

УДК 548.733

Ս.Ա. ԲԵԶԻՐԳԱՅԱՆ, Լ.Գ. ԴԱՏՔԱՐՅԱՆ, Փ. ԿԱԻՅԱԼԻ, Վ.Ս. ՄԿՐՏՅԱՆ

ЗАВИСИМОСТЬ РЕНТГЕНОВСКИХ ДИФРАКЦИОННЫХ КАРТИН ОТ КОЛЛИМАЦИИ ПЕРВИЧНОГО ПАДАЮЩЕГО ПУЧКА И МЕТОДА РЕГИСТРАЦИИ

В зависимости от параметров (коллимации) первичного падающего пучка исследованы рентгенодифракционные картины, полученные от плоскопараллельной кристаллической пластины со сферическим углублением и клинообразного кристалла. Показано, что при падающем лентообразном пучке секционные топограммы, полученные от клинообразного кристалла, имеют вид v -образных или прямых полос в зависимости от ориентации отражающих плоскостей относительно поверхности лентообразного пучка рентгеновских лучей. При широком параллельном и асимметрично отраженном широком монохроматизированном пучках от клинообразных кристаллов получаются параллельные полосы, а от плоскопараллельных кристаллических пластин со сферическим углублением получаются круговые полосы. При лентообразном первичном пучке в результате сканирования кристалла со сферическим углублением и пленки v -образные картины принимают вид круговых полос.

Одной из основных задач рентгеновской дифракционной диагностики несовершенств кристаллов является однозначная интерпретация полученных рентгенодифракционных изображений этих несовершенств. Однозначная интерпретация зарегистрированных дифракционных изображений дефектов и распределений интенсивностей интерференционных полей, в общем случае, — сложная задача. Сложность обусловлена тем, что изображения дефектов и картина распределения интенсивности интерференционных полей зависят от многих факторов, в том числе и от параметров первичного пучка (коллимации) и метода регистрации [1-3].

В данной работе ограничимся исследованием рентгенодифракционных картин, полученных от плоскопараллельной кристаллической пластины со сферическим углублением (рис.1а) и клинообразного кристалла (рис.1б) в зависимости от параметров первичного падающего

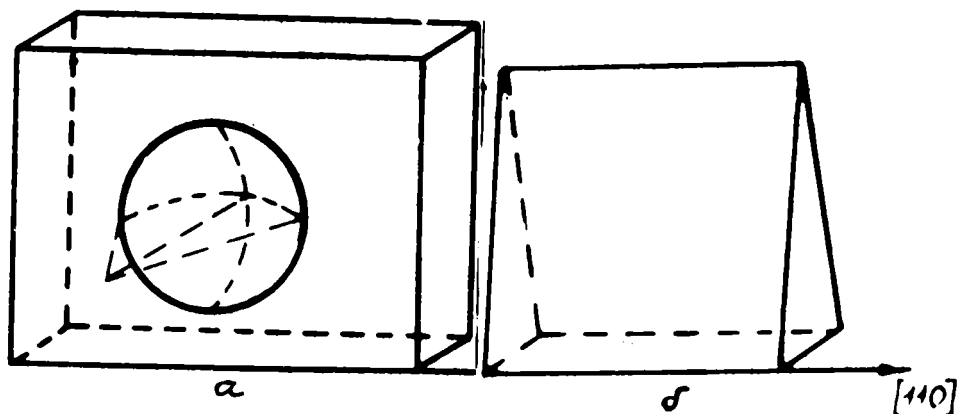


Рис.1.

пучка. Эксперименты проводились с тремя видами первичного пучка: лентообразным пучком, полученным последовательным прохождением излучения через две узкие параллельно расположенные щели (рис.2а); плоскопараллельным монохроматизированным широким пучком, полученным крайне асимметричным отражением от совершенного кристалла (рис.2б); широким параллельным пучком, полученным последовательным прохождением излучения через две широкие щели, расположенные на большом расстоянии друг от друга параллельно линейному фокусу рентгеновской трубки (рис.2в).

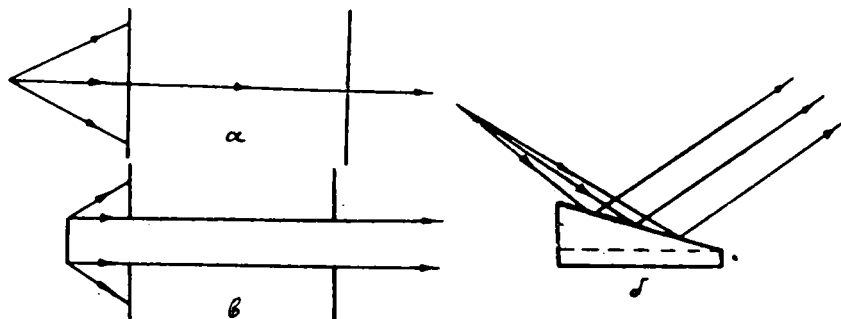


Рис.2.

На рис. 3 показаны рентгенодифракционные картины, полученные отражением 220 от сферических сегментов, изготовленных из кремневых кристаллов. Отражающие плоскости перпендикулярны к большой поверхности кристаллической пластины, на которой проделано сферическое углубление. Приведенное на рис.3а изображение получено при падающем лентообразном пучке от различных частей сегмента. На рис.3б и в приведены изображения, полученные широким плоским монохроматическим и широким параллельным пучками соответственно. Изображение, приведенное на рис.3г, также получено лентообразным падающим пучком, но уже при непрерывном сканировании. На рис.3а приведена секционная топограмма, а на рис.3г — проекционная.

Таким образом, в случае лентообразного первичного пучка на секционных топограммах получены v-образные маятниковые полосы

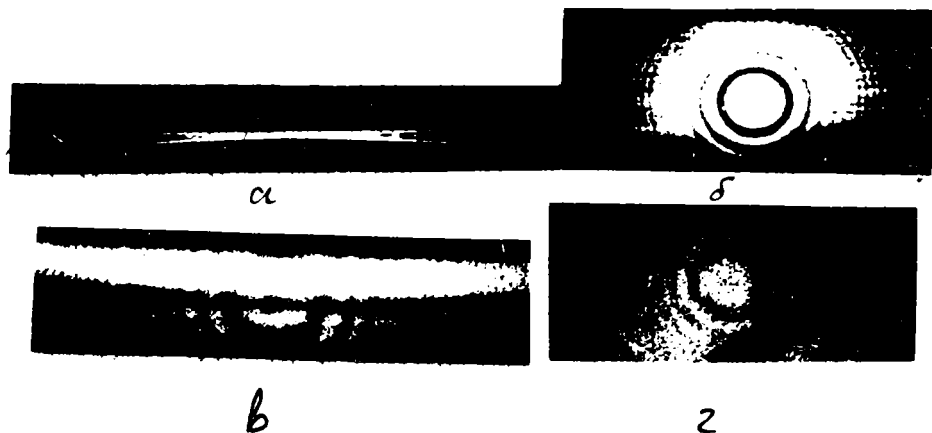


Рис.3.

(рис.3а), а в случаях плоскопараллельного монохроматического и широкого параллельного пучков — круговые полосы (см. рис.3б и в). На этих рисунках круговые полосы почти одинаковы с одной лишь разницей, что разрешение (контраст) полос в случае плоского монохроматического пучка лучше (см. рис.3б), чем разрешение в случае широкого параллельного пучка (что и следовало ожидать, см. рис.3в). Как уже отмечалось, в случае сферического сегмента и лентообразного первичного пучка были получены также проекционные топограммы (сканирование), которые приведены на рис.3г. Из рисунка видно, что и в этом случае получают круговые полосы с плохим контрастом. Ясно, что в последнем случае круговые полосы являются геометрическим местом вершин v-образных полос, полученных на секционных топограммах (рис.3а).

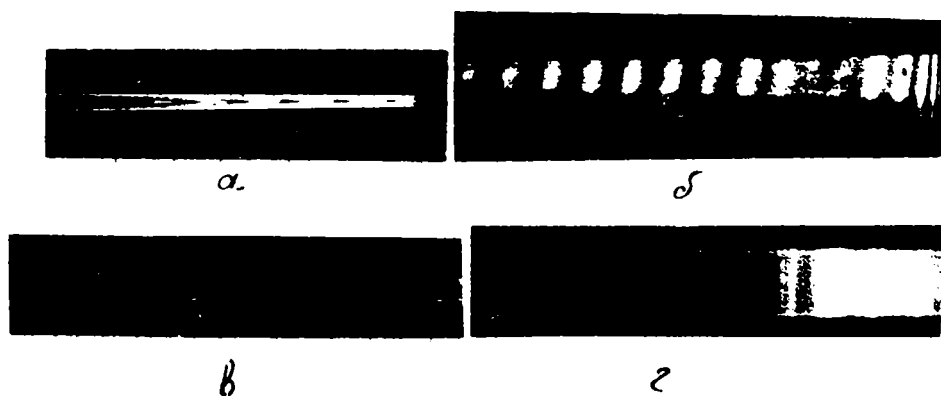


Рис.4.

На рис.4 приведены рентгенограммы отражения 220, полученные от клинообразного кристалла кремния при его облучении вышеперечисленными пучками трех видов. Если отражающие плоскости перпендикулярны к основанию клинообразного кристалла (см. рис.1б), то при лентообразном первичном пучке получают v-образные маятниковые полосы (рис.4а). При плоскопараллельном монохроматическом и широком параллельном пучках получают семейства параллельных полос

(см.рис.4б и в), которые почти не отличаются друг от друга за исключением контраста. В первом случае контраст лучше. Для того же клинообразного кристалла и лентообразного первичного пучка были получены также и проекционные топограммы (сканирование), которые приведены на рис.4г. Как видно из этого рисунка, при сканировании получаются семейства параллельных полос, которые являются геометрическим местом вершин v-образных маятниковых полос.

Приведем основные выводы.

1. Как показали вышеописанные экспериментальные исследования, рентгеновские дифракционные картины существенно зависят от параметров первичного пучка, формы кристалла, ориентации отражающих плоскостей относительно поверхностей входа и выхода кристалла и относительно данного первичного пучка и наконец метода регистрации (секционные и проекционные топограммы). Поэтому для однозначной интерпретации полученных от кристаллов дифракционных картин и, таким образом, для повышения эффективности рентгеновских исследований крайне необходимо детальное исследование характера указанных зависимостей.

2. Для получения картин структурных несовершенств от большого объема кристалла часто прибегают к сканированию кристалла вместе с пленкой относительно первичного пучка — из секционной топограммы получают проекционную топограмму. Однако проекционная топограмма часто искажает истинную картину несовершенств кристаллов и затрудняет однозначную интерпретацию их дифракционных изображений. Для обеспечения однозначной интерпретации дифракционных изображений необходимо произвести пошаговое сканирование, которое подробно описано в работе [4].

3. Как показано выше, широкие параллельные пучки, полученные с помощью двух широких щелей, отстоящих друг от друга на больших расстояниях, и широкие монохроматизированные пучки, полученные с помощью крайне асимметричных отражений, дают почти одинаковые дифракционные картины. Поэтому во избежание трудностей при монохроматизации и ослабления интенсивности первичного пучка предпочтительнее пользоваться широким параллельным пучком.

Кафедра ФТТ

Поступила 28.04.1992

ЛИТЕРАТУРА

1. Bense U. and Graeff W. X-ray and Neutron Interferometry. — Topics in Applied Physics, v.22, X-ray Optics, applications to solids, 1977, p. 93-143.
2. James R.W. The Dynamical Theory of X-ray Diffraction. — Solid State Physics, 1963, v. 15, p. 53-220.
3. Пинскер З.Г. Динамическое рассеяние рентгеновских лучей в идеальных кристаллах. М.: Наука, 1974.
4. Bezirganyan P.H., Aboyan A.O., Khzardzhyan A.A. — Gyrst. Res. Technol., 1990, v.25, №10, p. 1169-1182.

ՌԵՆՏԳԵՆՑԱՆ ԴԻՖՐԱԿՏԻՈՆ ՊԱՏԿԵՐՆԵՐԻ ԿԱԽՈՒՄԸ ԱՌԱՋԱՅԻՆ ՓԼՁԻ
ԿՈՒՄԱՑԻՍՅՈՒՑ ԵՎ ԳՐԱՆՑՄԱՆ ՄԵԹՈՂԻՑ

Ամփոփում

Առաջնային փնջի պարամետրերից կախված հետազոտված են սեպաձև բյուրեղից և գնդային փորվածքով բյուրեղային թիթեղից ստացված ռենտգենադիֆրակցիոն պատկերները: Տույց է տրված, որ ընկնող ժապավենաձև փնջի դեպքում այդ նմուշներից ստացված սեկցիոն պատկերներն ունեն v -աձև շերտերի կամ ուղղաձիգ գծերի ձև՝ կախված անդրադարձնող հարթությունների կողմնորոշումից ընկնող ռենտգենյան փնջի մեծ մակերևույթի նկատմամբ: Լայն հարթ զուգահեռ փնջի դեպքում սեպաձև բյուրեղից ստացվում են զուգահեռ գծեր, իսկ գնդաձև փորվածք ունեցողից՝ կլոր գծեր: Ժապավենաձև առաջնային փնջի դեպքում բյուրեղի և ռենտգենյան թիթեղի հետադարձ-համընթաց շարժման պայմաններում v -աձև շերտերը դառնում են շրջանագծեր:

P.H. BEZIRGANYAN, L.G. GASPARYAN, F. KAYYALI, V.P. MKRTCHYAN

THE X-RAY DIFFRACTION PATTERNS DEPENDENCE ON
THE PRIMARY INCIDENT BEAM AND ON THE METHODS OF
REGISTRATION

Summary

The X-ray diffraction patterns obtained from plain-parallel crystalline plate with spherical cavity and from wedge-shaped crystal are investigated depending on the parameters (collimation) of the primary incident beam. It is shown that in the case of band-like incident beam the sectional topograms obtained from the wedge-shaped crystal have the form of V-shaped or straight fringes depending on the orientation of the reflecting plains relative to the surface of the X-ray band-like beam. In the case of a wide parallel beam or an asymmetrically reflected wide monochromatic beam the parallel fringes are obtained from the wedge-shaped crystals, and the circular fringes are obtained from the plain-parallel crystalline plates with spherical cavity. For the primary band-like beam the V-shaped patterns acquire the form of circular fringes as a result of scanning the crystal with spherical cavity and the film.