

ЭМПИРИЧЕСКАЯ ФОРМУЛА ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА РАСПАДА НЕИДЕАЛЬНОЙ ПЛАЗМЫ ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ЭЛЕКТРОНОВ

О.А.Федорович, Л.М.Войтенко

Институт ядерных исследований, проспект Науки, 47, Киев, 03680, Украина,
e-mail: oafedorovich@kinr.kiev.ua

Рекомбинационные процессы в неидеальной плазме (НП) изучены недостаточно как теоретически, так и экспериментально. Это связано со сложностью теоретического описания процессов протекающих в неидеальной плазме [1-6]. Экспериментальные результаты тоже сложно получить т.к. неидеальная плазма в лабораторных условиях существует очень короткие времена – nano- micro and millisec. Нет оборудования и методик позволяющих измерять параметры НП. Только в последние годы появилось несколько теоретических работ посвященных этой теме [1]. Необходима экспериментальная проверка теоретических работ. Эта работа посвящена получению эмпирической формулы для зависимости скорости распада плазмы от концентрации электронов.

В работе [5-7] приводятся экспериментальные результаты зависимостей коэффициентов распада от концентрации электронов в двойном логарифмическом масштабе. По результатам этих работ коэффициент распада плазмы практически линейно уменьшается с увеличением концентрации электронов в плазме. По результатам работы подобрана эмпирическая формула:

$$K=4.9 \cdot 10^8 (N_e)^{-1.2} = 4.9 \cdot 10^8 \cdot N_e^{-6/5}$$

Где $\frac{dN_e}{dt} / n_e^2 = K - (\text{см}^3/\text{с})$ коэффициент распада, $N_e - (\text{см}^{-3})$ концентрация электронов

Эта формула описывает зависимость от N_e в диапазоне концентраций электронов $10^{17} \text{ см}^{-3} \leq N_e \leq 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Диапазон температур $(7-35) \cdot 10^3 \text{ К}$. Данные получены для водородно-кислородной плазмы в диапазоне $10^{17} - 10^{20}$, и для вольфрамовой $10^{20} - 10^{22} \text{ см}^{-3}$. Величина заряда ионов и температура не учитывались. Экспериментальные данные по коэффициентам распада получены из трех режимов разрядов. Температура изменялась в пределах $7 - 35) \cdot 10^3 \text{ К}$

В плазме вольфрама возможна вторая ионизация. Производится сравнение полученных результатов с теоретическими расчетами по работам [2-4]. При сравнении экспериментальных результатов с теоретической работой [2] получено большое различие, которое уменьшается с уменьшением N_e . Предполагается механизм тройной рекомбинации – электрон – электрон – ион. Теоретическая работа [2] предсказывает уменьшение коэффициента распада с увеличением концентрации электронов, что качественно совпадает с результатами, полученными экспериментально. В этой работе предполагается бинарная рекомбинация, а не тройная. В работе [4] предполагается наличие максимума при степени неидеальности $\Gamma \sim 1$, но учитывается влияние заряда иона на коэффициент рекомбинации.

1. Л.М. Биберман, В.С. Воробьев, И.Т. Якубов. Кинетика неравновесной низкотемпературной плазмы. М.: Атомиздат, 1982, 378 с.
2. Ю.К. Куриленков. О влиянии неидеальности на коэффициент рекомбинации плотной плазмы // ТВТ, т. 18, № 6, 1980, с. 1312-1314.
3. Л.М. Биберман, В.С. Воробьев, И.Т. Якубов. Коэффициенты рекомбинации в неидеальной плазме // ДАН, 1987. Т.296. №33, с. 576-578.
4. A. Lankin, G. Norman. Density and Nonideality Effects in Plasmas // Contribution to Plasma Physics 49, №10, p. 723-731. 2009.
5. О.А., Fedorovich, Voitenko L.M. // Ukrainian Journal of Physics 2008, Vol.53, N 5, p.450-457.
6. О.А., Fedorovich, Voitenko L.M. // Problems of atomic science and technology. Series "Plasma Electronics and New Methods of Acceleration" 2008, №4, p. 288-293.