

УДК 621.384.64

DOI: 10.17223/00213411/63/7/26

*М.В. АРСЕНТЬЕВА<sup>1</sup>, А.М. БАРНЯКОВ<sup>1</sup>, А.Е. ЛЕВИЧЕВ<sup>1</sup>, А.П. СУМБАЕВ<sup>2</sup>*

## АНАЛИЗ ФОКУСИРУЮЩИХ СВОЙСТВ КРАЕВОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ УСКОРЯЮЩЕЙ СТРУКТУРЫ УСКОРИТЕЛЯ ЛУЭ-200

Рассматривается электрическая составляющая СВЧ-поля на входе в ускоряющую структуру на бегущей волне с рабочей частотой 2856 МГц линейного ускорителя электронов ЛУЭ-200 – драйвера интенсивного импульсного источника резонансных нейтронов установки ИРЕН лаборатории нейтронной физики (ЛНФ) Объединённого института ядерных исследований (ОИЯИ, г. Дубна). Выполненные в рамках модели тонкой электрической линзы оценки фокусирующего воздействия СВЧ-поля на нерелятивистский пучок электронов, инжектируемый в структуру после группирователя, показывают, что фокусирующий эффект краевого поля для частиц пучка оказывается достаточно жёстким.

**Ключевые слова:** *ускоряющая структура, СВЧ-волна, пучок электронов, группирователь.*

### Введение

Работающий в качестве драйвера установки импульсного источника резонансных нейтронов ADS типа ИРЕН [1] линейный ускоритель электронов ЛУЭ-200 [2] состоит из двух ускоряющих секций на бегущей волне с группирователем, пристыкованным непосредственно к первой ускоряющей секции. Особенности ЛУЭ-200 являются интенсивный ускоряемый пучок (1.5–2.5 А), низкая энергия инжекции пучка (200 кэВ), использование систем компрессии СВЧ-мощности, питающих ускоряющие структуры (до 120–150 МВт), изменяемая во времени величина СВЧ-мощности, вводимой в ускоряющие секции.

В связи с изменениями проектных параметров ускорителя ЛУЭ-200, а именно с увеличением тока пучка, заменой клистронов – источников СВЧ-мощности, сокращением длительности импульса, снижением темпа ускорения [3], а также включением в работу второй ускоряющей секции [4], возникла необходимость в специальном исследовании работы базовых систем ускорителя с целью повышения их эффективности и оптимизации для увеличения средней мощности ускоренного пучка, определяющей интегральный выход нейтронов источника ИРЕН. В рамках такого исследования ранее выполнен анализ нагрузки СВЧ-полей ускоряющей структуры ЛУЭ-200 током пучка [5]. Обычно при разработке и анализе фокусирующих систем ускорителя ограничиваются рассмотрением эффективности работы специальных электромагнитов, используемых для фокусировки и транспортировки пучка в процессе формирования, ускорения и его движения к мишени или к точке инжекции в другие электрофизические устройства. В ускорителе ЛУЭ-200 продольное магнитное поле сопровождает пучок от катода до выхода из первой ускоряющей секции, обеспечивая его поперечные размеры и эмиттанс, а сама секция вместе с группирователем практически окружены соленоидами. В работах [2, 3] установлено, что самые значительные потери пучка по тракту ускорения происходят именно на участке группирователь + первая ускоряющая секция. В целях выявления факторов, определяющих причины потерь, авторы в данной работе привлекают внимание к эффекту дополнительной фокусировки нерелятивистского электронного пучка (лоренц-фактор  $\gamma \approx 1$ ) при инжекции в регулярную ускоряющую секцию с высоким ускоряющим градиентом, предназначенную для ускорения ультрарелятивистских пучков с  $\gamma \gg 1$ . Электрическая составляющая краевого СВЧ-поля на входе в ускоряющую структуру анализируется с точки зрения проводки пучка с указанными выше особенностями, а также широким энергетическим спектром.

### Краевое поле ускоряющей структуры на бегущей волне

Ускоряющие секции ЛУЭ-200 [6] представляют собой диафрагмированные волноводы с постоянным импедансом (постоянной геометрией), состоящие из 85 ячеек-резонаторов. Конструкция ускоряющей секции ЛУЭ-200 представлена на рис. 1. Геометрия структуры и отдельных ячеек представлена на рис. 2. Электрофизические и геометрические параметры секции представлены в таблице.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала  
**«Известия высших учебных заведений. Физика»**  
осуществляется на платформе  
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU  
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>