

СТАБИЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ФОКУСИРОВКИ ПУЧКА ЭЛЕКТРОНОВ С ПОМОЩЬЮ КОНИЧЕСКИХ КАНАЛОВ

К.А. Вохмянина^{1,*}, А.Д. Пятигор¹

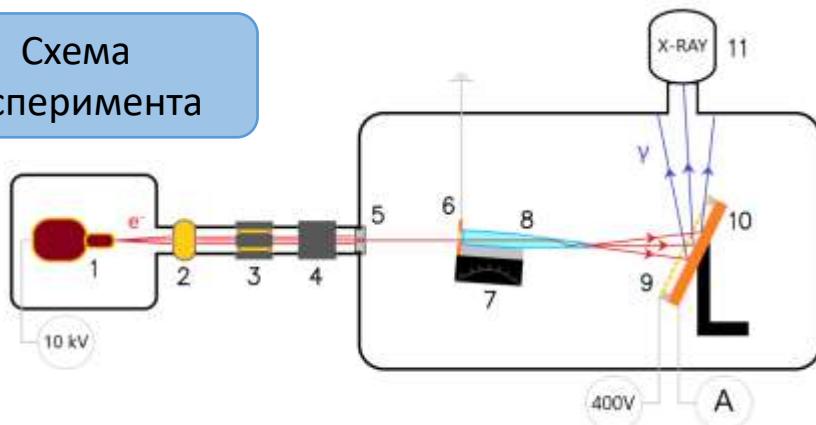
¹Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

*¹ kristinav2005@yandex.ru

53-я Международная Тулиновская конференция по Физике Взаимодействия Заряженных Частиц с Кристаллами. 2024г

- Эффект бесконтактного прохождения пучка заряженных частиц через диэлектрические каналы, впервые описанный для многозарядных ионов Ne^{7+} в 2002 году (1), нашел практическое применение для управления и фокусировки пучков положительных ионов с помощью конусных стеклянных каналов (2).
- Использование данного эффекта для пучков нерелятивистских электронов, также обнаруженное достаточно давно (3), затруднено в связи с иными механизмами взаимодействия электронов с диэлектрическими поверхностями. Конусные диэлектрические каналы позволяют существенно увеличивать плотность электронного пучка, однако процесс прохождения электронов через канал, а, следовательно, и фокусировки оказывается нестабильным и сложно воспроизводимым.
- В данной работе исследована возможность стабилизации процесса фокусировки пучка электронов с энергией 10 кэВ с помощью стеклянного канала конусной формы. Предварительные результаты указывают на сильную зависимость эффекта от условий вхождения пучка электронов в диэлектрический канал.

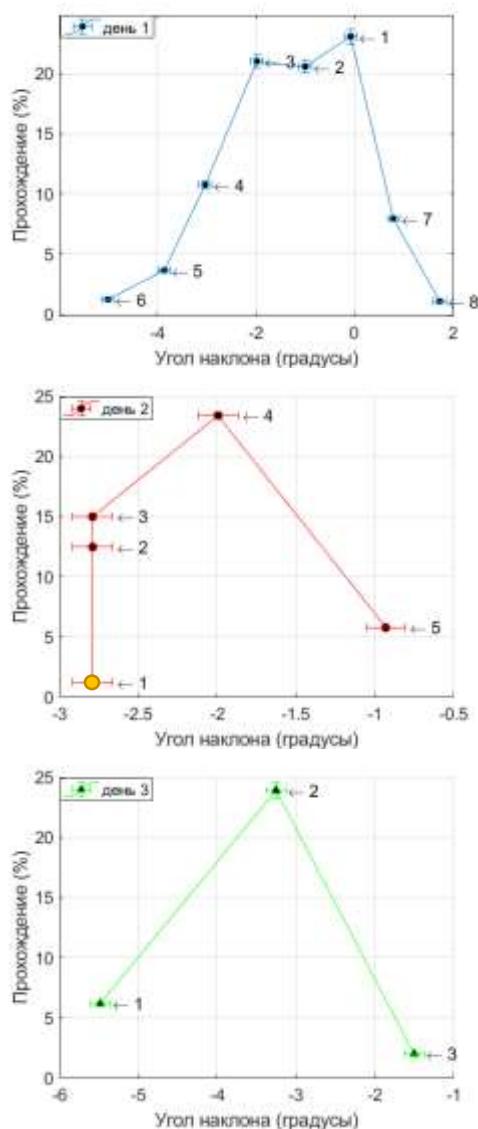
Схема эксперимента



- 1 – электронная пушка с ускорительным напряжением 10 кВ
- 2 – электростатическая линза
- 3,4 – электромагниты
- 5 – коллиматор 1 мм
- 6 – металлическая заземленная маска с отверстием 0.9 мм
- 7 – гониометр
- 8 – стеклянный конусный капилляр
- 9 – латунная сетка под напряжением 400 В
- 10 – медный экран, подключенный к амперметру
- 11 – детектор рентгеновского излучения

Входной диаметр образцов – 1.1 мм, выходной – 0.3 мм, длина – 15 мм. Угол геометрического пропускания – ± 2.3 градуса

Доля прошедших электронов от угла наклона образца



Результаты эксперимента

Использовались два стеклянных образца с идентичными параметрами.

День 1, 2 – первый образец

День 3 – второй образец

Прохождение тока рассчитывалось как отношение тока, измеренного на выходе стеклянного конусного канала, к току, измеренному после прохождения металлического канала длиной 34 мм с внутренним диаметром 0.9 мм. Все эксперименты проводились с токами падающего пучка около 100 нА.

Фокусировка пучка в данном случае – это увеличение плотности тока пучка на выходе канала по сравнению с плотностью тока падающего пучка. Нулевой угол определялся из положения оси металлической трубки относительно оси падающего пучка.

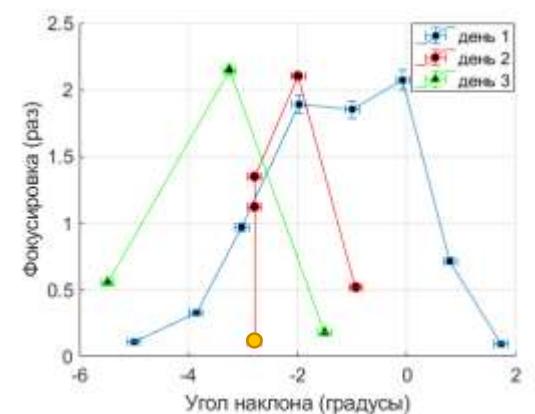
День 2 и 3 – измерения направлены на поиск максимального прохождения электронов через канал. Проведенные эксперименты имеют достаточно много свободных параметров. Однако на основе полученных данных можно сделать вывод о том, что конусный канал указанных параметров стабильно увеличивает плотность тока прошедшего через него пучка не менее, чем в 2 раза. Оценка приведена для электронов, испытавших потери энергии не более 1 кэВ.

Закрытия каналов с указанными параметрами не наблюдалось.

Угол наклона канала, соответствующий максимальному прохождению электронов, не совпадает с осью падающего пучка. Возможные причины такого несоответствия:

- несимметричная конструкция держателя образца по вертикали (требует отдельного исследования);
- несовершенство геометрии конусной части образцов.

Фокусировка пучка от угла наклона образца



Литература

1. N.Stolterfoht [et al.], // Phys.Rev.Lett., 2002, V.88, с 133-201
2. T. Ikeda [et al.], // Appl. Phys. Lett., 2006, Vol. 89
3. W. Wang [et al.] // Physica Scripta., 2011., Vol.2011, №T144