

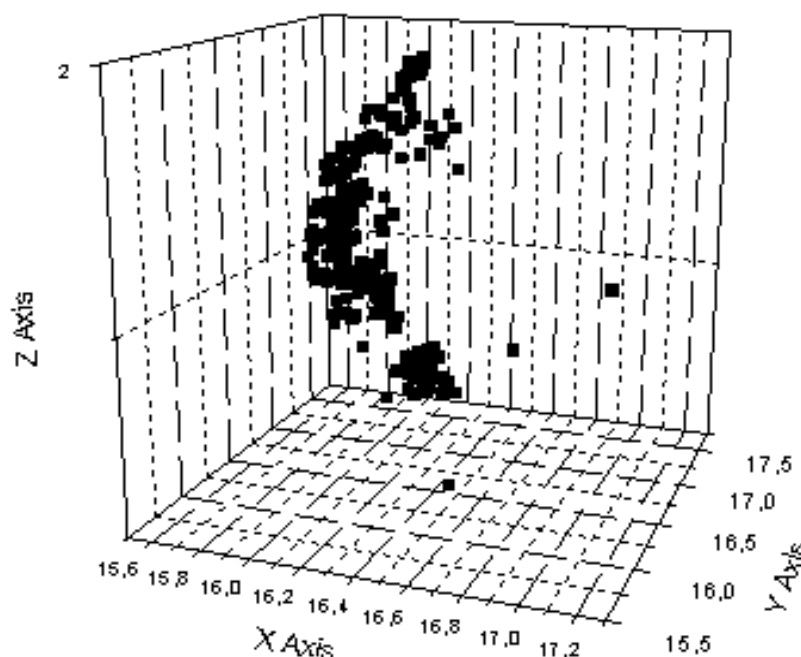


Рис. 2. 3D график, характеризующий движения лазерного луча

данных, содержащий координаты (x, y, z) может быть обработан стандартным математическими пакетами для построения 3D графиков. На рисунке 2 показан построенный в среде Origin 3D график движения лазерного луча по поверхности объекта.

Разрешение формируемого 3D изображения зависит от размеров лазерного луча, свойств объекта, освещенности и т.д. Достоинствами разработанного устройства являются низкая цена устройства, малые размеры, простота установки и наладки. Данное устройство может быть использовано: на производстве, для первичного контроля качества, для моделирования поведения объектов, для измерения линейных размеров объектов, для построения траекторий движущихся тел.

Литература

1. Интернет-адрес: <http://directshow.wonderu.com> – сайт посвященный обработке потокового видео на Delphi.
2. Данн Дж. Цифровое видео: быстро и эффективно. Санкт-Петербург, 2005.

РЕНТГЕНОВСКАЯ АДИАБАТИЧЕСКАЯ ЛИНЗА

А. А. Большаков, П. В. Петров, Н. Н. Кольчевский

Исторически развитие рентгенооптических элементов пошло по пути применения методов отражательной и дифракционной оптики для мягкого рентгеновского диапазона. Однако с увеличением энергии фотонов

рентгеновского излучения данные методы становятся трудно применимыми из-за высоких требований к качеству рентгенооптических элементов (например, степень шероховатости должна быть сравнима с длиной волны излучения). Поэтому наряду с общепринятыми элементами рентгеновской оптики, такими как капилляры, зонные пластинки, дифракционные решетки, многослойные зеркала, зеркала скользящего падения, изучалась возможность применения преломляющих линз для рентгеновских лучей.

В 1996 году была предложена идея использовать многоэлементную линзу для фокусировки жесткого рентгеновского излучения. Применение многоэлементной линзы, состоящей из N отдельных линз, позволяет в N раз уменьшить фокусное расстояние системы по сравнению с отдельной линзой. К настоящему времени многоэлементные линзы применяются для фокусировки и получения изображений при энергиях фотонов 5-100 кэВ. Типичная линза содержит 10-500 преломляющих поверхностей и характеризуется входной апертурой порядка 100-500 мкм и фокусным расстоянием 1-2 м. В БГУ разработана микрокапиллярная линза, представляющая собой набор капель застывшей жидкости в капилляре. Капля жидкости, помещенная в капилляр, под действием естественных сил поверхностного натяжения принимает двояковогнутую сферическую форму в стеклянном капилляре и может быть использована как фокусирующая рентгеновское излучение преломляющая линза.

Особенность современных экспериментов по фокусировке предполагают использование наиболее мощных источников рентгеновского излучения, которыми являются синхротроны. Целью таких экспериментов является получение фокусного пятна наименьшего размера. Фокусное пятно является изображением источника и его размер определяется фокусным расстоянием микрокапиллярной линзы и расстоянием между источником и детектором.

В экспериментах с синхротронными источниками размер источника R_s и расстояние между источником и детектором S является величиной постоянной [1], следовательно, размер фокусного пятна определяется только фокусным расстоянием линзы:

$$R_s / R = S / 2F - 1 + ((S / 2F)^2 - S / F)^{1/2}, \quad (1)$$

где S – расстояние от источника до детектора.

Целью данной работы является изучение возможности уменьшения фокусного расстояния микрокапиллярной линзы.

У отдельной линзы фокусное расстояние равно:

$$F = R / 2\delta, \quad (2)$$

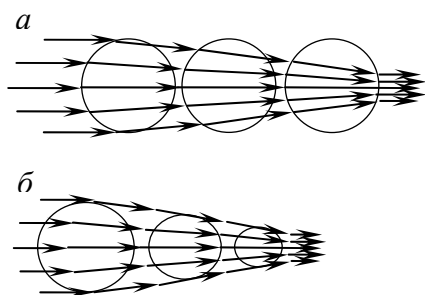


Рис. 1. Схема, показывающая ход лучей в микрокапиллярной линзе (а) и в адиабатической микрокапиллярной линзе (б)

где R – радиус линзы.

У сложной линзы, состоящей из N линз, фокусное расстояние равно:

$$F_N = F / N + L/3, \quad (3)$$

т.е. фокусное расстояние многоэлементной линзы уменьшается до тех пор, пока фокусное расстояние больше, чем общая длина линзы L , т.е. существует короткофокусная микрокапиллярная линза с минимальным значением фокусного расстояния. Расчеты показывают, что для энергий рентгеновских фотонов 5-50 кэВ фокусное пятно бу-

дет находится вне микрокапиллярной линзы, если число линз не превышает величины $N_{\max}$, зависящей от энергии фотонов E_f и плазменной энергии материала E_p :

$$N_{\max} = 1.2 E_p / E_f \quad (4)$$

Уменьшить фокусное расстояние микрокапиллярной линзы можно используя линзы переменного радиуса с помощью, так называемой адиабатической линзы [2]. Анализ распределения рентгеновского пучка в короткофокусной микрокапиллярной линзе показывает, что пучок рентгеновских лучей при распространении в линзе сжимается в диаметре (рис. 1а). Размещая линзы уменьшающегося радиуса по мере сжатия пучка лучей можно достигнуть более сильного преломления рентгеновских лучей и уменьшение фокусного расстояния адиабатической микрокапиллярной линзы (рис. 1б).

Для анализа рентгенооптических параметров адиабатической микрокапиллярной линзы разработана программа «3D моделирование прохождения рентгеновских лучей через адиабатическую микрокапиллярную линзу». Программа рассчитывает распределение рентгеновского излучения в адиабатической микрокапиллярной линзе в приближении геометрической оптики методом Монте-Карло.

Профиль адиабатической микрокапиллярной линзы формировался из условия постоянства степени заполнения линзы пучком рентгеновских лучей. Сравнение рассчитанного профиля адиабатической линзы с профилями изготовленных стеклянных микрокапилляров (рис. 2) показывает возможность сформировать адиабатическую микрокапиллярную линзу в конусоподобном стеклянном капилляре.

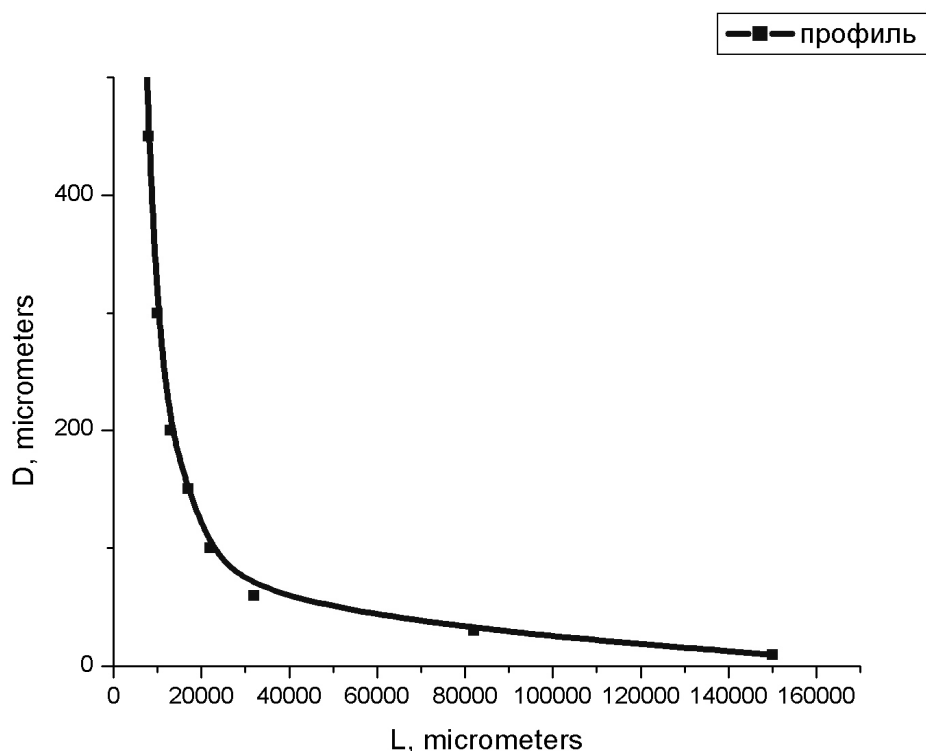


Рис. 2. Рассчитанный профиль адиабатической линзы в сравнении с профилем стеклянного капилляра

Рассчитаны фокусное расстояние адиабатической линзы F_a в зависимости от количества линз (см. таблицу) для энергии фотонов 8 кэВ. Показано, что фокусное расстояние адиабатической микрокапиллярной линзы существенно меньше фокусного расстояния микрокапиллярной линзы.

Предлагается для изготовления адиабатической микрокапиллярной линзы использовать стеклянные конусообразные микрокапилляры. Профиль капилляра задает возможный профиль адиабатической линзы. В приближении геометрической оптики рассчитаны профиль адиабатической линзы и ее фокусное расстояние. Показано, что при одинаковом количестве линз адиабатическая микрокапиллярная линза имеет фокусное расстояние меньше чем микрокапиллярная линза.

Таблица

Зависимость фокусного расстояния адиабатической микрокапиллярной линзы F_a и микрокапиллярной линзы F от числа линз N

N	100	200	300	400
F_a , см	61	24	11	5
F , см	63	33	22	17