

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Белозерова Олега Сергеевича «Особенности ускорения ионов до мегаэлектронвольтовых энергий на сильноточных генераторах релятивистского электронного пучка», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. – «Физика плазмы».

Работа Белозерова О.С. посвящена исследованию механизмов получения потока ионов мегаэлектронных энергий в полях сильноточного релятивистского электронного пучка. Актуальность данной темы исследования в том, что разработанный подход является оригинальным в мировых исследованиях по ускорению ионов в вакуумных высоковольтных диодах сильноточных генераторах РЭП и при данном методе ускорения тяжелых многозарядных ионов достигается энергия в несколько МэВ, что многократно превосходит приложенное напряжение импульсного генератора, умноженное на ионный заряд. Благодаря дешевизне и технической простоте этот метод ускорения иона является перспективным для разнообразных технологических применений.

В работе были получены новые экспериментальные результаты, которые позволяют оценить различные модели описания процессов коллективного ускорения ионов в электронном пучке, инжектируемом в вакуумную камеру. Несомненный интерес представляет эксперимент, проведенный с металлическим коллиматором прозрачным для ионов, но не позволяющий образовывать виртуальному катоду, который показал, что ускорение ионов происходит в двух местах: внутри высоковольтного диода генератора и снаружи за тонкой анодной фольгой. Теоретическая значимость полученных результатов заключается в том, что на данный момент не существует строгой теоретической модели физического явления по коллективному ускорению ионов релятивистским электронным пучком, инжектируемым в вакуумную камеру. Поэтому уточнение теоретических моделей при помощи новых экспериментальных данных имеет важное значение.

К наиболее значимым результатам, имеющим элементы научной новизны, можно отнести следующие:

- разработаны диагностические системы, позволяющие: измерять энергию отдельных сгустков ионов; полную энергию ионного пучка и распределения плотности энергии в поперечном сечении; усредненную по времени площадь анодной фольги, на которую воздействует электронный пучок. Создана оригинальная методика регистрации одномерного рентгеновского изображения электронного пучка на фольге с временным разрешением ~ 3 нс, позволяющая оценивать плотность тока электронов в момент ускорения сгустка ионов.

- Изучены экспериментальные условия ускорения ионов, вначале на генераторе «Кальмар», который генерирует РЭП с максимальной энергией электронов 250 кэВ, током 40 кА и длительностью импульса на полувысоте 150 нс, а затем на генераторе «Катран», который имеет втрое больший уровень токов, измерены параметры полученных ионов. Было отмечено, что создаются условия для ускорения ионов всех сортов атомов, составляющих анодную нагрузку, и получены ионы алюминия, ускоренные до энергии 28 МэВ.

- Обнаружен эффект ускорения в двух местах: внутри высоковольтного диода генератора и снаружи за тонкой анодной фольгой, что позволило уточнить механизм их генерации. Первый механизм связан с глубокими и многократно повторяющимися осцилляциями тока в течение одного пуска генератора, а второй – с движением виртуального катода в процессе ускорения.

Результаты работы опубликованы в трудах 6-ти конференций и в 4-х статьях в рецензируемых научных журналах, индексируемых в Web of Science, Scopus и рекомендованных в действующем перечне ВАК. Автореферат правильно отражает результаты опубликованных работ. Замечаний к автореферату нет.

На основании содержания автореферата и публикаций можно заключить, что диссертация отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Белозеров Олег Сергеевич заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.9. – «Физика плазмы».

Начальник установки,
кандидат физ.-мат. наук



Шумшуров Александр Викторович
« 03 » сентября 2021 г.

тел. +7 (499) 789-64-50,
e-mail: alexander.shumshurov@itep.ru

Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова
Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
Москва, ул. Большая Черемушкинская, 25

Подпись Шумшурова А.В. заверяю



Удостоверение
Васильев