

ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ ВОГНУТОГО МОНОХРОМАТОРА ИЗ СЛЮДЫ, ПРИМЕНЯЕМОГО ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ^{*)}

¹Баронова Е.О., ²Ломов А.А.

¹НИЦ “Курчатовский институт”, Москва, Россия, baronova04@mail.ru

²Физико-технологический институт им. К.А. Валиева РАН, Москва, Россия

Высокотемпературная плазма является источником линейчатого рентгеновского излучения высоко ионизованных ионов. Анализ интенсивностей линий ионов – эффективный инструмент оценки электронной плотности, электронной и ионной температуры плазмы. Линейчатый спектр с высоким пространственным и спектральным разрешением регистрируется с помощью фокусирующих рентгеновских спектрографов, важнейшими элементами которых являются вогнутые кристаллы - монохроматоры: кварц, кремний, германий, слюда. Точность определения параметров плазмы зависит от качества этих элементов. Так как энергии диагностических рентгеновских линий близки друг другу, то обычно предполагается равенство их коэффициентов отражения. Однако, во многих экспериментах отражение близко лежащих спектральных линий происходит от различных участков кристалла [1]. Очевидно, что однородность дифракционных свойств кристалло-монокроматоров зависит от технологии их изготовления и требует верификации даже для тонких плоских совершенных образцов [2].



Представленная работа посвящена исследованию однородности отражения двух образцов слюды размерами $25 \times 70 \text{ мм}^2$, толщиной 110 мк, наклеенных на сферические поверхности радиусом 250 мм. Эксперименты проведены на установке SmartLab (Rigaku, Japan). На рисунке исследуемый кристалл-монокроматор в центре, слева - источник излучения, справа-детектор. Измерения выполнялись в третьем порядке отражения K_{α} Cu (угол Брэгга $\theta=13.36^{\circ}$), в параллельном пучке расходимостью $0.04\text{-}0.05^{\circ}$.

Дифракционная кривая регистрировалась с шагом 2 мм и 4 мм с площади образца $0.2 \text{ мм} \times 15 \text{ мм}$. Такая область кристалла может быть задействована при регистрации спектров точечных источников (лазерная плазма, Z-пинч), а расстояние между областями кристалла, отражающими соседние линии, может составлять 2-3 мм.

Зарегистрированные кривые отражения на два порядка шире предсказанных для плоских образцов, в 5-6 раз шире приведенных для вогнутых образцов [3]. Полученные результаты свидетельствуют о неоднородности дифракционных свойств вогнутой слюды: локальные коэффициенты отражения могут отличаться на 20%, что сравнимо с точностью аналитических методов рентгеновской спектроскопии. Среди причин неоднородности - мозаичность слюды, внесение дополнительных напряжений, возникающих в результате ее изгиба, а также наличие слоя клея неконтролируемой толщины. Детальная характеристика монокроматоров рентгеновских спектрометров необходима, так как позволяет повысить точность оценки параметров высокотемпературной плазмы.

Литература

- [1]. Baronova E.O., ISSN 1063-7788, Physics of Atomic Nuclei, 2023, Vol. 86, No10, pp.1–3.
- [2]. N. R. Pereira, A. T. Macrander, E. Kasman, X-R. Huang, and E. O. Baronova, DOI:10.1063/50040584.
- [3]. <https://x-server.gmca.aps.anl.gov/>, <https://www.aps.anl.gov/Science/Scientific-Software/XOP>

^{*)} DOI – тезисы на английском