

УДК 548.732

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНОГО (СВЧ) ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ ДИФРАКЦИЮ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ГЕОМЕТРИИ ЛАУЭ

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

Институт прикладных проблем физики АН АрмССР

(Поступила в редакцию 5 января 1990 г.)

Проведено исследование воздействия СВЧ поля на Лауэ дифракцию рентгеновских волн в монокристалле кварца при условии  $\mu l < 1$  (где  $\mu$  — линейный коэффициент поглощения,  $l$  — толщина кристалла). Показано, что СВЧ поле сильно воздействует на процесс дифракции и приводит к увеличению интенсивности дифрагированных волн.

Полученные результаты можно использовать для исследования параметров СВЧ поля в кристалле.

Исследованию интенсивности и управлению параметрами дифрагированного рентгеновского излучения в пространстве и во времени при объемных и поверхностных акустических воздействиях посвящены работы [1—8]. В этих работах показано, что при дифракции рентгеновского излучения в геометрии Лауэ, когда в кристалле кварца с толщиной  $l \lesssim 1/\mu$  (где  $\mu$  — линейный коэффициент поглощения) возбуждены продольные объемные акустические колебания, интенсивность дифрагированного рентгеновского излучения, в зависимости от амплитуды ультразвуковых (УЗ) колебаний, увеличивается до насыщения и наблюдается явление полной переброски (ПП) ее из направления прохождения в направление отражения [4].

При модуляции высокочастотных объемных и поверхностных акустических волн низкочастотными акустическими колебаниями интенсивность, дифрагированных в геометрии Лауэ и Брэгга, рентгеновских излучений осциллируют во времени практически повторяя форму низкочастотного колебания [2, 3].

Что же касается влияния колебаний сверхвысокочастотного поля на параметры дифрагированного рентгеновского излучения, то это направление в настоящее время изучено недостаточно. Первое сообщение об этом дано в работах [7, 8].

Целью настоящей работы является детальное исследование воздействия СВЧ поля на Лауэ дифракцию рентгеновских волн на монокристалле кварца при условии  $\mu l < 1$ .

Геометрия эксперимента приведена на рис. 1. Исследования проводились на дифрактометре ДРОН-3М. Источником рентгеновского излучения служила трубка с молибденовым анодом. Монохроматизация излучения проводилась с помощью монокристаллического кварца с плоскостью отражения  $(10\bar{1}1)$ . Пучок коллимировался щелью шириной 0,05 мм, с помощью которой расходимость пучка, во время падения на кристалл, была равна  $17''$ . Монохроматический пучок линии  $\text{MoK } \alpha_1$  в геометрии Лауэ дифрагировался на образце кварца X-среза (плоскость отражения  $(10\bar{1}1)$ ) диаметром  $d = 15$  мм и толщиной  $t = 0,7$  мм. Образец был помещен в емко-

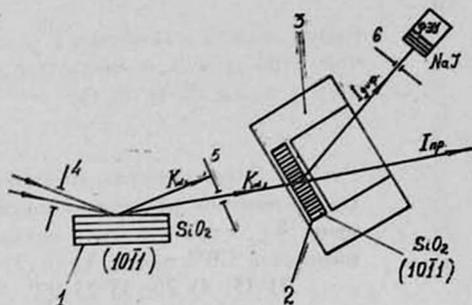


Рис. 1. Геометрия эксперимента: 1—монокристалл; 2—образец; 3—резонатор; 4, 5, 6—щели.

стном зазоре СВЧ коаксиального резонатора с резонансной частотой  $1,2$  ГГц. Дифрагированное излучение регистрировалось сцинтилляционным детектором и анализировалось анализатором импульсов NTA—1024. Для исключения нагрева образца, генерация СВЧ поля проводилась в импульсном режиме при синхронной работе СВЧ генератора и детектора рентгеновского излучения. Эксперименты проводились в рабочей схеме  $(n; -n)$ .

Во время экспериментов кристалл одной стороной был прикреплен жестко к торцу центрального проводника коаксиального резонатора, а другая сторона кристалла оставлена свободной с целью обеспечения режима для свободного возбуждения акустических колебаний. СВЧ резонатор (Р) возбуждается генератором (Г) в импульсном режиме и его работа синхронизирована с работой регистрирующего устройства и анализатора спектра (АС) с помощью электронного ключа (К) и импульсного генератора (ИГ). Такой импульсно-прерывистый режим возбуждения резонатора позволяет избежать нагрева образца, а следовательно и инерционно-остаточных явлений. Уровень возбуждения резонатора контролируется осциллографом (О).

На рис. 2 представлен энергетический спектр дифрагированного излучения, возникающего под воздействием СВЧ поля, при разных значениях его мощности. Как видно из рисунка, ширина спектра не зависит от мощности возбуждения, а относительная интенсивность дифрагированного излучения заметно возрастает. На этом рисунке приведена также зависимость интенсивности дифрагированного излучения от мощности возбуждения СВЧ резонатора.

На рис. 3 изображена угловая зависимость относительной интенсивности дифрагированного рентгеновского излучения как при наличии СВЧ поля, так и без него. Видно, что при наличии СВЧ поля происходит не только увеличение интенсивности дифрагированного излучения, но и его

смещение в сторону меньших углов. Зависимость углового смещения интенсивности дифрагированного излучения от мощности приложенного внешнего СВЧ поля приведена на том же рисунке.

В работе было исследовано также поведение прямого пучка в зависимости от мощности СВЧ поля. По мере возрастания мощности, происходит уменьшение числа частиц прямого пучка, т. е. происходит переброска квантов в направлении дифракции.

В отличие от дифрагированного, в прямом пучке не наблюдается смещение в угловом распределении.

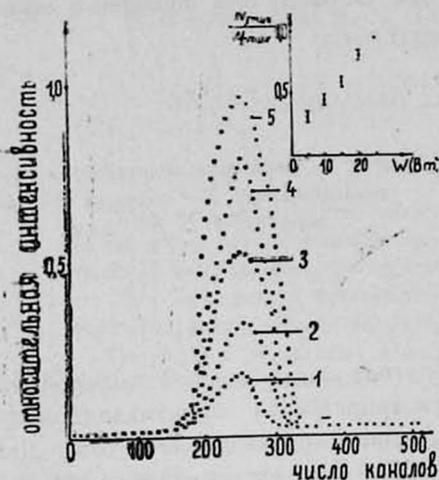


Рис. 2. Энергетические спектры дифрагированного рентгеновского излучения  $K_{\alpha_1}$  при разных значениях мощностей СВЧ полей: 1) 0; 2) 10; 3) 15; 4) 20; 5) 25 Вт.

Результаты исследований пространственного распределения интенсивности дифрагированных рентгеновских квантов показывают, что возрастание интенсивности дифракции, под воздействием СВЧ поля, не связано с увеличением уровня диффузного рассеяния. Однако распределение СВЧ поля внутри коаксиального резонатора, обладая цилиндрической симметрией, неравномерно по радиусу образца, и необходимо исследование влияния геометрии (местонахождение точки падения излучения) на величину

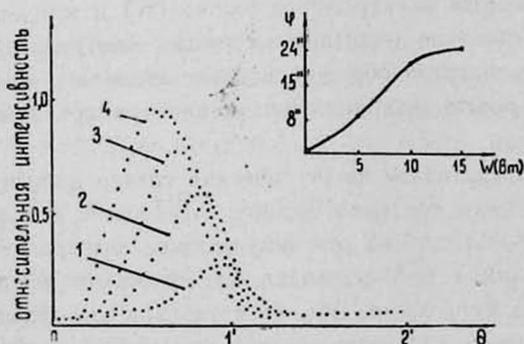
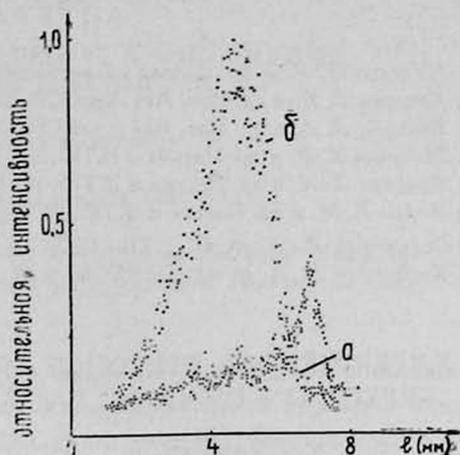


Рис. 3. Угловое распределение относительной интенсивности дифрагированного рентгеновского излучения при разных значениях мощностей СВЧ полей: 1) 0; 2) 5; 3) 10; 4) 15 Вт.

дифракции. С этой целью, методом двукристалльной рентгеновской дифракции было исследовано топографическое распределение амплитуд СВЧ поля в кристалле с помощью равномерного движения резонатора с кристаллом относительно падающего рентгеновского излучения, сохраняя при этом угол Брэгга. Результаты исследования представлены на рис. 4 для двух

Рис. 4. Топограмма пластины кварца, при отсутствии и наличии СВЧ поля: а) 0; б) 20 ВТ.



значений мощностей СВЧ поля 0 и 20 вт. Как видно из рисунка, влияние СВЧ поля на интенсивность рентгеновской дифракции максимально в центральной части кристалла (в этой точке имеем максимальное увеличение интенсивности дифрагированного излучения), а при отсутствии поля уровень дифракции от плоскости  $(10\bar{1}1)$  кварца почти постоянен по всей длине образца. Что касается наличия маленького минимума в правой части топограммы, то это объясняется наличием небольшого дефекта в этой части образца. Сказанное подтверждается зеркальным поворотом образца при повторении эксперимента с резонатором, повернутым вокруг оси на  $180^\circ$ . Из вышесказанного следует, что рентгеновская дифракция позволяет регистрировать высокочастотные акустические колебания в кристаллах и их распределение внутри полости коаксиального резонатора.

Причину увеличения относительной интенсивности дифрагированного рентгеновского излучения, по-видимому, можно объяснить следующим. Так как кварц в направлении  $X$  обладает заметным пьезоэффектом, то при возбуждении СВЧ резонатора определенной резонансной частотой в образце возбуждаются высокочастотные акустические вынужденные колебания той же частоты вдоль линии  $X$  (электрическая составляющая СВЧ поля направлена по толщине образца). Искривления отражающих атомных плоскостей (зависящие от амплитуды возбужденного СВЧ поля) приближают величину дифракции от кристаллографических плоскостей к кинематическому пределу, тем самым увеличивая пределы применимости условий Брэгга для пучка с данной угловой расходимостью, в полном соответствии с работой [4].

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

найти применение в устройствах акусторентгеновской обработки информации.

Авторы выражают искреннюю благодарность А. Р. Мкртчяну за постоянное внимание к работе и обсуждение ее результатов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Мкртчян А. Р. и др. Заявка на авторское свидетельство № 418053/24—09 (1986).
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. Мкртчян А. Р. и др. Письма в ЖТФ, 9, 1181 (1983).
5. Кочарян Л. А. и др. Письма в ЖТФ, 15, 15 (1989).
6. Иолин Е. М. и др. Письма в ЖТФ, 94, 218 (1988).
7. Gasparyan R. A. et al. XII—ECM, v. 3, p. 45, august 20—29 Moscow—1989.
8. Kocharyan L. A. et al. XII—ECM, v. 3, p. 62, august 20—29, Moscow—1989.

## EXPERIMENTAL STUDY OF MICROWAVE ELECTRIC FIELD EFFECT ON DYNAMIC LAUE DIFFRACTION OF X-RAYS

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

The effect of microwave field on Laue diffraction of X-rays in a quartz single crystal is investigated under the condition of  $\mu t < 1$  (where  $\mu$  is the linear absorption coefficient,  $t$  is the crystal thickness). It is shown that the microwave field has a strong influence on the diffraction and leads to the increase in diffracted wave intensity. The obtained results may be used for the study of parameters of microwave field in a crystal.

## ԱՍՈՒԽ ԵՐԿՐԱԶԱՓՈՒԹՅԱՄԲ ԴԻՖՐԱԿՑՎԱԾ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՎՐԱ ԳՔՀ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏԻ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ՓՈՐՁՆԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆԸ

Լ. Ա. ԲՈՉԱՐՅԱՆ, Ա. Ի. ՍՈԳՈՄՈՆՅԱՆ, Խ. Ս. ՄԵԶՐԱԲՅԱՆ, Ռ. Հ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ,  
Ռ. Ռ. ՍՈՒՔԻԱՍՅԱՆ

Հետազոտված է ԳՔՀ դաշտի ազդեցությունը ռենտգենյան ճառագայթման Լաուե դիֆրակցիայի վրա, կվարցի միարյուրեղում  $\mu t < 1$  դեպքում ( $\mu$ -նյութի գծային կլանման գործակիցն է տրված ալիքի երկարության համար,  $t$ -նմուշի հաստությունն է)։ Ցույց է տրված, որ ԳՔՀ դաշտը բերում է դիֆրակցված ռենտգենյան ճառագայթման ինտենսիվության զգալի մեծացման։ Ստացված արդյունքները կարելի է կիրառել բյուրեղում ԳՔՀ դաշտի պարամետրերի հետազոտման համար։