

Учреждение Российской академии наук
Объединённый институт высоких температур РАН

АННОТАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе по теме:

Исследование особенностей генерации плазмы в присутствии магнитного поля в объеме, ограниченном проводящими стенками.

Соискатель: Самойлов Олег Олегович, стажер-исследователь
(категория соискателей – студенты)

Москва 2015

Целью данного проекта являлось исследование особенностей генерации буферной плазмы в присутствии магнитного поля в объеме с проводящими стенками, необходимое для разработки технологии плазменной сепарации. В том числе выбор способа генерации плазмы, отвечающего требованиям плазменной сепарации ОЯТ (плотность плазмы 10^{13} см⁻³, объем рабочей камеры плазменного сепаратора – около 1 м³, с магнитным полем до 2 кГс, силовые линии которого опираются на электроды, расположенные на торцевых фланцах). Определение геометрии индукторов и оценка ожидаемых при этой геометрии параметров плазмы в зависимости от мощности ВЧ источника и величины магнитного поля. Экспериментальный контроль плазменных параметров и выработка рекомендаций для получения плазмы, отвечающей требованиям метода плазменной сепарации ОЯТ.

С учетом требований метода плазменной сепарации и особенности геометрии установки в качестве источника буферной плазмы выбран геликонный разряд. Согласно выполненным оценкам выбрана соленоидальная геликонная антенна с диаметром 30 см, длиной 50 см и количеством витков 2. Эксперименты по генерации высокочастотной плазмы проводились в атмосфере аргона при давлении 1 мТорр в цилиндрической вакуумной камере с напряженностью магнитного поля 930 Гс, направлением вдоль оси камеры. В качестве источника питания использовался высокочастотный генератор с частотой 5,28 МГц и мощностью до 40 кВт. Для определения параметров плазмы использовался метод двойного электрического зонда. В предварительных экспериментах получена плазма концентрации порядка $2 \cdot 10^9$ см⁻³ и средней температурой электронов 3 эВ

В ходе экспериментов было обнаружено, что значительная часть энергии высокочастотного источника вкладывается в генерацию плазмы в пространстве, локализованном между проводящими стенками камеры и антенной, что обусловлено наличием емкостной связи между ними (см. «рис. 1»). Для уменьшения емкостной составляющей разряда была предложена конструкция антенны, представленная на «рис. 2». В ней проблема разрешается с помощью откачки пространства между диэлектрическим цилиндром и проводящей стенкой до вакуума порядка 10^{-5} - 10^{-6} Торр.

Разработана конструкция охлаждаемого экрана Фарадея («рис. 2»), который локализует электростатическое поле между антенной и экраном, не воздействуя при этом на индуктивную составляющую электромагнитного поля антенны. Это ослабляет емкостную связь между плазмой и антенной, что, во-первых, уменьшает распыление диэлектрического цилиндра ускоренными поперек экрана ионами, во-вторых, снижает радиочастотные флуктуации потенциала плазмы [5], которые усложняют диагностические измерения разряда.

Сделанные расчеты показывают, что в конструкции антенны, представленной на рис.2, удастся получить параметры плазмы, удовлетворяющие требованиям метода плазменной сепарации. Для реализации конструкции ведутся инженерные работы, эксперименты по генерации плазмы намечены на декабрь 2015 года.

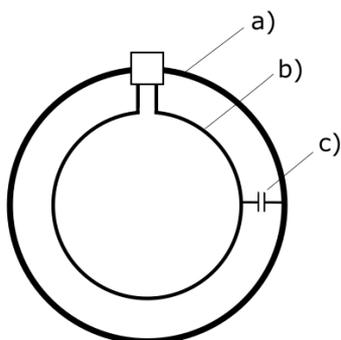


Рис. 1. Конструкция погруженной в плазму антенны; а) проводящие стенки камеры; б) антенна; в) ёмкостная связь между антенной и стенками.

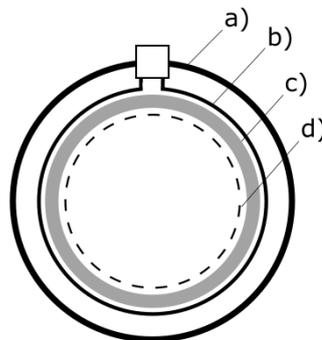


Рис. 2. Конструкция антенны, находящейся вне области генерации плазмы; а) проводящие стенки камеры; б) антенна; в) диэлектрический цилиндр; г) экран Фарадея.

Список публикаций за отчетный период

Публикации в научных журналах:

1. A.V. Gavrikov, V.A. Vorona, G.D. Lizyakin, R.A. Usmanov, O.O. Samoylov, V. P. Smirnov and R.A. Timirhanov. *Generation of a controlled potential profile in the plasma to develop plasma separation method* // Journal of Physics: Conference Series (JPCS). 2015 (в печати).

Участие в конференциях и семинарах:

1. 57 научная конференции МФТИ; доклад «Генерация плазмы с помощью геликонных волн для разработки метода плазменной сепарации ОЯТ»; ноябрь 2014, г. Долгопрудный.
2. XXX Международная конференция «Interaction of Intense Energy Fluxes with Matter»; доклад «Генерация контролируемого профиля потенциала в плазме для разработки метода плазменной сепарации» март 2015, Эльбрус, Кабардино-Балкария;