

О ВЛИЯНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ АКТИВНОЙ СРЕДЫ НА ПРОЦЕСС ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНОГО СО₂-ЛАЗЕРА

В. В. Невдах

Институт физики им. Б. И. Степанова НАН Беларуси, г. Минск

Согласно общепринятой точке зрения (см., например, обзор [1] или монографию [2]) температура активной среды электроразрядного СО₂-лазера ограничивает мощность его генерации. По мере увеличения вкладываемой в разряд энергии увеличивается и ее количество идущее на нагрев газа. Увеличение температуры газа приводит к увеличению тепловой населенности нижнего (в [1] утверждается, что это происходит экспоненциально) и ускорению релаксации верхнего лазерных уровней и при достижении некоторой критической температуры инверсия населенностей в активной среде исчезает. Поэтому одним из основных условий работы электроразрядного СО₂-лазера является наличие эффективного охлаждения его активной среды. Введена даже классификация СО₂-лазеров в соответствии с методами их охлаждения. Некорректность такой точки зрения заключается в неприменимости положения об экспоненциальном увеличении населенности нижнего лазерного уровня при увеличении температуры к молекуле СО₂. Действительно, согласно температурной модели СО₂-лазера населенность этого уровня определяется выражением

$$N_{100} = N(1-X_1)(1-X_2)^2(1-X_3)X_1,$$

где N – концентрация молекул СО₂, $X_i = \exp(-h\nu_i/kT_i)$, $h\nu_i$ и T_i – колебательный квант и колебательная температура i -ой моды соответственно. Видно, что даже в равновесном случае, когда все колебательные температуры одинаковы и равны температуре газа, величина N_{100} не растет экспоненциально с ростом температуры. В условиях же колебательного неравновесия, характерного для активных сред СО₂-лазеров, это тем более не выполняется. Поэтому инверсия населенностей может быть и при высоких температурах газа, если электрический разряд обеспечивает соответствующие колебательные температуры. Как отмечалось ранее в [3] для оптимальной работы СО₂-лазеров не нужны низкие температуры газа. В этом случае меняются требования к системе охлаждения лазера.

В работе обсуждается возможность создания неохлаждаемых электроразрядных CO₂-лазеров среднего уровня мощности.

1. Абильсиитов Г.А., Велихов Е.П., Голубев В.С. и др. // Квантовая электроника. - 1981. - Т. 8. - С. 2517.
2. Витteman В. CO₂ лазер. - М., 1990.
3. Невдах В.В. // Квантовая электроника. - 1999. - Т. 27. - С. 9.

НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИКА CO₂-ЛАЗЕРА, ГЕНЕРИРУЮЩЕГО НА ПАРАХ ЛИНИЙ ОСНОВНОЙ И НЕТРАДИЦИОННЫХ ПОЛОС

Б. Ф. Кунцевич

Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, г. Минск

До настоящего времени основное внимание уделялось исследованию многоволновых CO₂-лазеров, в которых генерация происходит одновременно на нескольких колебательно-вращательных линиях в одной и той же колебательной полосе. Такие многоволновые системы представляют интерес для решения ряда научных и прикладных задач.

В данной работе приведены результаты теоретического исследования нелинейно-динамических режимов излучения двухволнового CO₂-лазера низкого давления (12 Торр) с непрерывным разрядом, генерирующего на различных парах линий основной и горячей полосы (00⁰1-10⁰0 и 01¹1-11¹0), либо основной и секвенционной (00⁰1-10⁰0 и 00⁰2-10⁰1). Предполагается, что каждому каналу генерации соответствует отдельный резонатор, а двухволновая генерация происходит в одном и том же объеме активной среды. В этом случае каналы генерации "связаны" посредством столкновительных процессов внутримодового и межмодового обмена колебательной энергией. В активном канале (АК) переменная составляющая потерь модулируется по гармоническому закону, а в пассивном канале (ПК) потери фиксированы.

Получены нелинейные амплитудно-частотные характеристики (АЧХ) для АК и ПК при двухволновом режиме генерации. При определенном выборе параметров АЧХ содержат традиционные резонансные пикки в области частот модуляции потерь $f_m \cong 50$ кГц (для АК, для