МАГНИТНАЯ ДИАГНОСТИКА АНИЗОТРОПНОЙ ПЛАЗМЫ

А.С. Мустафаев, М.А. Аинов, А.Ю. Грабовский

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург, Россия, alexmustafaev@yandex.ru, ainovm@gmail.com, schwer@list.ru

Фундаментальные исследования и разработки в области плазменной энергетики являются одним из важнейших направлений современной науки. Широкое внедрение приборов плазменной энергетики в промышленность все еще сдерживается рядом нерешенных физико-технических проблем, среди которых особое место принадлежит приэлектродной проблеме.

Малые пространственные размеры приэлектродных областей, высокие концентрации заряженных частиц, функции распределения которых анизотропны, сильные электрические поля и многообразие протекающих процессов затрудняют и в большинстве случаев делают невозможным применение традиционных методов диагностики приэлектродной плазмы.

Представленная работа посвящена разработке нового метода одновременной диагностики анизотропной приэлектродной плазмы и эмиссионных свойств катодов с различной геометрией поверхности. В качестве одномерной модели приэлектродной плазмы создан кнудсеновский Cs-Ba диод с поверхностной ионизацией.

В основу метода положено исследование зависимости относительного ослабления электронного тока насыщения в магнитном поле. В поперечном магнитном поле электроны движутся по криволинейным траекториям с ларморовским радиусом кривизны. С ростом напряженности поля ларморовский радиус становится меньше межэлектродного зазора и часть электронов, не достигнув анода, возвращается на катод. Это приводит к уменьшению анодного тока электронов. Под действием поля происходит пространственное перераспределение концентрации электронов, что приводит к изменению распределения потенциала в межэлектродном зазоре и последующему изменению траекторий движения электронов.

В рассмотренных условиях поведение электронов описывается самосогласованной системой стационарных кинетических уравнений власова с учетом внешнего магнитного поля и уравнением Пуассона. В результате решения этой системы построены магнитные характеристики для различных степеней компенсации, учитывающие конечность ширины приэлектродных областей, неоднородность катода по работе выхода и поверхностный коэффициент отражения.

Экспериментально определены размеры приэлектродных областей, степень компенсации, потенциал и концентрация плазмы, направленная скорость электронов в плазме, работа выхода катода, эффективный коэффициент отражения. Измерены коэффициенты отражения и эмиссионная неоднородность поверхности для поликристаллического и ряда монокристаллических вольфрамовых катодов. Разработанный метод применен для контроля эмиссионных параметров термокатодов в плазменных преобразователях при температурах выше 2000 К и уровне электронной эмиссии порядка 102 А/см2.