ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
Т. 63, № 12 ФИЗИКА 2020

УДК 537.533; 535.4 DOI: 10.17223/00213411/63/12/30

Т.М. ГУСВИЦКИЙ, А.П. ПОТЫЛИЦЫН

НЕПОЛНАЯ ФОКУСИРОВКА КОГЕРЕНТНОГО ОПТИЧЕСКОГО ПЕРЕХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ИЗМЕРЕНИЕ ПОПЕРЕЧНЫХ РАЗМЕРОВ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СГУСТКОВ [*]

На основе разработанной модели произведено моделирование когерентного оптического переходного излучения (КОПИ) от фемтосекундных электронных сгустков. Показано, что при использовании частичного экранирования поля КОПИ с последующей фокусировкой линзой данная методика позволяет улучшить пространственное разрешение и измерять поперечные размеры с точностью до нескольких микрометров. Показано, что наиболее приемлемая степень экранирования – 50 %-е экранирование. В этом случае становится возможным избавиться от кольцевой структуры изображения пучка, типичного для измерений с помощью КОПИ.

Ключевые слова: *когерентное оптическое переходное излучение, электронный пучок, электронный сгусток, оптическая система, изображение пучка, линейные ускорители.*

Введение

Диагностика электронных пучков по оптическому переходному излучению (ОПИ) является основным методом измерения поперечного профиля пучка на современных ускорителях [1, 2]. Переходное излучение испускается при пересечении зарядом границы раздела двух сред с разными значениями диэлектрической проницаемости. Компонента этого излучения, испускаемая в направлении зеркального отражения (так называемое переходное излучение «назад») широко используется в диагностике пучков, так как позволяет проводить измерения в условиях низкой фоновой загрузки. Фокусируя данное излучение линзой на детекторе с пространственным разрешением, можем получить изображение пучка, из которого восстанавливается информация о его размере, на основании характеристик оптической системы.

В настоящее время использование лазерных ускорительных технологий обеспечивает ускорение электронных сгустков фемтосекундной длительности [3]. Переходное излучение от таких пучков становится когерентным уже в оптическом диапазоне, и традиционные методы диагностики электронных пучков по сфокусированному переходному излучению теряют свою применимость.

Изображение на детекторе, генерируемое когерентным переходным излучением, представляет собой кольцевую структуру, для которой, в отличие от некогерентного переходного излучения, не создан алгоритм реконструкции поперечного размера [4]. В работе [5] представлена модель, связывающая поперечный размер пучка с радиусом кольцевой структуры, на основе которой предлагается метод для улучшения пространственного разрешения стандартной оптической системы [6].

Модель

Переходное излучение вперед испускается вдоль траектории частицы, причем излучение формируется в виде конуса с нулевой интенсивностью вдоль траектории и максимумами, расположенными под углами $1/\gamma$ к траектории частицы, где γ – лоренц-фактор частицы (рис. 1) [7].

Переходное излучение назад обладает таким же угловым распределением, сконцентрированным в направлении зеркального отражения.

Спектрально-угловое распределение когерентного переходного излучения сгустка заряженных частиц описывается следующей формулой [8]:

$$\frac{d^2W}{d\omega d\Omega} = N\frac{d^2W^{\text{inc}}}{d\omega d\Omega} + N(N-1)\frac{d^2W^{\text{coh}}}{d\omega d\Omega}. \quad (1)$$

[*] Работа выполнена в рамках Программы повышения конкурентоспособности ТПУ.

Уважаемые читатели!

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

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