

УДК 548.733

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МАЯТНИКОВЫХ ПОЛОС ПРИ НАЛИЧИИ ДИЛАТАЦИЙ И ОТНОСИТЕЛЬНЫХ ПОВОРОТОВ ОТРАЖАЮЩИХ ПЛОСКОСТЕЙ

К. В. АЛУМЯН, Р. И. БАГДАСАРЯН, Ф. О. ЭЙРАМДЖЯН

Ереванский государственный университет

(Поступила в редакцию 17 мая 1983 г.)

Исследовано влияние относительных поворотов отражающих плоскостей (φ) и изменения межплоскостных расстояний (Δd) на маятниковые полосы (МП) в двухблочном рентгеновском интерферометре. Обнаружено, что оба фактора приводят к смещению вершин МП от центральной линии дифрагированного пучка. Для однозначной оценки влияния φ и Δd на МП предложен метод трехблочного интерферометра с клиновидным зеркальным блоком.

В блоках интерферометров, изготовленных из высокосовершенных монокристаллов, обычно имеются искажения кристаллической решетки, т. е. относительные разориентации атомных плоскостей (φ) и разбросы (дилатации) межплоскостных расстояний (Δd). При рассмотрении влияния кристаллических нарушений, обусловленных наличием различных типов дефектов, на маятниковые полосы (МП) возникает необходимость однозначной оценки влияния вышеуказанных искажений на наблюдаемый эффект. В работах [1, 2] существованием φ и Δd объяснены смещения МП по всей ширине отраженного пучка. В работе [3] были рассчитаны МП при наличии в одном из блоков интерферометра Δd и φ (вокруг нормали к поверхности кристалла) и было показано, что смещения вершин МП от центра дифрагированного пучка обусловлены обоими факторами.

С целью экспериментального исследования влияния дилатаций и поворотов отражающих плоскостей на вид МП из почти бездислокационного кристалла кремния нами был изготовлен двухблочный интерферометр [4] (клин с преломляющим углом 1° — плоско-параллельный кристалл с толщиной 2,1 мм). Было использовано отражение (220) при излучении $MoK\alpha_1$.

Для осуществления относительных поворотов часть основания, соединяющая блоки интерферометра, была сделана в виде шейки (рис. 1) с раз-

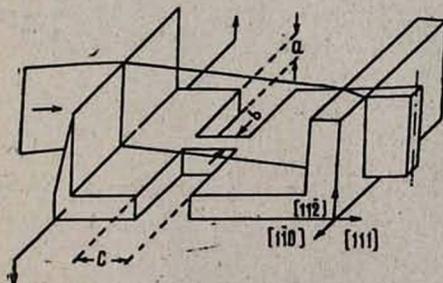


Рис. 1. Схематическая картина эксперимента.

мерами $a = 5,7$ мм, $b = 2,1$ мм, $c = 2,7$ мм, а на боковых поверхностях блока крепились рычаги, что позволяло вращать данный блок при неподвижном втором блоке. Вращающий момент изменялся от 0 до 120 Г·см с шагом 30 Г·см. Одновременно при разных значениях момента снимались секционные топограммы (рис. 2). Топограмма на рис. 2Д получена при отсутствии внешних воздействий.

Рис. 2. Маятниковые полосы при разных значениях вращающего момента (увеличено в пять раз).



Углы относительных поворотов отражающих плоскостей, соответствующие разным значениям вращающего момента, вычислялись по формуле, приведенной в [5]:

$$\varphi = \frac{Mc}{k_1 G (2a)^3 2b},$$

где M — вращающий момент, G — модуль сдвига для Si:

$$G = 5,3 \cdot 10^{11} \frac{\text{ДН}}{\text{см}^2}; k_1 = 0,05.$$

На том же рентгеновском интерферометре исследовалось влияние однородных дилатаций между блоками, вызванных разностью температур между ними, на МП. Для этой цели один из блоков (клиновидный) равномерно нагревался так, чтобы разность температур (Δt) между блоками изменялась от 0 до 4°С (температура измерялась с помощью термпары медь—константан), и одновременно снимались топограммы. При таких значениях Δt для волны, отраженной от второго блока интерферометра, отклонение $\Delta\theta$ от точного угла Брэгга не превышало 0,4", что оценивалось по формуле

$$T = \frac{\Delta d}{ad} = \frac{\text{ctg } \theta}{a} \Delta\theta,$$

где $\alpha = 2,64 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ — коэффициент линейного расширения Si. Топограммы, полученные в этом случае, идентичны с теми, которые получались в случае относительных вращений блоков.

Таким образом, экспериментальное исследование показало, что как в случае относительных вращений блоков, так и при наличии однородных дилатаций между ними наблюдаются только смещения ($\Delta l = 0 \div 150$ мкм) V-образных полос от центра дифрагированного пучка, что согласуется с результатами работ [2, 3]. При этом МП уже не наблюдаются при $\varphi > 0,5''$ или $\Delta t > 4^\circ$ С.

Расчет показал, что скорости изменения Δl в зависимости от φ и $\Delta\theta$ в пределах ошибки эксперимента почти одинаковы. Это означает, что наблюдаемый эффект одинаково чувствителен и к поворотам, и к дилатациям отражающих плоскостей.

Для однозначной оценки влияния дилатаций и поворотов отражающих плоскостей на эффект маятниковых биений нужно иметь чувствительный контроль по определению этих факторов. Таким контролем может служить метод рентгеновского муара, так как с его помощью можно отличать друг от друга эти два вида кристаллических нарушений. Если средний блок трехблочного интерферометра изготовить в виде клина, то на секционных топограммах, полученных от него, одновременно возникали бы и муар, и МП. Исходя из вида и периода муаровых полос можно оценить дилатации и относительные повороты отражающих плоскостей. Это дает возможность определить, какими нарушениями кристаллической решетки вызваны наблюдаемые изменения положений V-образных полос маятникового решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аладжаджян Г. М., Безирянян П. А., Семерджян О. С. ФТТ, 19, 1359 (1977).
2. Аладжаджян Г. М., Кочарян А. К., Григорян А. М. ФТТ, 21, 2199 (1979).
3. Алумян К. В. Тезисы докладов XV Всесоюзного совещания по применению рентгеновских лучей к исследованию материалов. Черногловка, 1982, с. 183.
4. Hart M., Milne A. D. Phys. St. Sol., 26, 185 (1968).
5. Bonse U., Hart M. Zeitschrift für Physik, 190, 461 (1966).

ՀՈՃԱՆԱԿԱՅԻՆ ՇԵՐՏԵՐԻ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՆԴՐԱԴԱՐՁՆՈՂ ՀԱՐԹՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՀԱՐԱՐԵՐԱԿԱՆ ՊՏՈՒՅՏՆԵՐԻ ԵՎ ԴԻԱՏԱՅԻԱՆԵՐԻ ԱՌԿԱՅՈՒԹՅԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Կ. Վ. ԱՐՈՒՄՅԱՆ, Ռ. Ի. ԲԱԳԴԱՍԱՐՅԱՆ, Գ. Հ. ԷՅՐԱՄԶՅԱՆ

Աշխատանքում ուսումնասիրված է սենտզենյան երկբլուրեղ ինտերֆերոմետրում անդրադարձնող հարթությունների պտույտների և միջհարթությունային հեռավորությունների փոփոխությունների ազդեցությունը ճեղքանակային շերտերի տեսքի վրա:

AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF PENDELLÖSUNG FRINGES IN THE PRESENCE OF DILATATIONS AND FRACTIONAL ROTATIONS OF REFLECTING PLANES

C. V. ALUMYAN, R. I. BAGDASARYAN, F. H. EJRAMDZHYAN

The effect of crystalline disturbances in an X-ray two-block interferometer on the form of obtained Pendellösung fringes is considered.