

## Алмазная преломляющая рентгеновская оптика

Снигирев А.А.<sup>1</sup>

*anatoly.snigirev@gmail.com*

<sup>1</sup> БФУ им. И. Канта, Калининград, Россия.

Переход на новые источники рентгеновского излучения - синхротроны четвёртого поколения и лазеры на свободных электронах - с уникальными оптическими характеристиками требует разработки оптики с использованием новых материалов, устойчивых к экстремальным тепловым и радиационным нагрузкам. Эти материалы должны сохранять высокую степень когерентности излучения. Наиболее востребованная, преломляющая оптика [1] за свои неполные 30 лет, стала стандартным компонентом практически на всех экспериментальных станциях современных источников.

Наиболее широко используемыми материалами для преломляющих линз являются бериллий и алюминий. Однако, будучи поликристаллическими, эти металлы рассеивают рентгеновские лучи на границах зерен, что ведет к образованию спеклов. Кроме того, для работы с прямым излучением от источника, линзы из бериллия и алюминия требуют эффективного охлаждения.

В этой связи, алмаз, обладая высокой теплопроводностью при малом коэффициенте расширения, является наиболее предпочтительным для работы с «горячими» пучками [2]. Высокий коэффициент преломления алмаза позволяет вдвое сократить количество линз, используемых в экспериментальной схеме. Монокристаллический алмаз не дает паразитного рассеяния - спеклов.

Основной преградой к широкому использованию алмаза является его сложная обработка, так как он является самым твердым и химически инертным материалом. В последнее время было предпринято несколько попыток изготовления алмазных рентгеновских линз с помощью технологии MEMS, используя литографию с последующим реактивным ионным травлением (RIE) [3]. Появление лазеров с ультракороткими импульсами позволяет обрабатывать алмаз методами резки и абляции [4], но невысокое качество поверхности линз требует дополнительной полировки. Недавно было показано, что прямое профилирование материала сфокусированным ионным пучком (FIB) может быть успешно применено для производства микролинз из алмаза [5]. Отдельного внимания в разработке оптики для задач спектроскопии заслуживает нано-поликристаллический алмаз [6].

### Ссылки

1. A. Snigirev, V. Kohn, I. Snigireva, B. Lengeler, *Nature* (1996) **384**, 49-51.
2. I. Snigireva, M. Polikarpov, A. Snigirev, *Synchrotron Radiation News* (2021) **34(6)**, 12-20.
3. A. Snigirev V. Yunkin, I. Snigireva, M. Di Michiel, M. Drakopoulos, S. Kuznetsov, L. Shabelnikov, M. Grigoriev, V. Ralchenko, I. Sychov, M. Hoffmann, E. Voges, *SPIE*, (2002) **4783**, 1-9.
4. M. Polikarpov, I. Snigireva, J. Morse, V. Yunkin, S. Kuznetsov, A. Snigirev, *J. Synchrotron Rad.* (2015) **22**, 23-28.
5. P. Medvedskaya, I. Lyatun, S. Shevyrtalov, M. Polikarpov, I. Snigireva, V. Yunkin, A. Snigirev, *Optics Express* (2020) **28**, 4773-4785.
6. I. Snigireva, T. Irifune, T. Shinmei, P. Medvedskaya, I. Lyatun, S. Shevyrtalov, G. Bourenkov, M. Polikarpov, S. Rashchenko, A. Snigirev, *SPIE* (2021) **11837**, 1183703.