

**Электрон-циклотронный механизм нагрева электронов в мульти-полярных магнитных системах и оптимизация распределенных плазменных СВЧ реакторов с постоянными магнитами**

*А.Б. Петрин*

*Институт теплофизики экстремальных состояний РАН, Москва*

E-mail: a\_petrin@mail.ru

Рассматривается проблема поддержания плазмы в электрон-циклотрон-резонансных СВЧ плазменных реакторах низкого давления, в которых основным источником ионизации являются быстрые электроны, запертые в магнитных ловушках мульти-полярных магнитных систем. Анализируется электрон-циклотронный нагрев электронов электрическим полем СВЧ-волны. На основе численного моделирования движения электронов в магнитных системах различных конфигураций и статистической обработки вычислений с учетом приближений, основанных на известных экспериментальных результатах, моделируется высокоэнергетичная часть функции распределения электронов по энергиям. Показано, что главным фактором, определяющим потери электронов в магнитных ловушках в бесстолкновительном пределе, является уход быстрых электронов из магнитных ловушек, в том числе, на границы конструкции. Произведен сравнительный анализ различных мультиполярных магнитных систем, сформулированы принципы конструирования оптимальных электрон-циклотрон-резонансных СВЧ-реакторов.

# **ECR Heating Mechanism of Electrons in Multi-polar Magnetic Systems and Optimization of Microwave Plasma Reactors with Permanent Magnets**

*A. B. Petrin*

*Institute for High Energy Density, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

E-mail: a\_petrin@mail.ru

The electron-cyclotron-resonance (ECR) microwave plasma in low-pressure plasma reactors with permanent magnets is considered. A theoretical study is conducted on the sustaining of low-pressure ECR plasmas for which ionization is provided by high-energy electrons trapped by a multi-polar permanent magnet system. A particle simulation is carried out for the electrons motions in magnetic systems of different configurations on assumptions suggested by previous experimental results. On this basis, the high-energy tail of the electron energy distribution function is examined. The escape of high-energy electrons (including that to the walls) is identified as the major factor behind the loss of electrons in the limit of a collisionless plasma. A comparative evaluation of different multi-polar magnetic systems is made. Basic requirements are set out concerning the optimal design of ECR plasma reactors. New approaches to ECR electron heating are proposed.