлены режимы пассивной модуляции, наблюдаемой на экране осциллографа при изменении длины резонатора с помощью пьезокерамики. При малых давлениях Q -модуляции возникает при максимально возможном поглощении, т. е. вблизи центра линии поглощения (рис. 1, б). При увеличении давления частотный диапазон расширяется в сторону меньших поглощений.

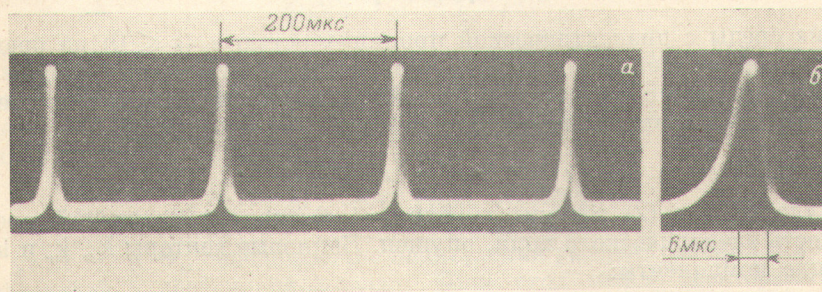


Рис. 3. Вид импульсов Q -модуляции в 1,3-диоксане при давлении 130 мТор.

При дальнейшем увеличении давления (160 мТор и выше, рис. 2) частотный диапазон Q -модуляции сужается с одновременным понижением частоты повторения импульсов до полного срыва. Частота и длительность импульсов Q -модуляции, типичные для газообразных просветляющихся сред, до нескольких десятков килогерц и нескольких микросекунд соответственно. Эти величины наблюдались со всеми исследованными веществами. Соответствующее фото представлено на рис. 3.

Новые молекулярные резонансы помимо модуляции излучения CO_2 -лазера могут быть использованы также в спектроскопии высокого разрешения соответствующих молекул, для изучения процессов колебательно-вращательной кинетики, при количественном анализе, для получения субмиллиметрового лазерного излучения и т. д.

Литература

- [1] J. R. Isatt, G. F. Caudle, V. L. Bean. Appl. Phys. Lett., 25, 446, 1974.
- [2] Л. М. Свердлов, М. А. Ковнер, Е. П. Крайнов. Колебательные спектры многоатомных молекул. «Наука», М., 1970.
- [3] С. Ф. Дюбко, Л. Д. Фесенко, Л. П. Демина. Всесоюзный симпозиум по приёмам, технике и распространению миллиметровых и субмиллиметровых волн в атмосфере. Тезисы докладов и сообщений, М., 1976.
- [4] D. Welti. Infrared Vapour Spectra. London, 1970.
- [5] A. Palm, E. R. Bissel. Spectrochim. Acta, 16, 459, 1960.
- [6] A. D. Devir, U. P. Oppenheim. Appl. Optics, 16, 2757, 1977.

Поступило в Редакцию 2 декабря 1980 г.

УДК 535.39+535.345.1

ВЕКТОРНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ФОРМУЛ ФРЕНЕЛЯ

О. В. Константинов, Ю. Ф. Романов и А. Ф. Рыжков

Формулы Френеля, определяющие амплитудные и энергетические коэффициенты отражения и пропускания света на границе раздела двух сред, обычно приводятся для двух основных типов поляризации падающей волны TE и TM . В монографии Борна и Вольфа [1] получены формулы, выражающие амплитудные коэффициенты в векторном виде и справедливые при произвольной