Роль амбиполярного поля в формировании ФРЭ и характеристик процессов с участием электронов в газоразрядной плазме

К.Д. Капустин1, М.В. Красильников, А.А. Кудрявцев

С. Петербургский госуниверситет, С. Петербург, Россия, 198504,
 akud@ak2138.spb.edu 1С. Петербургский университет ИТМО, С. Петербург, Россия, 197101

Для нахождения функции распределения электронов в плазме (ФРЭ) обычно используется локальное приближение (LA), когда при решении кинетического уравнения в нем отбрасываются члены с пространственными переменными и амбиполярным полем, а сама она факторизуется в виде произведения (см., например, [1])

  (1)

Критерий пренебрежения пространственной диффузией дает оценку на характерную длину плазменного объема *L* в виде неравенства (см., например, [1])

 ≃λ/, (2)

( - длина релаксации электронов по энергии,  - длина свободного пробега электрона).

Условие же пренебрежения амбиполярным полем  по сравнению с греющим (токовым) полем  не так очевидно, поскольку это поле пространственно неоднородно: оно мало лишь в центре плазмы и резко растет к периферии (границам). Так, для параболической зависимости амбиполярного потенциала  в центральных областях разряда - разность потенциалов ось-стенка) получим, что превышение амбиполярного поля  над греющим электроны полем выполняется уже с малых расстояний от центра плазменного объема , где

  (3)

В этой связи следует отметить, что в исходное кинетическое уравнение Больцмана явно входит полное электрическое поле *E* в данной точке пространства, так что электроны реагируют на это результирующее поле *E,* они «не разделяют (не сортируют)» какое поле в данном месте разряда: греющее, амбиполярное, высокочастотное и т.д. Поэтому при  (3), когда , использование LA вызывает обоснованное сомнение.

В данной работе показано, что использование LA для расчета характеристик процессов с участием электронов в газоразрядной плазме может приводить к ошибкам, которые при больших давлениях сказываются на периферии плазмы, а при средних и низких давлениях – во всем плазменном объеме.

Работа поддержана СПбГУ (проект 11.38.658.2013) и РНФ (проект 14-19-00311).

Литература

1. А.А. Кудрявцев, А.С. Смирнов, Л.Д. Цендин. Физика тлеющего разряда. СПб. Изд-во Лань. 2010. 512 стр.