

02;05

Термоиндуцированное управление дифракционными спектрами рентгеновского излучения

© В.Н. Трушин, А.С. Маркелов, Е.В. Чупрунов, А.А. Жолудев

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
E-mail: trush@phys.unn.runnet.ru

Поступило в Редакцию 11 января 2006 г.

Приведены результаты исследований влияния неоднородного теплового воздействия светового пучка на смещение дифракционных максимумов кристаллов дигидрофосфата калия (KDP), соответствующих $K\alpha_1$, α_2 линиям спектра характеристического излучения. Показана возможность использования данного метода для уменьшения аберраций оптических систем.

PACS: 71.84.Fa

Известно, что тепловым воздействием света на поверхность дифрагирующего кристалла можно корректировать угловое положение брэгговских отражений [1]. Тем самым могут быть компенсированы рассогласования угловых положений дифракционных максимумов кристаллов, вызванные вариациями параметров решетки на поверхности образцов, блочностью их структуры, а также присутствием в спектре излучения разных длин волн, например $K\alpha_1$, α_2 линий характеристического спектра рентгеновского излучения.

В работе исследуется влияние неоднородного теплового воздействия светового пучка на угловое смещение дифракционных максимумов (064) кристалла KDP, соответствующих $K\alpha_1$, α_2 линиям спектра характеристического рентгеновского излучения.

Эксперимент проводился на двухкристальном рентгеновском спектрометре по методике, описанной в [1]. Локальный нагрев поверхности кристалла (пластина размером $35 \times 35 \times 6$ mm) со стороны области дифракции осуществлялся световым пучком от проекционной лампы. Схема эксперимента и положение дифракционных пучков, соответствующих линиям спектра $K\alpha_1$ и $K\alpha_2$ на поверхности кристалла, показаны на рис. 1, а. Дифракционные линии спектра $K\alpha_1$, $K\alpha_2$, изображение

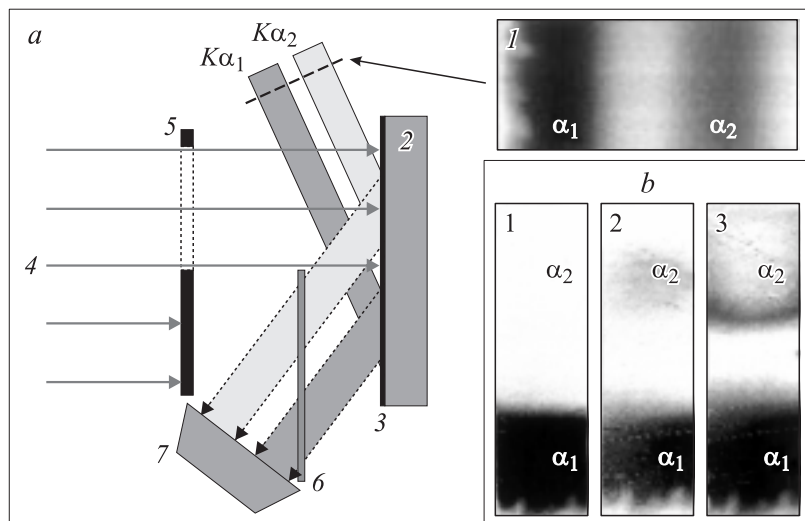


Рис. 1. *a* — схема эксперимента: 1 — $K\alpha_1$, $K\alpha_2$ линии дифракционного спектра рентгеновского излучения; 2 — образец; 3 — поглощающее покрытие; 4 — световой пучок; 5 — транспарант; 6 — рентгеновская пленка; 7 — счетчик; *b* — топограммы 1, 2, 3 поверхности кристалла, полученные при нагреве α_2 -области поверхности кристалла, до температур 22, 28 и 30°C соответственно.

которых показано на пленке (1), соответствуют дифракционному отражению (511) от кристалла — монохроматора германия [1].

На рис. 1, *b* показаны топограммы 1, 2, 3 поверхности кристалла, снятые при термоиндуцированном нагреве α_2 -области поверхности кристалла до температур 22, 28 и 30°C соответственно (α_1 - и α_2 -области — это части поверхности кристалла, соответствующие положениям дифракционных пучков от $K\alpha_1$ и $K\alpha_2$ линий спектра). Топограммы снимались на максимуме кривой отражения от α_1 -области поверхности кристалла.

На рис. 2, *a* показана температурная зависимость углового смещения кривой качания отражения (064) кристалла KDP. Кривая состоит из двух максимумов α_1 и α_2 , начальное и конечное положение которых показано на кривых 1 и 5 соответственно. Начальное угловое положение

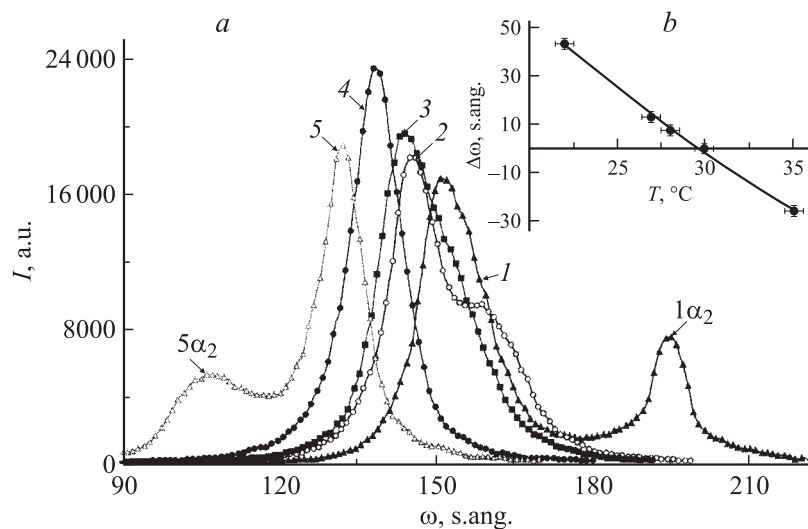


Рис. 2. Температурная зависимость угловых положений дифракционных максимумов 064 кристалла KDP, соответствующих $K\alpha_1$, $K\alpha_2$ линиям дифракционного спектра рентгеновского излучения: *a* — кривые 1, 2, 3, 4, 5, снятые при нагреве α_2 -области поверхности кристалла, до температур 22, 27, 28, 30 и 34°C соответственно; *b* — зависимость относительного углового положения центров тяжести кривых α_1 и α_2 от температуры нагрева α_2 -области поверхности кристалла.

максимумов на кривой 1 определялось разностью в длинах волн линий спектра и положением областей дифракции на поверхности кристалла.

При светоиндуцированном изменении температуры α_2 -области кривая в целом смещается в сторону меньших углов, одновременно наблюдается уменьшение углового расстояния между ее максимумами. Кривые 2, 3, 4, 5 соответствуют нагреву α_2 -области поверхности кристалла до температур 27, 28, 30 и 34°C соответственно. Совмещение максимумов от дифракционных линий спектра происходило при $t = 30^\circ\text{C}$ (кривая 4).

Разница в температурах ΔT_λ между положениями областей дифракционных спектров на поверхности кристалла, при которой возможно их

угловое совмещение, определяется формулой

$$\Delta T_\lambda = -\operatorname{ctg} \Theta \Delta \Theta_\lambda / \alpha, \quad (1)$$

где Θ — угол Брэгга; $\Delta \Theta_\lambda$ — угловое рассогласование между дифракционными спектрами излучения; α — значение коэффициента теплового расширения в направлении вектора обратной решетки.

На рис. 2, *b* показана зависимость относительного углового положения α_1 и α_2 пиков от температуры нагрева α_2 -области поверхности кристалла.

Приведенные экспериментальные данные показывают, что тепловым воздействием света на кристалл можно управлять угловым положением и формой максимумов дифракционных спектров рентгеновского излучения, что может быть использовано для уменьшения аберраций рентгенооптических систем.

Список литературы

- [1] Трушин В.Н., Жолудев А.А., Маркелов А.С., Чупрунов Е.В. и др. // ЖТФ. 2004. Т. 74. В. 7. С. 121–122.