

- [1] *Adachi H., Mitsuya T., Yamazaki O.* Jap. J. Appl. Phys., 1985, v. 24, p. 287—289.
 [2] *Higashino H., Kawaguchi T., Adachi H.* Abstr. Sixth Inter. Meet. on ferroelectricity, 1985, Japan, p. 54.
 [3] *Антонов Н. Н., Бунзин И. М., Вендик О. Г.* и др. Сегнетоэлектрики в технике СВЧ. М.: Сов. радио, 1979. 271 с.
 [4] *Мухортов Вас. М., Головки Ю. И., Мухортов Вл. М.* и др. Письма в ЖТФ, 1979, т. 5, № 19, с. 1175—1177.
 [5] *Mikhortov Vas. M., Golovko Yu. I., Aleshin V. A.* et al. Phys. Stat. Sol. (a), 1983, v. 78, N 1, p. 253—257.
 [6] *Вендик О. Г., Ильинский Л. С., Смирнов А. Д.* и др. ЖТФ, 1984, т. 54, № 4, с. 772—777.
 [7] *Радченко М. Г., Свиридов Е. В., Бондаренко Е. И.* и др. Деп. ВИНТИ, 1984, № 6268-84 Деп.
 [8] *Алешин В. А., Мухортов Вас. М., Головки Ю. И.* и др. ФТТ, 1983, т. 25, № 2, с. 612—614.
 [9] *Пиралова А. Т., Алешин В. А., Мухортов В. М.* и др. Кристаллография, 1986, т. 31, № 6, с. 1175—1179.
 [10] *Гублер М. И., Кейс В. Н., Смирнов А. Д.* и др. В сб.: Элементарные возбуждения в сегнетоэлектриках. Л., 1983, с. 66—69.
 [11] *Боков Б. А.* ЖТФ, 1957, т. 27, № 8, с. 1784—1793.
 [12] *Захарченко И. Н., Мухортов В. М., Никитин Я. С.* и др. Деп. ВИНТИ, 1986, № 8816-В86 Деп.
 [13] *Гительсон А. А., Лерер А. М.* Изв. Северо-Кавказского научного центра высшей школы, естественные науки, 1977, № 1, с. 45—48.
 [14] *Viruykov S. V., Mikhortov V. M., Margolin A. M.* et al. Ferroelectrics, 1984, v. 56, N 1—2, p. 115—119.

Ростовский
государственный университет
Научно-исследовательский
институт физики

Поступило в Редакцию
2 июня 1987 г.

УДК 537.523.74

Журнал технической физики, т. 58, в. 7, 1988

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗБУЖДЕННЫХ АТОМОВ ВОДОРОДА ПО СКОРОСТЯМ В НЕРАВНОВЕСНОЙ ПЛАЗМЕ ВЧ РАЗРЯДА

Е. Т. Протасевич, А. Л. Дейнеженко, В. Капичка, А. Браблец

Известно, что для расчета скоростей протекания химических реакций в слабоионизированной плазме необходимо знать функции распределения электронов, атомов и молекул в каждой из колебательных мод по скоростям или энергиям [1]. В настоящее время практически отсутствует информация, в которой эти вычисления выполнены для воздуха, содержащего молекулы H_2O .

Цель данной работы — экспериментальное исследование деформации функции распределения возбужденных атомов водорода по скоростям $F(v)$ в зависимости от состава смеси (воздух + H_2O).

Эксперимент выполнен на установке, подробное описание которой приведено в [2] для случая, когда разряд был стационарным ($f=37$ МГц, $P=200$ Вт), давление в разрядной трубке p составляло сотни—тысячи Па, а средняя концентрация молекул H_2O в потоке водно-капельного аэрозоля, поступающего в зону разряда N , была равна $1.3 \cdot 10^{22}—8 \cdot 10^{23} \text{ м}^{-3}$.

Непосредственный расчет $F(v)$ производился по доплеровскому уширению линии $H\beta$ ($\lambda=486.16$ нм), так как она присутствовала практически во всех экспериментах при всех значениях параметра N/p . Для определения $F(v)$ использованы уравнения, приведенные в [3]. Истинный контур спектральной линии $\varphi(\lambda)$ связан с экспериментальным контуром $f(\lambda)$ интегральным уравнением Фредгольма I рода

$$\int_{-\infty}^{\infty} K(\lambda - \lambda') \varphi(\lambda') d\lambda' = f(\lambda), \quad (1)$$

где $K(\lambda - \lambda')$ — аппаратная функция интерферометра Фабри—Перо, измеренная по эталонному источнику Cd ($\lambda=479.97$ нм). Для учета априорной информации о положительности

контура при решении (1) использован метод сопряженных градиентов с проектированием на множество векторов с неотрицательными компонентами [3]. Это позволило избежать ложных провалов на крыльях контура $\varphi(\lambda)$, затрудняющих интерпретацию результатов и использование их для дальнейших расчетов.

Функция распределения возбужденных атомов водорода $F(v)$ непосредственно определяется из решения интегрального уравнения Вольтерра I рода, правой частью которого служило решение уравнения (1).

После обработки экспериментальных результатов была определена область параметров среды (воздух + H_2O) и высокочастотного ионизирующего излучения, при которых проявляются аномальные свойства газового разряда, такие как резонансное охлаждение плазмы [2], нарушение термодинамического равновесия и сильные отклонения функции $F(v)$ от максвелловского распределения.

На рисунке показаны функции распределения возбужденных атомов водорода по скоростям, полученные по описанной выше методике, в зависимости от концентрации молекул воды для $N/p = 0.82 \cdot 10^{20}$ (1), $2.47 \cdot 10^{20}$ (2) и $3.25 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3} \cdot \text{Па}^{-1}$ (3); $T \approx 900$ (1), ≈ 400 (2) и 620 К (3). На рисунке приведено также максвелловское распределение (кривая 4), имеющее среднеквадратичную скорость, одинаковую с распределением 2. Видно, что распределение 2 характеризует экстремально высокую степень моноэнергетичности функции $F(v)$. При этом в интервале $0.20 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3} \cdot \text{Па}^{-1} \leq N/p \leq 3.25 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3} \cdot \text{Па}^{-1}$ полуширина распределения $F(v)$ изменяется более чем в два раза. В точке экстремума $F(v)$, когда $N/p \approx 2.47 \cdot 10^{20} \text{ м}^{-3} \cdot \text{Па}^{-1}$, распределение, полученное экспериментальным путем, сильнее отличается от максвелловского, чем при других значениях параметра N/p .

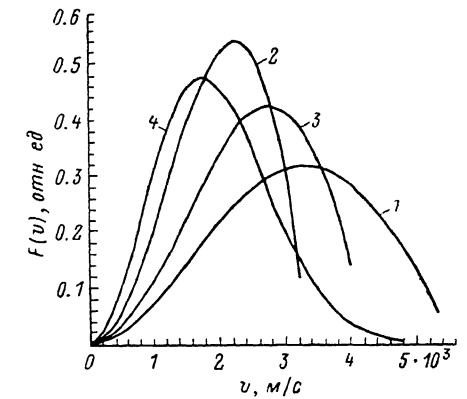
Отмеченные выше обстоятельства деформации функции распределения возбужденных атомов водорода в неравновесной плазме ВЧ разряда играют принципиальную роль при анализе физических процессов, протекающих в плазме такого типа.

Литература

- [1] Русанов В. Д., Фридман А. А., Шолин Г. В. УФН, 1981, т. 134, № 2, с. 185—214.
- [2] Протасевич Е. Т., Капичка В., Браблец А. ЖТФ, 1985, т. 55, № 4, с. 743—745.
- [3] Оторбаев Д. К., Очкин В. И., Преображенский Н. Г. и др. ЖЭТФ, 1981, т. 81, р. 5 (11), с. 1626—1638.
- [4] Тилонов А. Н. Регуляризирующие алгоритмы и априорная информация. М.: Наука, 1983. 198 с.

Научно-исследовательский институт ядерной физики
при Томском политехническом институте
им. С. М. Кирова

Поступило в Редакцию
4 июня 1987 г.



Деформация функции распределения возбужденных атомов водорода по скоростям при различных значениях параметра N/p , нормированных на единичную площадь.