

## ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АНТЕННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЦР-НАГРЕВА В БЕЗЭЛЕКТРОДНОМ ПЛАЗМЕННОМ РАКЕТНОМ ДВИГАТЕЛЕ <sup>\*)</sup>

<sup>1,2</sup>Абрамов И.А., <sup>3</sup>Господчиков Е.Д.

<sup>1</sup>Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва, Россия, [abramov\\_ia@nrcki.ru](mailto:abramov_ia@nrcki.ru)

<sup>2</sup>Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, г. Москва, Россия

<sup>3</sup>Институт прикладной физики РАН, г. Нижний Новгород, Россия, [egos@ipfran.ru](mailto:egos@ipfran.ru)

В проектируемом на сегодняшний день безэлектродном плазменном ракетном двигателе (БПРД) в НИЦ «Курчатовский Институт» предлагается использовать ИЦР-по методу магнитного берега. Такой метод нагрева предполагает использование собственных альфвеновских колебаний неоднородного плазменного шнура, возбуждаемых в области сильного магнитного поля, превышающего резонансное значение. Длина волны колебаний сокращается по мере приближения к области ИЦР, фазовая и групповая скорости стремятся к нулю – колебания «останавливаются». Поэтому, какова бы ни была интенсивность диссипативных процессов, действующих в резонансной зоне, колебания практически полностью поглощаются. Однако в неоднородном плазменном шнуре наряду с дискретным спектром собственных альфвеновских колебаний существует непрерывный спектр – альфвеновский континуум. Колебания, составляющие континуум, испытывают альфвеновский резонанс, трансформируясь в нижнегибридные. Последние обладают значительным продольным электрическим полем, что приводит к их эффективному поглощению электронами плазмы [1, 2]. Эффективное возбуждение дискретного набора собственных альфвеновских мод требует точной оптимизации используемой антенной системы. В настоящей работе на основе полноволнового моделирования возбуждения волн ИЦР-диапазона частот в плазме, учитывающего пространственную дисперсию диэлектрического отклика как электронов, так и ионов, было проведено сравнение нескольких основных типов антенн с точки зрения эффективности энерговыклада в ионы плазмы и найдены оптимальные размеры для каждого из рассматриваемых типов антенн, применительно к лабораторным макетам БПРД, установкам Е-1 и ПС-1.

### Литература

- [1]. А.В. Тимофеев "О влиянии альфвеновского резонанса на ИЦР-нагрев // Физика плазмы, 2014, Т. 40, № (1), С. 3.
- [2]. Е.Д. Господчиков, А.В. Тимофеев К теории ИЦР-нагрева по методу “магнитного берега” // Физика плазмы, 2019, Т. 45, № 8, С. 695.

---

<sup>\*)</sup> [DOI – тезисы на английском](#)