Параметры импульсного плазменного потока, создаваемого при гирорезонансном взаимодействии электронов плазмы   
с СВЧ полем [[1]](#footnote-1)\*)

Андреев В.В., Новицкий А.А., Умнов А.М.

Российский университет дружбы народов, [anumnov@yandex.ru](mailto:anumnov@yandex.ru)

В работах [1, 2] экспериментально и численно проведено изучение плазменных сгустков, создаваемых в цилиндрическом резонаторе (2,45 ГГц, ТЕ118), аксиально симметричном магнитном поле длинного пробкотрона с импульсным реверсным магнитным полем, в условиях гирорезонансного взаимодействия. Характерные рабочие параметры эксперимента: начальная плотность плазмы *n* = 1010 cм-3, амплитуда напряженности электрической составляющей СВЧ поля Е= 1 кВ/см, индукция магнитного поля в центре пробкотрона В=1200 Гс, пробочное отношение 1,2. Импульсные катушки реверсного магнитного поля обеспечивают уменьшение индукции стационарного магнитного поля пробкотрона в двух симметрично расположенных областях до уровня классического ЭЦР. При последующем восстановлении исходного профиля магнитного поля пробкотрона, т.е. его нарастании в присутствии СВЧ поля в этих областях формируются плазменные сгустки с энергичной (250-300 кэВ) электронной компонентой. При полном восстановлении исходного профиля магнитного поля сгустки сбрасываются в центральную область ловушки: электроны – под действием диамагнитной силы, ионы ионы – под действием электрического поля, возникающего вследствие частичного пространственного разделения электронной и ионной компонет плазменных сгустков, и длительное время удерживаются в пробкотроне. Численное моделирование описанного процесса, проведенное по методу частиц в ячейке, показало, что средняя энергия ионов (аргон) в процессе сброса сгустков в центр пробкотрона возрастает с 200 эВ до 2-3 кэВ. Результаты моделирования имеют экспериментальное подтверждение, анализ продольных энергий ионной компоненты методом задерживающего потенциала показал, что типичная максимальная энергия не превышает 3 кэВ. Эти результаты являются предпосылкой для изучения возможности коллективного ускорения ионов плазменных сгустков в спадающем в пространстве магнитном поле.

С этой целью мы адаптировали трехмерную модель, описанную в работе [2]. Основное отличие адартированной модели заключается в том, что создается один плазменный сгусток, а стационарное магнитное поле спадает от области генерации сгустка к торцу резонатора.   
В начальный момент времени в области ЭЦР взаимодействия генерировалась низкотемпературная плазма (*T*e = 10 эВ). Начальная плотность плазмы в области ЭЦР взаимодействия *n* = 1010 cм-3.

Результаты вычислительного эксперимента показали, что энергия ионной компоменты и число ускоренных ионов существенно зависят от градиента магнитного поля. Для характерных параметров плазменного сгустка (средняя энергия электронной компоненты 250-300 кэВ и плотности сгустка *n* = 5х109 cм-3) энергия ионов, зафиксированная на торце камеры, варьируется в интервале 4-12 кэВ.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-29-21041.

Литература

1. Andreev V.V., Novitskiy A.A., Umnov A.M., Chuprov D.V. Instruments and Experimental Techniques. 2012. Т. 55. № 3. С. 301-312.
2. Andreev V.V., Novitsky A.A., Umnov A.M. IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1094 (2018) 012014.

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