

УДК 539.22.082.79:539.125.5

ФИЗИКА

А. О. Абоян, П. А. Безирганян, Ф. О. Эйрамджян

### Цугомер рентгеновского излучения

(Представлено академиком АН Армянской ССР Г. М. Гарибяном 29/VII 1974)

Как известно (<sup>1-5</sup>), когерентными являются волны, принадлежащие к одному и тому же акту испускания атома, и поэтому, интерференционная картина не может наблюдаться даже, если заставить встретиться волны, испускаемые одним и тем же атомом, но в разное время и при том, с опозданием, большим времени длительности когерентного излучения (длительности одного акта испускания).

Однако при решении различных интерференционных задач рентгеновых лучей предполагают, что весь облучаемый объем монокристалла, независимо от его размеров, рассеивает одновременно когерентно, что равносильно предположению о бесконечности длины цуга (длительности акта испускания) или строго монохроматичности излучения.

Для проверки теоретических представлений имеет весьма важное значение измерение длины цуга рентгеновского излучения (длительность когерентного излучения).

Нам кажется, что единственным подходящим методом для измерения цуга рентгеновского когерентного излучения может являться интерференционный метод. Для этого необходимо испускаемое рентгеновским источником излучение расчленить на два потока, заставить их встретиться после того, как ими пройдены различные пути, и, таким образом, получить интерференционную картину. Далее постепенно увеличить разность ходов между этими двумя потоками до тех пор, пока не исчезнет эта интерференционная картина.

В оптике давно известно, что при достаточно больших разностях ходов интерференционная картина исчезает. Однако, это явление до сих пор не наблюдалось при интерференции рентгеновых лучей, что объясняется отсутствием рентгеновских интерферометров до последнего времени. Открытие аномального поглощения и в связи с этим бурное развитие динамической теории интерференции рентгеновых лучей, а также применение эффекта Бормана недавно привели к созданию рентгеновских интерферометров (<sup>6-8</sup>).

Наш опыт по изготовлению интерферометров (<sup>10</sup>) различных конструкций и по их применению дал возможность сконструировать и изготовить рентгеновский цугомер—прибор для измерения длины цуга (длительности когерентного излучения).

Задачей излагаемой работы была разработка, изготовление и испытание рентгеновского цугомера и измерение этим прибором длины цугов рентгеновских воли (длительности когерентного излучения).

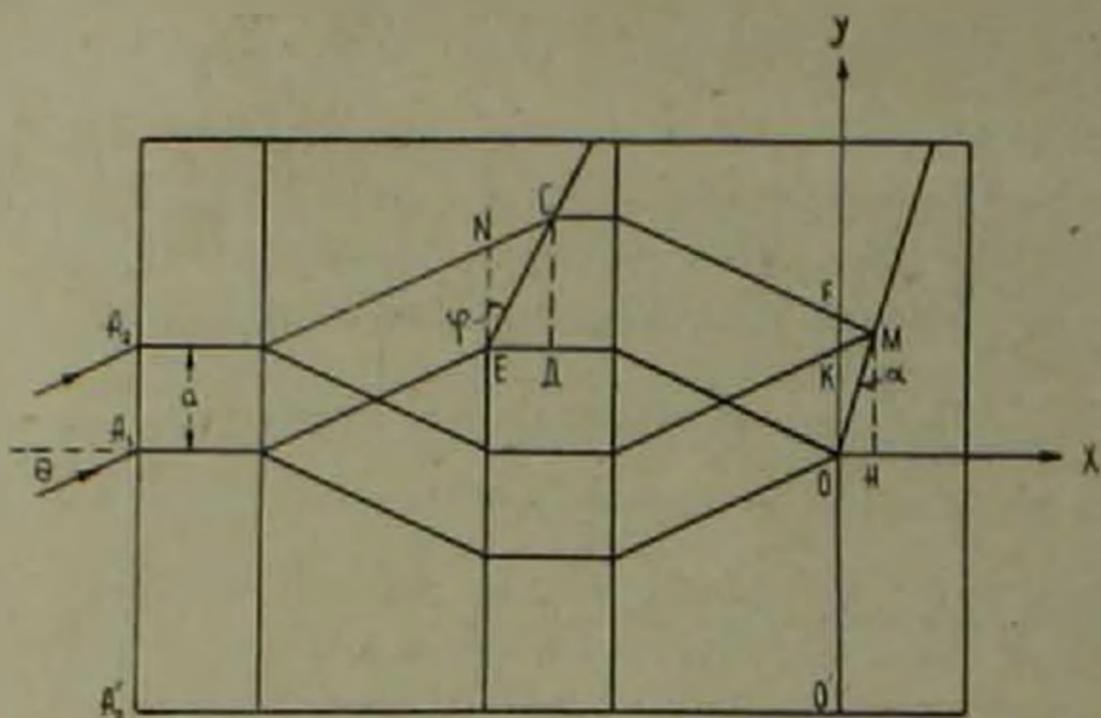


Рис. 1.

К расчету геометрического места точек падения на поверхности третьего блока

Допустим второй блок интерферометра имеет клинообразный вид, вернее нижняя часть представляет собой параллелепипед, а верхняя часть имеет клинообразный вид (рис. 1), отражающие плоскости перпендикулярны как к большим поверхностям блоков, так и к поверхности основания.

Пусть пучок монохроматического рентгеновского излучения падает на первый блок интерферометра под углом Вульфа-Брэгга  $\theta$ . Пучок, падающий в точку  $A_1$  первого блока, после прохождения первых двух блоков фокусируется в точке  $O$ , а пучок, падающий в точке  $A_2$  фокусируется в точке  $M$ . Можно показать, что когда точка падения на входной поверхности первого блока перемещается от точки  $A_1$  к точке  $A_2$ , то точки фокуса на входной поверхности третьего блока перемещаются от точки  $O$  к точке  $M$ , т. е. точки фокусов расположены на прямой  $OM$ , и третий блок имеет такой же вид как второй блок—нижняя часть—параллелепипед, а верхняя—клин.

С помощью рис. 1 для координат точки  $M$  найдем

$$X = \frac{a}{2} \cdot \frac{\operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg} \theta \operatorname{tg} \varphi}, \quad Y = \frac{a}{2} \cdot \frac{2 - \operatorname{tg} \theta \operatorname{tg} \varphi}{1 - \operatorname{tg} \theta \operatorname{tg} \varphi}, \quad (1)$$

где  $a$ —расстояние между точками  $A_1$  и  $A_2$  входной поверхности первого блока;

$\varphi$  — угол клина второго блока.

Из (1) для  $\alpha$  угла клина третьего блока получим

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{X}{Y} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{2 - \operatorname{tg} \theta \cdot \operatorname{tg} \varphi}. \quad (2)$$



При выводе (4) была составлена разность

$$\Delta = X_1 - X_2(1 - \delta) = X_1 - X_2 + X_2\delta,$$

где  $\delta$  — единичный декремент показателя преломления  $n$ , имея в виду малость  $X_2\delta$ , она заменена выражением  $\Delta = X_1 - X_2$ .

Таким образом с увеличением разности  $X_1 - X_2$  можно увеличить разности путей интерферирующих волн, что достигается с помощью сканирования.

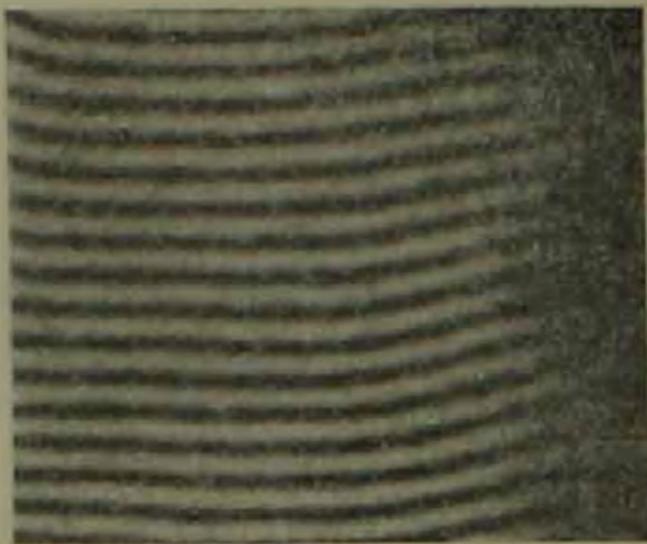


Рис. 3. Муаровая картина, полученная сканированием

Для измерения длины цуга из бездислокационного кристалла кремния был изготовлен интерферометр, показанный на рис. 2. Плоскости (220) были перпендикулярны к большим поверхностям и к основанию интерферометра. От этого интерферометра сканированием на камере КРС получена интерференционная (муаровая) картина, которая изображена на рис. 3. Направления сканирования показаны на рис. 2. Излучение —  $\text{CuK}_{\alpha_1}$ . Как видно из рис. 3, при малых  $L_2$  (рис. 2), т. е. при малых разностях путей получают четкие муаровые картины, а с дальнейшим увеличением разностей путей картина сначала ухудшается (четкость падает), а потом исчезает, т. е. разность путей становится больше длины цуга.

Определив параметр  $L_2$ , соответствующий положению исчезновения муаровой картины по формуле (4) мы определили длину цуга излучения  $\text{CuK}_{\alpha_1}$  и получили величину  $l = 3,76 \cdot 10^{-5} \text{ см}$ , которая близка к значению  $l = 3,227 \cdot 10^{-5} \text{ см}$ , определяемому теоретическим путем.

Таким образом в настоящей работе определена длина цуга  $\text{CuK}_{\alpha_1}$  излучения при помощи специального интерферометра (цугомера) и имеется хорошее совпадение с теоретическим результатом.

Ереванский государственный университет

Ռենտգենյան ճառագայթման ցուցաչափ

Մշակված, պատրաստված և փորձարկված է ռենտգենյան ճառագայթման ցուցաչափի Այդ սարքով չափվել է ռենտգենյան ալիքի ցուցի երկարությունը (կոհերենտ ճառագայթման տեղումներ)  $\text{CuK}_\alpha$ , ճառագայթման համարի Ցուցի երկարությունը ստացվել է  $3,76 \cdot 10^{-3}$  սմ, որը մոտ է տեսական ճանապարհով հաշված արժեքին:

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

- <sup>1</sup> Г. С. Ландсберг, Оптика, М., 1965. <sup>2</sup> П. А. Безирганян, ДАН Арм.ССР, т. 37, № 4 (1963). <sup>3</sup> П. А. Безирганян, ЖТФ, XXXIV, в. 3 (1964). <sup>4</sup> П. А. Безирганян, ЖТФ, XXXIV, в. 10 (1964). <sup>5</sup> П. А. Безирганян, ЖТФ, XXXVI, в. 3 (1966). <sup>6</sup> U. Bonse and M. Hart Z. Phys. 188, 154, (1965). <sup>7</sup> U. Bonse and M. Hart. Z. Phys. 191, 1, (1966). <sup>8</sup> U. Bonse and M. Hart. Acta cryst. A24, 240, (1968). <sup>9</sup> U. Bonse and M. Hart. Z. Phys. 190, 455, (1966). <sup>10</sup> P. A. Bestirganyan, F. O. Elcamdshyan and K. G. Trunt, Phys. stat. sol. (a) 20, 611, (1973).