## 203400405 006 9-6506-63065566 0409-607-6036 559,640966 ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Зуфич-dupbdum, филирупійй» XV, № 1, 1962 Физико-математические науки

ФИЗИКА

### А. Г. Акритов, П. А. Безирганян

## Отражающая площадь кристалл-анализатора при точечном источнике рентгеновских лучей

В связи с развитием микрофокусной рентгеновской спектроскопии важное значение приобретает определение вида отражающей части кристалл-анализатора рентгеновских лучей при точечном источнике-

В работе [1] экспериментально и теоретически (приближенно) определен вид отражающей части изогнутого кристалл-анализотора при точечном источнике рентгеновских лучей. Экспериментальный вид этой площадки по [1] приведен на фиг. 1.



### Фиг. 1.

В вастоящей работе теоретически определяются вид и размеры огражающей части изогнутого и илоского кристалл-анализаторов при точечном источнике рентгеновских лучей в самом общем случае размеров действующих частей кристалл-анализаторов.

## § 1. Изогнутый кристалл

Определим вид действующей части изогнутого кристалл-анализатора при точечном источнике рентгеновских лучей. Пусть кристаллическая властинка изогнута по цилиндру с внутренним радиусом R, круговым сечением которого является окружность DF (фиг. 2). Начало коорлинат поместим на оси этого цилиндра, а координатные оси направни так, как показано на фиг. 2. Допустим точечный источник монохроматических рентгеновских лучей помещен на фокальной окружности *DBO* в точке  $B(x_0, y_0, 0)$ . Фокальная окружность и круговое сечение кристалаа касаются в точке D плоскости *XOY*.

Пусть луч BA под углом в падает в точку A(x, y, z) цилинарической поверхности кристалла, где  $\theta$  — угол Вульфа-Брегга. Найдем геометрическое место точек, в которых лучи, выходящие из точечного источника B, падают на изогнутую кристаллическую поА. Г. Акритов, П. А. Безирганян

верхность под углом 0. Угол между лучом ВА и нормалью точки А определится из выражения

$$\sin \theta = \frac{\vec{AB} \cdot \vec{BC}}{|\vec{AB}| \cdot |\vec{AC}|} = \frac{X_1 X_2 + Y_1 Y_2 + Z_1 Z_2}{\sqrt{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2} \cdot \sqrt{X_2^2 + Y_2^2 + Z_2^2}},$$

где  $X_1$ ,  $Y_1$ ,  $Z_1$ ,  $X_2$ ,  $Y_2$  и  $Z_2$  — составляющие векторов  $\vec{AB}$  и  $\vec{AC}$  со ответственно.

После некоторых простых преобразований для г координат точе поверхности изогнутого кристалл-анализатора, удовлетворяющих ус

где

ловню Вульфа-Брегга, получим



 $z = \pm |a - b\sin(a + \theta)|, \quad (1.1)$ 

 $a = R \operatorname{ctg} \theta \cos \theta, \quad b = R \operatorname{ctg} \theta,$ 

 $\alpha$  — угол между осью X и проекцие вектора  $\overrightarrow{OA}$  на плоскость XOY.

Не трудно убедиться в том, чт (1.1) (т. е. геометрическое место точе поверхности изогнутого кристалл-анали затора, участвующих в отражении пр точечном источнике) представляет собо двя изогнутых эллипса с общими вер шинами в точках D и C'. Действительно из (1.1) видно, что г принимает нуло

вые значения при  $\alpha = \alpha_1 = \frac{\pi}{2}$  (в точк

D) и  $a = a_2 = \frac{\pi}{2} - 20$  (в точке C').

Максимальные значения найдем из (1.1) с помощью условий

$$z_{1\max} = \pm (a-b)$$
 при  $a = \frac{a}{2} - \theta$ ,  
 $z_{2\max} = \pm (a+b)$  при  $a = \frac{3\pi}{2} - \theta$ .

На фигуре 3 показано круговое сечение изогнутого по цилиндр кристалл-анализатора и фокальная окружность. Там же показан места, где z принимает нулевые и максимальные значения. На фи гуре 4 показано геометрическое место точек изогнутого кристалл участвующих в отражении при точечном источнике (на развернуто цилиндрической поверхности). Как видно, геометрическое место эти точек состоит из двух эллипсов с общими вершинами в точках D C'. Размеры этих эллипсов различны. При продвижении источнии по фокальной окружности размеры одного из эл. ипсов (расположе ного в сторону движения) уменьшаются, а размеры другого-увел

104

#### Отражающая площадь кристалл-анализатора

чиваются. Малые полуоси этих эллипсов представляют собой максимальные значения 2 т. е.





Фнг. З.



 $z_{1\max} = R \operatorname{ctg} \theta (\cos \theta - 1), \qquad z_{2\max} = R \operatorname{ctg} \theta (\cos \theta + 1).$ 

Большие полуоси определяются следующим образом. Для малого эллипса, когда а меняется от  $\frac{\pi}{2} - 2\theta$  до  $\frac{\pi}{2} - \theta$ , *z* меняется от нуля до  $z_{1\max}$ , следовательно, большая полуось малого эллипса будет  $a_1 = R\theta$ , где  $\theta$  — в радианах. Для большого эллипса, когда *z* меняется от  $\frac{\pi}{2}$  до  $\frac{3}{2}\pi - \theta$ , *z* меняется от нуля до  $z_{2\max}$ , следовательно, большая полуось большого эллипса будет  $a_2 = R(\pi - \theta)$ .

Ясно, что в действительности эти эллипсы целиком не помещаются на поверхности кристалл-анализатора, так как анализаторы обычно имеют размеры порядка двух-трех сантиметров. Следовательно, только пезначительные части (окрестность точки D, фиг. 4) помещаются на поверхности анализатора. Окрестность точки D имеет форму крестика, поэтому в эксперименте рентгеновские снимки действующих площалей анализаторов получаются в виде снимков, показанных на фиг. 1.

Если иметь в виду и то, что источники рентгеновских лучей в действительности не точечные, а микрофокусные, то будет ясна причива расширения этих крестиков.

## § 2. Плоский кристалл

Теперь определим вид действующей части плоского кристалла при точечном источнике рентгеновских лучей.

Пусть точечный источник рентгеновских монохроматических лучей расположен в точке  $A(x_0, y_0, z_0)$ , а отражающая поверхность плоского кристалл-анализатора совпадает с плоскостью XOY (фиг. 5). Допустим луч AB из точечного источника A под углом  $\theta$  падает в точку B(x, y, 0) поверхности кристалла.

Для sin 0 получим

А. Г. Акритов, П. А. Безирганян

$$\sin \theta = \frac{z_0}{V(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + z_0^2}$$

откуда

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = z_0^2 \operatorname{ctg}^2 \theta.$$
 (6)

Угол в должен удовлетворять условню Вульфа-Брегга.

Таким образом, действующая (отражающая) часть плоского к сталл-анализатора при точечном источнике представляет собой окруность с центром в точке  $O'(x_0, y_0, 0)$ , где  $x_0$  и  $y_0$  первые две код динаты  $A(x_0, y_0, z_0)$  источника. Радиус этой окружности, как вид чаз (2.1), равен  $R = z_0 \operatorname{ctg} \theta$ , где  $z_0$  — третья координата точки исто-



Фиг. 5.

ника. В случае реальных плоских кристалл-анализаторов, размерь которых порядка двух-трех сантиметров, на поверхности анализатор помещается только небольшая часть дуги в окрестности точки D.

### § 3. Выводы

 Действующая площадь изогнутого кристалл-анализатора пр точечном источнике представляет собой две эллиптические дуги общей вершиной (см. фиг. 4).

 В общем случае кривизны этих дуг различны (размеры эл липсов различны) и зависят от угла Вульфа-Брегга и от радиуса вз гиба кристалл-анализатора.

 Действующая площадь плоского кристалл-анализатора пр точечном источнике представляет собой дугу окружности.

 Радиус этой окружности зависит от угла Вульфа-Брегга и с расстояния между точечным источником и плоским кристалл-аналя затором.

Армянский сельскохозяйственный институт Ереванский государственный университет

Поступила 23 111 196

106

### U. 9. Uhrhand, 9. 2. Abahrqubjub

# ԲՅՈՒՐԵՂ-ԱՆԱԼԻԶԱՏՈՐԻ ԱՆԴՐԱԴԱՐՁՆՈՂ ՄԱԿԵՐԵՍԸ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՆԵՐԻ ԿԵՏԱՅԻՆ ԱՂԲՅՈՒՐԻ ԴԵՊՔՈՒՄ

## ԱՄՓՈՓՈՒՄ

Հոդվածում ճնտաղոտվում է ռենտգենլան ճառադալինների բյուրեղային անալիդատորի անդրադարձման վիճակում դտնվող մասը՝ կետալին աղբլուրի դեպրում։

Հետաղոտուխլունների հիման վրա արվում են հետևյալ եղրակացուբյունները.

1. Ճկված բլուրեղ-անալիդատորի գործող մասը կետային աղբյուրի դեպքում իրենից ներկալացնում է ընդհանուր դադախով երկու էլիպսական աղեղներ (ֆիդ. 4)։

2. Ընդճանառը դեպքում այդ աղեղների կորությունները տարրեր են (էլիպմների չափերը տարրեր են) և կախված են Վուլֆ-Բրեդի անկլունից և բլուրեղ-անալիդատորի ճկման շատավղից։

3. Հարխ բյուրեղ-անալիդատորի դործող մասը կետալին աղբյուրի դեպբամ իրենից ներկայացնում է շրջանադծի աղեղ։

4. Այդ շրջանադծի շառավիդը կախված է Վուլֆ-Բրեգի անկյունից և հային աղբյուրի ու նարի բյուրնդ-անալիդատորի միջև ևդած ճեռավորուբյունից։

Ստացված արդլուն ընհրը շատ լավ բացատրում են փորձերից չալտնի ովյալները։

### ЛИТЕРАТУРА

Ваяман С. А. Отражение рентгеновского излучения от изотнутого кристалла при микрофокусном источнике, Известия АН СССР, серия физическая, 24, № 4, 1960.