РАЗРАБОТКА ЗОНДА ДЛЯ Диагностики Эрд [[1]](#footnote-1)\*)

1,2Майстренко Д.А., 1,2Ловцов А.С., 1,2Шагайда А.А.

1ГНЦ ФГУП “Центр Келдыша”, г. Москва, Россия, [kerc@elnet.msk.ru](mailto:kerc@elnet.msk.ru)  
2Московский физико-технический институт (НИУ), г. Долгопрудный, Россия

В данной работе предложена принципиально новая конструкция зонда с задерживающим потенциалом (RPA, Retarding Potential Analyzer) [1], который используют для измерения энергетического спектра ионов в плазме. Зондовая диагностика плазмы имеет широчайшее распространение, как в энергетике, так и в задачах, связанных с разработкой спутников. Определение энергии ионов является особенно важной задачей, когда речь идет о ионных или холловских двигателях, которые устанавливаются на космические аппараты.

В типичной конфигурации данный зонд использует три или четыре сетки с отверстиями диаметром, равным нескольким радиусам Дебая для плазмы в области расположения зонда. Первая сетка ограничивает действие плазмы на сенсор, и она поддерживается под плавающим потенциалом. На вторую и четвертую сетку подается небольшой отрицательный потенциал для отражения соответственно плазменных и вторичных электронов. Третья сетка держится под положительным потенциалом и замедляет, фильтрует ионы. Данная сетка пропускает ионы только с достаточной энергией, которые затем достигают коллектора, образуя на нем небольшой электрический ток. В результате зависимость тока на коллекторе от напряжения на третьей сетке позволяет получить функцию распределения ионов по энергиям.

Основным недостатком существующих конструкций является то, что приходится использоваться зонд с адаптированной под конкретные параметры плазмы геометрией и при изменении параметров плазмы необходимо менять зонд. Данная проблема особенно заметна, когда проводится исследование струи ЭРД, где на периферии струи плазма имеет низкую плотность (необходим зонд с высокой прозрачностью для точных измерений), а на оси струи двигателя плазма имеет относительно высокую плотность и нужно понижать прозрачность зонда, чтобы уменьшить вероятность возникновения таких негативных эффектов как вторичная электронная эмиссия и эрозия элементов зонда.

Новая конструкция потенциально значительно улучшает точность измерений и расширяет область применения RPA-зондов. Основной идеей нового зонда является совмещение коллектора и третьей сетки [2]. При этом вместо сеток предлагается использовать электроды с соосными отверстиями. При разработке зонда был проведен обзор существующих конструкций, использован закон Чайлда-Ленгмюра и применен программный пакет IOS-3D [3] для численного моделирования траекторий ионов.

В докладе приведено описание конструкции зонда, сравнение основных характеристик зонда с наиболее распространенными конструкциями, результаты моделирования работы предложенной геометрии и оценка точности работы зонда. Также в докладе проведен анализ влияния точности изготовления и юстировки электродов на результаты.

Литература

1. Heubel E. Enhancing Retarding Potential Analyzer Energy Measurements 2014, 1, 141
2. Hey F. G., Vaupel M., Groll C. Development of a Gridless Retarding Potential Analyser 2017, 1, 7
3. ShagaydaA. Simulation of charged particles in the ion-optical systems of ion engines (IOS-3D). Software Package, 2014, No. 2014610277

1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Lt/en/EJ-Maistrenko_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)