

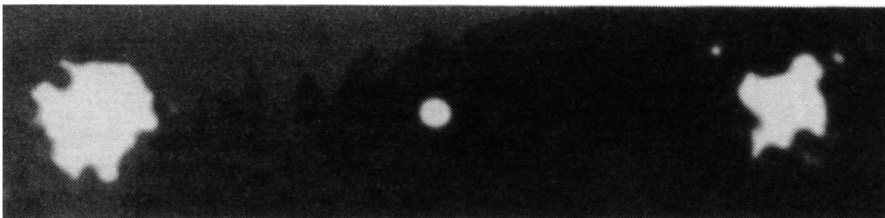
## ФОКУСИРУЮЩАЯ СИСТЕМА НА ОСНОВЕ МНОГОКРАТНОГО ОТРАЖЕНИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ ОТ ИЗОГНУТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

В.А. Аркадьев, А.И. Коломийцев,  
М.А. Кумахов, В.В. Лабузов,  
И.Ю. Пономарев, И.А. Ходеев,  
Ю.П. Чертов, И.М. Шахпаронов

Современная рентгеновская оптика использует явления дифракции, интерференции и отражения. Принципиальное ограничение дифракционных методов состоит в том, что они применимы лишь к монохроматическому излучению. Трудности создания рентгеновских зеркал обусловлены низкой отражательной способностью рентгеновского излучения от поверхности твердого тела. Используя многослойные покрытия, можно существенно увеличить коэффициент отражения за счет интерференционных эффектов, однако работающие на этом принципе зеркала также эффективны лишь в узком спектральном интервале. От этого недостатка свободна оптика скользящего падения, основанная на явлении полного внешнего отражения рентгеновских лучей. Однако и здесь имеются свои трудности. Малые углы скольжения приводят к необходимости создания практически идеальных отражающих поверхностей больших размеров и обуславливают малый угловой захват рентгеновского излучения (пример — рентгеновские телескопы [1]).

Недавно было предложено другое направление развития рентгеновской оптики, использующее многократные отражения рентгеновских лучей и свободное от указанных недостатков [2].

Для экспериментальной проверки этого предложения были собраны две рентгеновские фокусирующие системы. Первая система состояла из шести фокусирующих слоев. Каждый слой представлял собой систему деформированных цилиндрических рентгеноводов.



$l = 120 \text{ мм}$

$l = 200 \text{ мм}$

$l = 300 \text{ мм}$

Слои отличались друг от друга радиусом кривизны и длиной. Угол захвата составлял  $\sim 0,03$  рад. Вторая фокусирующая система состояла из 26 слоев с углом захвата  $\sim 0,3$  рад. Фокусное расстояние первой системы составляло 200 мм, диаметр фокусного пятна — 2 мм. Фокусное расстояние второй системы составляло 50 мм, диаметр фокусного пятна — 1 мм.

Экспериментальное испытание обеих систем, проводившееся при энергиях фотонов 3–8 кэВ, дало хорошее согласие с расчетными параметрами.

На рисунке приведена фотография рентгеновского излучения на различных расстояниях от выходного торца первой фокусирующей системы. Видно, как первоначально сравнительно большое пятно на расстоянии  $l = 120$  мм от торца „схлопывается“ в фокусе ( $l = 200$  мм), а затем расплывается ( $l = 300$  мм).

Было также измерено отношение плотности энергии рентгеновского излучения в фокусном пятне к плотности энергии в той же точке без системы. Показано, что вторая фокусирующая система дает увеличение плотности энергии более чем на три порядка.

В заключение отметим, что рассматриваемый вариант рентгеновской оптики может найти многочисленные применения в физических исследованиях.

#### Л и т е р а т у р а

- [1] Z o m b e c k M.V. Astrophysical observations with high resolution X-ray telescopes. — In: Low energy X-ray diagnostics. AIP conference proceedings, N.Y., 1981, N 75, p. 200–209.
- [2] К у м а х о в М.А. Излучение каналированных частиц в кристаллах. М.: Энергоатомиздат, 1986. 160 с.

Институт атомной энергии  
им. И.В. Курчатова

Поступило в Редакцию  
22 сентября 1987 г.