

РОЛЬ АМБИПОЛЯРНОГО ПОЛЯ В ФОРМИРОВАНИИ ФРЭ И КРИТЕРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ПРИБЛИЖЕНИЯ

THE ROLE OF THE AMBIPOLAR FIELD IN FORMING THE EDF AND THE CRITERIA FOR USING THE LOCAL APPROXIMATION

Е.А. Богданов¹, А.А. Кудрявцев^{1,2}, К. М. Рабаданов¹

¹*Saint Petersburg State University, St. Petersburg, 199034, Russia, akud53@mail.ru*

²*Department of Physics, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China*

Показано что локальное приближение (ЛП) для определения ФРЭ и других характеристик электронного газа на периферии плазмы, где амбиполярное поле является доминирующим, неприменимо.

It is shown that the local approximation for determining the EDF and other characteristics of the electron gas at the periphery of the plasma, where the ambipolar field is dominant, is not applicable.

Для вычисления ФРЭ обычно используется локальное приближение (ЛП), когда в кинетическом уравнении Больцмана для изотропной части ФРЭ f_0 пренебрегается пространственной диффузией по сравнению с изменением энергии электронов в поле и за счет столкновений с атомами и молекулами газа

$$-\frac{1}{\sqrt{w}} \frac{\partial}{\partial w} \left(\sqrt{w} (eE)^2 D \frac{\partial f_0}{\partial w} \right) = St(f_0) + St^*(f_0) \quad (1)$$

где E – электрическое поле в данной точке, $D = \nu\lambda / 3$ - коэффициент диффузии электрона, $St(f_0)$ и $St^*(f_0)$ - интегралы упругих и неупругих столкновений.

При анализе условий применимости ЛП для расчета ФРЭ наиболее дискуссионным является вопрос об электрическом поле, которое явным образом входит как в исходное, так и в локальное кинетическое уравнение (1). Поскольку электрон реагирует на то полное поле, которое есть в данной точке пространства, то в исходное кинетическое уравнение, а, следовательно, и в (1), входит полное электрическое поле. В частности, это так и есть при численных симуляциях различными вычислительными кодами, когда поле находится из решения уравнения Пуассона. В противоположность этому, в [1] отмечалось, что поскольку амбиполярное поле также определяется пространственными градиентами, то при использовании ЛП для ФРЭ его также следует пренебречь в (1) (каким-то образом вычесть из полного поля).

В данной работе продолжены исследования [2]. Показано, что ЛП для определения ФРЭ и других характеристик электронного газа на периферии плазмы, где амбиполярное поле является доминирующим, неприменимо. При этом, в зависимости от энергетической зависимости сечений упругого рассеяния электронов (растущие или падающие), возникают ошибки как при пренебрежении в локальном кинетическом уравнении (1) амбиполярным полем, так и при использовании там полного поля. Поэтому достоверные результаты можно получить лишь при решении полного кинетического уравнения (в переменных энергии и координат).

ЛИТЕРАТУРА

1. U. Kortshagen, C. Busch, L. D. Tsengin. *Plasma Source Sci. Techn.* **5** (1996) 1.
2. K. D. Kapustin, A. A. Kudryavtsev, M.V. Krasilnikov. *Phys. Plasmas.* **21** (2014) 120701.