

УДК 548.732

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЯЦИИ ДИФРАГИРОВАННОГО В ГЕОМЕТРИИ БРЭГГА РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ СВЧ ПОЛЯ

Л. А. КОЧАРЯН, А. И. СОГОМОНЯН, Х. С. МЕГРАВЯН,
Р. А. ГАСПАРЯН, Р. Р. СУКИАСЯН

Институт прикладных проблем физики АН АрмССР

(Поступила в редакцию 11 ноября 1989 г.)

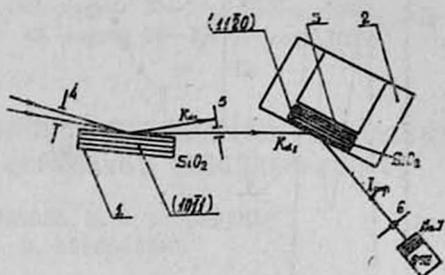
Исследовано влияние сверхвысокочастотного (СВЧ) поля на дифракцию рентгеновского излучения в монокристалле кварца в геометрии Брэгга. Показано, что с приложением СВЧ поля относительная интенсивность дифрагированного рентгеновского излучения заметно уменьшается.

Возбуждение в монокристалле объемных и поверхностных акустических полей ультразвуковых частот приводит к изменению дифракционной картины рентгеновского излучения [1—9]: увеличению интенсивности дифрагированного излучения вплоть до насыщения (явление полной переброски) [1], временные осцилляции интенсивности дифрагированного излучения по закону низкочастотных акустических колебаний, модулирующих высокочастотные акустические колебания [2, 3], изменение направления потока дифрагированной электромагнитной энергии в монокристалле [4]. Теоретические объяснения этим явлениям даны в [5]. Однако влияние на процесс дифракции рентгеновского излучения сверхвысокочастотных (СВЧ) полей изучено недостаточно. Первое сообщение о таком воздействии было в работах [8, 9], в которых впервые исследовано влияние СВЧ поля на интенсивность дифрагированного в геометрии Лауэ рентгеновского излучения.

В настоящей работе исследовано влияние СВЧ поля на дифракцию рентгеновского излучения в геометрии Брэгга. Геометрия эксперимента представлена на рис. 1. Исследования проводились на дифрактометре ДРОН-3М. В экспериментах в качестве отражателя рентгеновского излучения использована монокристаллическая пластинка кварца x -среза диаметром $d=15$ мм и толщиной $t=0,5$ мм. Образец помещен в СВЧ поле с резонансной частотой $1,2$ ГГц в емкостном зазоре коаксиального резонатора. Источником рентгеновского излучения служила трубка с железным анодом. Коллимированный щелью $0,25$ мм монохроматический пучок рентгеновского излучения линии $Fe K\alpha_1$ направлялся на монокристалл кварца и дифрагировался в геометрии Брэгга на плоскости отражения $(11\bar{2}0)$. Энергетический анализ дифрагированного рентгеновского излучения проводился многоканальным анализатором NTA-1024 (работающим в режиме накопления), синхронизированным с помощью электронного ключа с работой импульсного генератора. СВЧ генератор питал резонатор пакетами (сериями) импульсов, заполненными СВЧ колебаниями для иск-

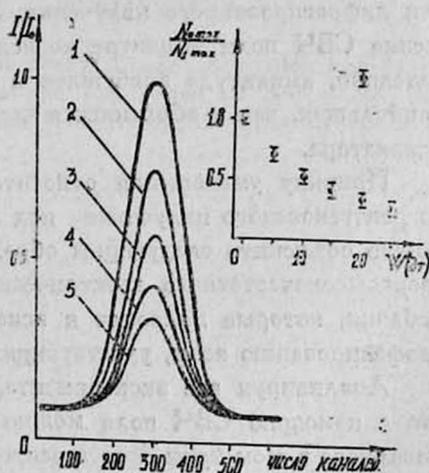
лучения нагрева образца. В качестве задающей части генератора служил синтезатор частоты, позволяющий подбирать частоту СВЧ генератора в пределах полосы пропускания коаксиального резонатора. Уровень возбуждения СВЧ резонатора контролировался на осциллографе. Во время экспериментов кристаллическая пластинка одной стороной жестко закреплялась к торцу центрального проводника коаксиального резонатора, в то время как другая сторона кристалла оставалась свободной, с целью обеспе-

Рис. 1. Геометрия эксперимента: 1—монокроматор; 2—резонатор; 3—образец; 4, 5, 6—щели.



чения благоприятного режима вынужденных гиперзвуковых колебаний. На рис. 2 приведен энергетический спектр дифрагированного рентгеновского излучения в зависимости от мощности СВЧ поля. Как видно из рисунка, относительная интенсивность дифрагированного рентгеновского излучения заметно уменьшается, в то время, как полуширина линии не зависит от мощности возбуждения СВЧ поля. На том же рисунке приведена зависимость интегральной интенсивности излучения от мощности возбуждения СВЧ резонатора.

Рис. 2. Энергетические спектры дифрагированного рентгеновского излучения $K\alpha_1$ при разных значениях мощностей СВЧ полей: 1) 0; 2) 10; 3) 15; 4) 20; 5) 25 Вт.



Исследование угловой и пространственной зависимостей относительной интенсивности дифрагированного рентгеновского излучения показало, что с приложением СВЧ поля интенсивность дифрагированного рентгеновского излучения существенно уменьшалась, т. к. в резонаторе возбуждались большие плотности электромагнитного поля.

Для получения топограммы поверхности кристалла (рис. 3), коллимированный монохроматический рентгеновский пучок направлялся на образец под углом Брэгга, а резонатор с кристаллом сканировал по отношению к линии, параллельной тангенциальной составляющей компоненты падающего рентгеновского излучения, проходящего через центральную область кристалла, сохраняя, при этом, угол Брэгга.

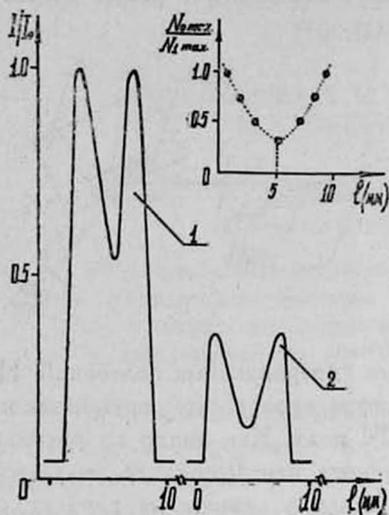


Рис. 3. Топограмма пластины кварца при отсутствии и наличии СВЧ поля: 1) 0; 2) 25 ВТ.

Из рисунка 3 видно, что влияние СВЧ поля на интенсивность дифрагированного рентгеновского излучения максимально в центральной части кристалла: в этой точке имеет место наибольшее уменьшение интенсивности дифрагированного излучения. Это свидетельствует о том, что напряжение СВЧ поля в центре коаксиального резонатора наивысшее, следовательно, амплитуда возбуждения высокочастотных колебаний там также наибольшая, чем и объясняется наличие минимума интенсивности в центре резонатора.

Причину уменьшения относительной интенсивности дифрагированного рентгеновского излучения под воздействием СВЧ поля, по-видимому, можно объяснить следующим образом. Кристалл, под действием сильного сверхвысокочастотного электрического поля, совершает вынужденные колебания, которые приводят к искажению дисперсионных поверхностей и разфазированию волн, участвующих в создании дифрагированного пучка.

Анализируя все экспериментальные результаты приходим к выводу, что с помощью СВЧ поля можно модулировать интенсивность дифрагированного в геометрии Брэгга рентгеновского излучения.

Таким образом, влияние СВЧ поля, возбужденного в монокристалле кварца, приводит к уменьшению интенсивности дифрагированного в геометрии Брэгга рентгеновского излучения и при сканировании рентгеновского пучка на поверхности кристалла дает распределение СВЧ поля внутри коаксиального резонатора, что и позволяет использовать это влияние в прикладных задачах.

Авторы выражают благодарность А. Р. Мкртчяну за постановку задачи и полезные обсуждения.

1. Мкртчян А. Р. и др. Письма в ЖТФ, 9, 1181 (1983).
2. Кочарян Л. А. и др. Изв. АН АрмССР, Физика, 21, 317 (1986).
3. Кочарян Л. А. и др. Изв. АН АрмССР, Физика, 21, 323 (1986).
4. Кочарян Л. А. и др. Письма в ЖТФ, 14, 1915 (1988).
5. Gabrielyan R. G. and Aslanyan H. A. Phys. Stat. Sol. (a) 108, k. 85 (1988).
6. Мкртчян А. Р. и др. Изв. АН АрмССР, Физика, 21, 320 (1986).
7. Ассур К. П., Энтин И. Р. ФТТ, 24, 2122 (1982).
8. Kocharyan L. A. et al. XII-ECM, v. 3, P. 62, august 20-29, Moscow, 1989.
9. Gasparyan R. A. et al. XII-ECM, v. 3, P. 45, august 20-29, Moscow, 1989.

ԳՐՀ ԳԱՇՏԵՐՈՒՄ ԲՐԷԳԳԻ ԵՐԿՐԱԶԱՓՈՒԹՅԱՄԲ ԴԻՖՐԱԿՑՎԱՄ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ
ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՄՈԴՈՒԼՅԱՑԻԱՑԻ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Լ. Ա. ՔՈՉԱՐՅԱՆ, Ա. Ի. ՍՈԳՈՄՈՆՅԱՆ, Խ. Ս. ՄԵԳՐԱԲՅԱՆ,
Ռ. Հ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ, Ռ. Ռ. ՍՈՒՔԻԱՍՅԱՆ

Բրեգգի երկրաչափությամբ փորձնականորեն դիտված է գերբարձր հաճախության (ԳՐՀ) դաշտի ազդեցությամբ կվարցի միարյուրեղում զիֆրակցված ռենտգենյան ճառագայթման ինտենսիվության փոքրացում, որը ներկայացնում է տեսական և գործնական մեծ հետաքրքրություն:

EXPERIMENTAL STUDY OF X-RAY BRAGG DIFFRACTION MODULATED BY A MICROWAVE FIELD

L. A. KOCHARYAN, A. I. SOGHOMONYAN, KH. MEGRABYAN,
R. A. GASPARYAN, R. R. SUKIASYAN

The effect of a microwave field on the X-ray Bragg diffraction in a quartz single crystal is investigated. It is shown, that the application of microwave field leads to a considerable decrease of the relative intensity of diffracted X-radiation.