

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ЕМКОСТНОМ РАЗРЯДЕ

Л.Н.ОРЛОВ<sup>1</sup>, Ш. аль ХАВАТ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт физики АН Беларуси, 220600 Минск, пр.Скарины, 68, Беларусь

<sup>2</sup> Atomic Energy Commission of Syria, Damascus, P.o. Box 6091, SAR

Значительный интерес, проявляемый в последние годы (Hall e.a., 1987; Райзер и др., 1995) к исследованию высокочастотного емкостного разряда (ВЧЕР), связан в первую очередь с возможностью создания новых компактных и высокоэффективных источников света. При разработке таких систем основная проблема состоит в расчете интенсивности различных спектральных линий используемых газов. Следуя методике, развитой В.А.Фабрикантом (1940) для случая тлеющего разряда постоянного тока (ТРПТ), при известных функции распределения электронов по энергиям в разряде (ФРЭЭ) и температуре электронов  $T_e$ , зная сечения возбуждения различных уровней, можно рассчитать их населенности, а по известным силам осцилляторов - интенсивности различных переходов.

По своим оптическим характеристикам ВЧЕР подобен ТРПТ, но имеет существенные отличия по виду ФРЭЭ. В нашей работе (Орлов и др., 1993) показано, что при произвольной частоте  $\omega$  приложенного поля ФРЭЭ представляет собой немаксвелловскую функцию, состоящую из основной однородной части  $f_0$ , определяемой соударениями электронов с бесструктурными частицами, и неоднородной части, зависящей от конкретного вида сечений неупругих столкновений электронов с частицами газа и приводящей к глубоким "провалам" во ФРЭЭ (например, для молекул  $CO_2$  - в области энергий 3-5 эВ). Используя разложение интеграла столкновений в ряд, можно аппроксимировать функцию  $f_0$  в виде следующего выражения:

$$f_0 = e^{-x} \left[ 1 + \frac{x}{x_1} \right]^\alpha \frac{n_e \left[ \frac{m}{2\pi kT} \right]}{1 + \frac{3}{2} \frac{\alpha}{\alpha + x_1} + \sum_{j=2}^{\infty} \frac{(2j-3)!! (4j^2-1)}{j! (\alpha + x_1)^j} \alpha \dots (\alpha - j + 1)},$$

$$\text{где } \alpha = \left[ \frac{eE_0 \lambda}{kT} \right]^2, x_1 = \frac{m(\omega \Lambda)^2}{2kT}, x = \frac{\varepsilon}{kT},$$

м,  $\varepsilon$  и  $\Lambda$  - масса, энергия и длина свободного пробега электрона, М - масса частицы газа.

В двух предельных случаях эта часть ФРЭЭ сводится к известным функциям: при  $\omega \rightarrow 0$  она переходит в функцию Дрювестейна вида

$$f_0 = A \cdot \exp(-a \cdot \varepsilon^2), \text{ а при } \omega \rightarrow \infty - \text{ близка к функции Максвелла.}$$

При обычно используемых для возбуждения ВЧЕР частотах 1 - 200 МГц по сравнению с РПТ, ФРЭЭ обладает значительным избытком электронов с энергиями 0,5 - 2 эВ и свыше 10 эВ и, следовательно, обеспечивают более высокую эффективность возбуждения либо нижних колебательных уровней молекул, либо достаточно высоко лежащих электронных уровней, например в инертных газах.

В докладе приведены результаты численного моделирования активных сред ряда перспективных лазерных систем с ВЧЕР-возбуждением, в первую очередь - волноводных CO<sub>2</sub> и He-Ne лазеров, с использованием данных о сечениях различных процессов из книги (Орлов, 1991) и о параметрах ВЧ плазмы - из книги (Райзер и др., 1995). Показано, что оптимальное использование такого возбуждения позволяет создать компактные и весьма эффективные лазеры с планарной, коаксиальной или многоэлементной геометрией активных среды. Возможность однородного возбуждения ВЧЕР в большом объеме газа при существенном повышении светоотдачи позволяет разработать новый класс источников света типа световых таблиц, в том числе - с управляемыми пространственными характеристиками излучения.

### Литература.

- Орлов Л.Н.: 1991, "Тепловые эффекты в активных средах газовых лазеров", Наука і тэхніка, Минск
- Орлов Л.Н., Некрашевич Я.И. : 1993, в сб. "Современная оптика и лазерная физика", с.63-93, ИФАНБ, Минск.
- Райзер Ю.П., Шнейдер М.Н., Яценко Н.А.: 1995, "Высокочастотный емкостной разряд", Наука, Москва.
- Фабрикант В.А.: 1940, "Электронные и ионные приборы", т.41, ВЭИ, Москва
- Hall D., Hill C.: 1987, in "Handbook of molecular lasers", p. 165- 258, M.Dekker Inc., New York