

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЗДАНИЯ ПЛАЗМЕННОГО ПОТОКА ГЕЛИКОННЫМ ИСТОЧНИКОМ БЕЗЭЛЕКТРОДНОГО ПЛАЗМЕННОГО РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ^{*)}

Брагин Е.Ю., Бобырь Н.П., Гусев С.С., Егорова Е.Н., Жильцов В.А., Камин Д.В.,
Леженникова Д.А., Коробцев С.В., Костриченко И.А, Спицын А.В.

НИЦ «Курчатовских институт», г. Москва, bragin_eu@nrcki.ru

В НИЦ «Курчатовский институт» проводятся исследования в поддержку создания отечественного безэлектродного плазменного ракетного двигателя (БПРД). Одна из решаемых задач заключается в оптимизации конфигурации геликонного источника плазмы с целью повышения его эффективности. В данной работе приведены результаты исследований, направленных на изучение факторов, влияющих на эффективность создания плазмы при геликонном разряде, проведенной в рамках федерального проекта «Термоядерные и плазменные технологии».

Геликонный источник плазмы является одной из разновидностью ВЧ источников плазмы, в котором энергия вкладывается в электроны при их взаимодействии с вводимой геликонной ВЧ волной. Для БПРД оптимальным является плотный ($\sim 10^{19} \text{ м}^{-3}$) низкоэнергетический истекающий из источника плазменный поток с узким радиальным профилем.

В качестве критериев эффективности разряда выбраны следующие параметры: полный ионный ток – ток, создаваемый всеми ионами, истекающего плазменного потока; коэффициент использования рабочего тела – отношение количества ионов истекающего плазменного потока к количеству атомов рабочего тела, поступающих в систему; мощность, переносимая плазменным потоком, доля вводимой мощности, пошедшая на ускорение плазменного потока; цена ионизации – энергия, затрачиваемая за создание одного иона истекающего плазменного потока.

Исследования проводились на стенде ПН-3, являющимся макетом безэлектродного плазменного ракетного двигателя. Использовались такие плазменные диагностики, как подвижный двойной зонд Ленгмюра, СВЧ интерферометр, сеточный анализатор. Получены зависимости указанных выше параметров от таких факторов, как расход рабочего газа, величина индукции и профиль магнитного поля для различных газов при постоянной вводимой ВЧ мощности.

Показано, что с ростом расхода рабочего газа полный ионный ток растет, пока не достигнет максимума, соответствующий максимальному потоку рабочего тела, который способно ионизировать такое количество вводимой ВЧ мощности. Коэффициент использования рабочего тела имеет максимальные значения при низких расходах и незначительно спадает с ростом расхода, пока не будет достигнут максимум полного тока. При дальнейшем росте расхода рабочего тела спад будет более значительный. Так как электронная температура, а вместе с ней и энергия ионов, спадают с ростом расхода рабочего тела, то переносимая потоком мощность, являющаяся произведением средней энергии ионов и полного ионного тока, имеет максимум. Этот максимум находится при низких расходах рабочего газа. При росте расхода рабочего газа, мощность, переносимая потоком, уменьшается. Цена ионизации высока при малых расходах рабочего газа. При увеличении расхода она уменьшается пока не выходит на постоянное значение.

С ростом величины индукции магнитного поля (в рассматриваемых нами пределах), монотонно растут полный ионный ток, коэффициент использования рабочего тела и переносимая плазменным потоком мощность, а цена ионизации, наоборот, падает.

^{*)} [DOI – тезисы на английском](#)