Зависимость эффективности ускорения ионов амбиполярным полем от плотности электронного тока на генераторе РЭП "Катран" [[1]](#footnote-1)\*)

Белозеров О.С., Бакшаев Ю.Л., Ананьев С.С., Хромов С.А., Данько С.А.

НИЦ «Курчатовский институт», Москва, Россия, OSBelozerov@yandex.ru

В импульсных генераторах релятивистских электронных пучков (РЭП), воздействующих на прозрачную для них нагрузку, существует явление ускорения ионов под действием возникающего амбиполярного поля. Ионы ускоряются в направление виртуального катода, создаваемого релятивистскими электронами, прошедшими сквозь анод, изготовленный из тонкой фольги [1]. При таком ускорении энергия отдельных ионов может в несколько раз превышать приложенное напряжение импульсного генератора, умноженное на ионный заряд. Технология амбиполярного ускорения за счёт невысокой стоимости оборудования и его эксплуатации может иметь существенное преимущество перед традиционными методами, такими как циклические ускорители заряженных частиц. В рамках исследований по ускорению ионов ранее эксперименты были проведены на генераторе «Кальмар» (напряжение в импульсе ~250 кВ, ток до 50 кА, длительность импульса ~ 100 нс) [2]. Следующая серия экспериментов проведена на установке «Катран» (напряжение в импульсе ~300 кВ, ток до 150 кА, длительность ~ 80 нс), на которой достигается больший ток и лучшая фокусировка электронного пучка.

Для исследования эффективности генерации ионных пучков мегаэлектрон-вольтных энергий использовались следующие методы диагностики [3]. Энергия отдельных ионов определялась времяпролётной методикой путем измерения скорости их движения на известной базе. Для измерения полной энергии пучков заряженных частиц и распределения плотности энергии в поперечном сечении применялся калориметрический метод. Камера-обскура позволяла по тормозному рентгеновскому излучению измерить плотность тока электронов на анодной фольге, на которую воздействует электронный пучок. В добавление к описанным в статье диагностикам для определения полного тока ионного пучка применялся магнитный зонд, а также появилась возможность одновременного использования калориметрической и времяпролетной методик. Щелевая развертка позволила наблюдать за плотностью тока электронов на анодной фольге не только интегрально, но и с временным разрешением.

В ходе эксперимента было замечено, что ионы ускоряются группами с периодичностью ~20 нс. Авторы полагают, это связано с тем, что до окончания ускорения одной группы ионов условия, необходимые для ускорения следующих групп ионов, еще не выполняются. Также была обнаружена зависимость полной энергии и энергии отдельных ускоренных ионов от полного тока и плотности тока электронов на анодной фольге. Существенно возросла энергия ускоренных протонов, она достигала 3 МэВ.

Авторы выражают благодарность РФФИ за частичную поддержку исследований грантами №17-02-00441а и №18-32-00199мол\_а.

Литература

1. Дубинов А. Е., Корнилова И. Ю., Селемир В. Д. // УФН. 2002. Т. 172. С.1225-1246. DOI: 10.3367/UFNr.0172.200211a.1225.
2. Белозеров О. С., Бакшаев Ю. Л., Данько С. А. //Физика плазмы. 2019. Т. 45. Вып. 6. С. 538-546. DOI: 10.1134/S0367292119060027.
3. Белозеров О. С., Бакшаев Ю. Л., Данько С. А. //ВАНТ Серия «Термоядерный синтез». 2018. Т. 41. Вып. 4. С. 99-105. DOI: 10.21517/0202-3822-2018-41-4-99-105.
1. \*) [DOI – тезисы на английском](http://www.fpl.gpi.ru/Zvenigorod/XLVII/Pt/en/GQ-Belozerov_e.docx) [↑](#footnote-ref-1)