

плотности жидкости и значению скорости потока на бесконечности. При плоском обтекании идеальной жидкостью крыла с острой задней кромкой величина Ц. с. определяется *Чаплыгина — Жуковского постулатом*. При обтекании крыла конечного размаха, хорда к-рого в плане меняется, Ц. с. вдоль размаха крыла также меняется.

Лит. см. при ст. *Механика*.

Л. Г. Лойцянский.

С-ЧЁТНОСТЬ — то же, что *зарядовая чётность*.

СО₂-ЛАЗЕР — *газовый лазер*, к-рый генерирует и усиливает эл.-магн. излучение на переходах между колебат. уровнями осн. электронного состояния молекулы двуокиси углерода. Генерация получена на большом числе (неск. тысяч) колебательно-вращат. переходов в ср. ИК-диапазоне (рис. 1). Мощность генерации в непрерывном режиме достигает сотен кВт, энергия излучения в импульсном режиме — десятков кДж, кпд генерации — до 15—20%.

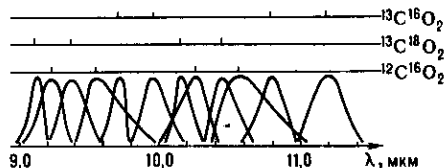


Рис. 1. Огибающие интенсивностей колебательно-вращательных переходов основных полос для изотопов СО₂.

СО₂-л. широко применяются в таких областях, как технология обработки материалов, лазерный УТС, научные исследования, селективная лазерная химия, лазерная термхимия и разделение изотопов, исследование окружающей среды, локация, связь и др.

Впервые генерация на молекулах СО₂ получена К. Пателом (С. К. N. Patel) в 1964 путём смещения углекислого газа с потоком молекул N₂, возбуждённых в газовом разряде.

Молекула СО₂ линейна и в изотопических модификациях с одинаковыми атомами кислорода симметрична. В осн. электронном состоянии при $l=0$ у колебат. состояний, симметричных по отношению к перестановке атомов кислорода, вращат. квантовые числа J чётные, у антисимметричных состояний — нечётные. Поэтому в осн. полосах 9,4 мкм и 10,4 мкм (см. табл. и рис. 2) и соответствующих полосах секвенции ($00^0v \rightarrow 10^0v-1, 02^0v-1$) существуют только переходы P - и R -ветви ($J \rightarrow J-1$) и ($J \rightarrow J+1$), J — вращательное квантовое число ниж. уровня перехода (см.

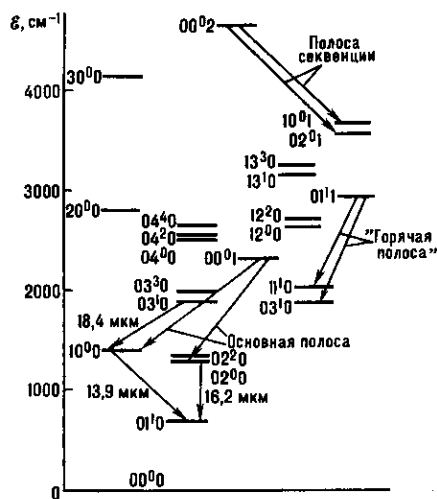


Рис. 2. Схема нескольких нижних колебательных уровней основной изотопической модификации (¹²С¹⁶О₂) молекулы СО₂. Стрелками обозначены некоторые лазерные переходы; наиболее сильные из них — с уровня 00⁰1 на уровни 10⁰0 и 02⁰0.

Энергии некоторых лазерных колебательных уровней ¹²С ¹⁶О и длины волн λ переходов между ними

Верхнее состояние		Нижнее состояние		
$v_1 v_2 v_3$	$E_2, \text{см}^{-1}$	$v_1 v_2 v_3$	$E_1, \text{см}^{-1}$	$\lambda, \text{мкм}$
02 ⁰ 0	1285,8	01 ¹ 0	667,4	16,17
10 ⁰ 0	1388,1	01 ¹ 0	667,4	13,88
00 ⁰ 1	2349,4	02 ⁰ 0	1285,8	9,40
00 ⁰ 1	2349,4	10 ⁰ 0	1388,1	10,40
03 ⁰ 0	1932,5	10 ⁰ 0	1388,1	18,37
01 ¹ 0	3004,0	13 ¹ 0	1932,5	9,33
01 ¹ 1	3004,0	11 ¹ 0	2076,9	10,79
00 ⁰ 2	4673,3	02 ⁰ 1	3612,8*	9,43
00 ⁰ 2	4673,3	10 ⁰ 1	3714,8*	10,43
10 ⁰ 1	3714,8	10 ⁰ 0	1388,1	4,30

* Генерация была получена также на всех полосах секвенции $00^0v \rightarrow 10^0v-1$ и $00^0v \rightarrow 02^0v-1$ при $v < 6$.

Молекулярные спектры. [В обозначениях уровней квантовых числа $v_1 v_2 v_3$ соответствуют числам квантов симметричного, деформационного и антисимметричного типов колебаний молекул (мод); число l связано с вырождением деформационной моды и определяет величину момента импульса колебательного движения, направленного вдоль оси молекулы.] При $|l| \neq 0$ ограничений по чётности J нет; причём $J \geq 1$, в колебательно-вращат. спектре присутствуют также переходы Q -ветви $J \rightarrow J$ [«горячие» полосы ($01^11 \rightarrow 13^10, 11^10$), длинноволновые переходы]. Если атомы кислорода в молекуле относятся к разным изотопическим модификациям, то также нет ограничений по чётности J и в колебательно-вращат. спектре присутствуют переходы всех трёх ветвей независимо от величины l .

Принцип действия СО₂-л. можно объяснить с помощью известной в квантовой электронике 4-уровневой схемы с учётом особенностей кинетики колебат. уровней молекул. Ниж. уровни колебат. мод в первом приближении можно рассматривать как расположенные эквидистантно по энергии состояния гармонических осцилляторов. При столкновениях одинаковых молекул переходы между уровнями одной моды имеют резонансный характер и происходят с частотой, как правило, значительно превышающей частоты накачки и столкновительной дезактивации. Вследствие этого устанавливается больцмановское распределение населённости этих уровней, характеризующее колебат. темп-рой моды. Термодинамически неравновесный характер состояния молекул проявляется в отличии темп-р мод друг от друга и от темп-ры поступательных и вращат. степеней свободы молекул. Процессы преобразования энергии, в ходе к-рых образуется инверсная населённость, происходят между блоками уровней, принадлежащих к отд. модам. Энергии переходов между компонентами мультиплетов с отличающимися на единицу числом квантов деформационной моды не равны кванту этой моды, но различаются не слишком сильно. При темп-рах, характерных для большинства режимов работы СО₂-л., распределение населённости уровней смешанных мод, пренебрегая неэквидистантностью, можно считать больцмановским с общей темп-рой.

Осн. процессы, определяющие населённости лазерных уровней молекул СО₂, показаны на рис. 3. Уровень 00⁰1 относится к блоку уровней антисимметричной моды, уровни 10⁰0 и 02⁰0 — к блоку уровней смешанных мод. Лазер работает следующим образом. Источник накачки возбуждает с частотой P_{04} колебания молекул — накопителей энергии, в качестве к-рых чаще всего используют молекулы азота. Столкновительная

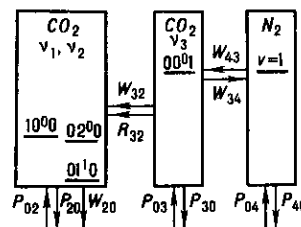


Рис. 3.