

расчёт показывает, что эти искажения достаточно малы. При $\frac{\omega}{\omega_m} = 0,1$ они не превышают, например, 1%.

О соотношении между параметрами преобразования даёт некоторое представление следующий численный пример. Пусть несущая частота $f_0 = 3000$ Мгц; преобразование модуляции ведётся на волне типа H_{01} в волноводе высотой в 5,06 см. Такому волноводу соответствует критическая частота $f_{кр} = 2960$ Мгц. Промежуточная частота ω_m выбирается тогда из условия

$$f_m = \frac{\omega_m}{2\pi} = \frac{240}{289}(f_0 - f_{кр}).$$

Вычисление даёт $f_m = 33,2$ Мгц. Длина волновода даётся условием $L = \frac{17c}{8[f_0(f_0 - f_{кр})]^{1/2}}$ и равна 1,30 м. Ширина полосы 73,0 Мгц. При частотах сигнала до 3,3 Мгц искажения на выходе из волновода не превышают 1%.

М. Г.

СВЕТОСИЛЬНЫЕ МОНОХРОМАТОРЫ ДЛЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ Б. Я. ПИНЕСА

Вопрос о получении интенсивных монохроматических пучков рентгеновских лучей как для целей рентгеноструктурного анализа, так и для различных исследований по физике рентгеновских лучей, с давних пор интересовал исследователей.

Первоначально для этого пользовались обычными плоскими кристаллами. Позже, после того как были изобретены рентгеновские спектрографы с изогнутым кристаллом типа Иоганна и Кошуа¹, стали использовать эти кристаллы. В этом случае обычно используются изогнутые по цилиндру кристаллы, от которых отражается расходящийся пучок рентгеновских лучей, который после отражения превращается в сходящийся. Однако при этом точечный источник рентгеновских лучей в месте схождения отражённых лучей изображается линией, параллельной оси изгиба кристалла.

Можно, однако, осуществить с помощью одного изогнутого по цилиндру кристалла и такую фокусировку, при которой точка изобразится точкой же; для этого нужно кристалл изогнуть в направлении, перпендикулярном тому, которое было выбрано в предыдущем случае. При этом из падающего на кристалл расходящегося пучка рентгеновских лучей отразятся только те лучи, которые падают под одним определённым углом (под брэгговским углом), так что после отражения пучок расходящийся заменится параллельным. Но за счёт того, что кристалл изогнут, та линия, которая получилась бы при отражении от плоского кристалла, заменится точкой. Иначе говоря, изогнутый таким образом кристалл сводит спектральную линию в точку. Такие методы разрабатывали и Хамош², и Долежек и Тайерль³. Однако светосила такого метода значительно ниже, чем предыдущего. Несколько иным путём шёл автор настоящей заметки⁴, пытавшийся повысить светосилу рентгеновского спектрографа с помощью плоского кристалла, располагая его наименее выгодным образом относительно фокуса трубки.

Наконец, можно использовать два кристалла, изогнутых каждый в отдельности по цилиндрической поверхности так, чтобы оси этих поверхностей были взаимно перпендикулярны. Этот метод даёт схождение пучка

лучей в точку, но в силу двойного отражения от двух кристаллов он будет мало светосилен. Подобный метод недавно разрабатывали Киркпатрик и Бэз⁵. Таким образом, мы стоим перед дилеммой — светосильный метод не даёт схождения пучка лучей в одну точку, а те методы, которые дают схождение в одну точку, не достаточно светосильны. Между тем, для целей рентгеноструктурного анализа и для некоторых вопросов рентгенофизики очень важно получить схождение пучка в одну точку. Чтобы добиться этого, Б. Я. Пинес⁶ предложил изгибать кристалл по поверхности двойкой кривизны и осуществил подобный изгиб кристаллов. Нужно сказать, что на этом пути у Б. Я. Пинеса были предшественники, но, вероятно, никому из них не удалось осуществить изгиба столь хорошо, как это удалось Б. Я. Пинесу. Б. Я. Пинес изгибает кристалл по поверхности тора. Радиус кривизны большей окружности этой поверхности равен удвоенному радиусу круга фокусировки, а малый радиус кривизны зависит от длины волны применяемого излучения и постоянной решётки кристалла. Он должен быть тем больше, чем больше постоянная решётки и чем больше брегговский угол. По подобной поверхности при высокой температуре изгибается кристалл каменной соли. Применяя изогнутые подобным образом кристаллы, Б. Я. Пинес получил очень большую интенсивность монохроматизированных рентгеновских лучей. Это позволило ему заметно снизить экспозицию при съёмке структурных рентгенограмм в монохроматическом свете по сравнению с монохроматорами других типов. Выгода нового типа монохроматора несомненна и ему нужно пожелать скорейшего распространения в наших лабораториях.

Следует отметить, что после Б. Я. Пинеса аналогичное предложение было сделано Дюмондом⁷.

Д. Б. Гогоберидзе

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Боровский и Блохин, Рентгеноспектральный анализ, 1939.
2. L. V. Namoz, *Ann. d. Phys.* (5), 17, 716 (1933).
3. Doleisek et Tayerle, *J. de Phys.* et *Rad.* 9, 465 (1936).
4. Д. Б. Гогоберидзе, *ЖТФ* 9, 2048 (1939).
5. Kirkpatrick and Baez, *A. Journ. Optic Soc. Am.* 38, 766 (1948).
6. Б. Я. Пинес, «Светосильные монохроматоры для рентгеновского структурного анализа». Доклад на Третьем совещании по применению рентгеновских лучей в промышленности, Ленинград, 1950 г. Сборник тезисов докладов, изд. АН СССР, 1950 г., стр. 102. Подробное сообщение см. Сборник, посвященный семидесятилетию академика А. Ф. Иоффе, стр. 448.
7. Dumond, *Rev. Sci. Inst.* 21, 188 (1950).

НОВОЕ В ТЕХНИКЕ ФОКУСИРОВАНИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

В рентгеноспектральном анализе наиболее широко распространёнными методами разложения в спектр гетерогенного пучка рентгеновских лучей являются фокусирующие методы с использованием изогнутого кристалла. Принципиально эти методы делятся на две группы: с кристаллом, работающим «на просвет» и «на отражение» (рис. 1).

В первом случае отражающими плоскостями кристалла являются кристаллографические плоскости, перпендикулярные к плоскости кристаллической пластинки, во втором — ей параллельные.

В рентгеноструктурном анализе для получения интенсивных монохроматических пучков наиболее успешно также используются монохроматоры с изогнутым кристаллом, работающие по этим же принципам.