

УДК 548.732

О МОДУЛЯЦИИ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗВУКОВЫМИ КОЛЕБАНИЯМИ РАЗНОЙ ФОРМЫ В УСЛОВИЯХ ПОЛНОЙ ПЕРЕБРОСКИ

Л. А. КОЧАРЯН, А. Г. БЕГЛАРЯН, О. А. УНАНЯН, К. Г. ГАЛОЯН,
Э. М. АРУТЮНЯН

Институт прикладных проблем физики АН АрмССР

Исследована модуляция дифрагированного рентгеновского излучения ультразвуковыми колебаниями, которые, в свою очередь, модулированы низкочастотными акустическими колебаниями разной формы.

В последние годы в литературе все чаще обсуждаются вопросы выделения из белого пучка монохроматических пучков большой светосилы рентгеновского и гамма-излучений и управления их параметрами. Так, в частности, в работах [1—3] рассмотрены возможности управления такими пучками в пространстве с помощью внешних воздействий. В то же время вопрос управления интенсивностью дифрагированного рентгеновского пучка во времени акустическими колебаниями при условии, что имеет место явление полной переброски [2], не освещался в литературе.

Настоящая работа посвящена исследованию поведения интенсивности дифрагированного рентгеновского излучения во времени в поле ультразвуковой волны, которая, в свою очередь, модулирована низкочастотными акустическими колебаниями разной формы.

Эксперимент проводился в геометрии Лауэ. В качестве дифрагирующего кристалла был выбран монокристалл кварца с толщиной $t \lesssim 1/\mu$ (μ — линейный коэффициент поглощения). Дифрагированное рентгеновское излучение регистрировалось сцинтилляционным детектором и анализировалось многоканальным анализатором импульсов, работающим в режиме накопления. Работа анализатора синхронизировалась низкочастотными возбуждениями.

Результаты экспериментальных исследований приведены на рис. 1—3. На рис. 1 показано характерное поведение распределения интенсивности во времени дифрагированных квантов в зависимости от глубины вторичной модуляции низкочастотными акустическими колебаниями с частотой $\Omega = 500$ Гц. Верхнее распределение соответствует случаю, когда амплитуда вторичной модуляции равна нулю, т. е. напряжение низкочастотных колебаний на пьезопреобразователе отсутствует ($m = 0$). Следующие кривые на этом рисунке соответствуют случаю, когда на пьезопреобразователь подано напряжение и глубина амплитудной модуляции принимает значения $m = 25, 50$ и 100% . Из этих распределений следует, что, во-первых, наблюдаются временные осцилляции рентгеновского излучения, а, во-вторых, с ростом глубины модуляции амплитуда осцилляций увеличивается. Период повторения осцилляций всех трех спектров ($T = 2 \cdot 10^{-3}$ с) совпадает с периодом низкочастотных колебаний ($T = 1/\Omega$).

На рис. 2 приведено распределение интенсивности дифрагированных рентгеновских квантов во времени при разных частотах колебаний Ω и постоянных значениях $V_{эфф}$ и m . Как и следовало ожидать, с увеличением

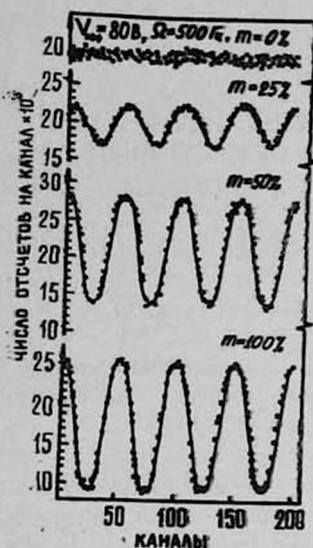


Рис. 1.

Рис. 1. Зависимость числа отсчетов от времени при разных значениях амплитудной модуляции $m = 25, 50$ и 100% синусоидальными колебаниями (1 канал = 40 мкс).

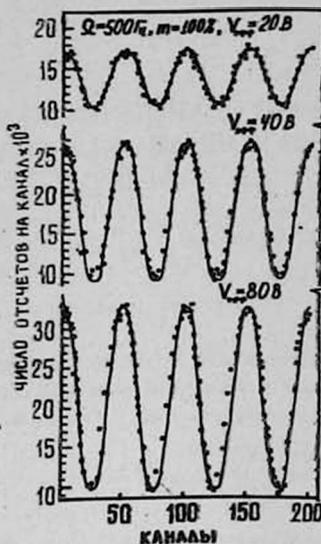


Рис. 2.

Рис. 2. Зависимость числа отсчетов от времени при значениях напряжения $V_{эфф} = 20, 40$ и 80 В синусоидальных колебаний (1 канал = 40 мкс).

частоты пропорционально уменьшается период осцилляций, а амплитуда остается постоянной.

Идентичная картина получается также для низкочастотных колебаний прямоугольной формы (рис. 3).

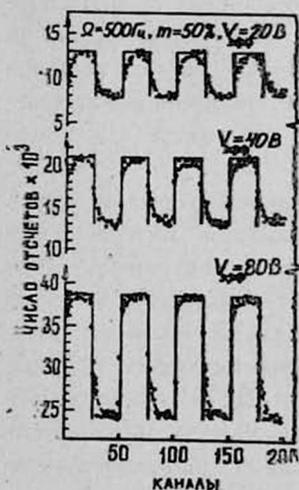


Рис. 3. Зависимость числа отсчетов от времени при разных значениях напряжения $V_{эфф} = 20, 40$ и 80 В низкочастотных прямоугольных акустических колебаний (1 канал = 40 мкс).

Таким образом, на основании полученных экспериментальных результатов можно заключить, что интенсивность дифрагированных пучков осциллирует, практически повторяя характерную форму низкочастотного возбуждения. Имеющиеся отличия обусловлены, во-первых, механическими свойствами кристалла (которые в настоящей работе не учитываются) и, во-вторых, особенностью метода анализа регистрируемых рентгеновских квантов. Очевидно, что с увеличением частоты эти отличия должны стать более существенными, что и наблюдается экспериментально.

Осцилляции интенсивности рентгеновских квантов во времени обусловлены колебаниями отражающих плоскостей под действием акустических колебаний. При этом мгновенная амплитуда смещения атомов из положения равновесия имеет вид

$$U(\tau) = f(\tau) \sin \omega \tau,$$

где $f(\tau)$ — форма низкочастотных акустических колебаний в кристалле без учета времени затухания, связанного с добротностью кварца, τ — время, ω — частота ультразвуковых колебаний.

На рис. 1—3 сплошные кривые соответствуют результатам расчета, проведенного на основе численного решения уравнений Такаги [4], которые представляют собой основные уравнения дифракции рентгеновских волн в монокристаллах при наличии смещения $u(\tau)$ [5]. Эти уравнения решаются методом Хеминга для следующих значений параметров: $\Lambda = 47$ мкм, $l = 0,6$ мм. Как следует из этих рисунков, имеет место хорошее согласие расчетных данных с результатами экспериментальных исследований.

Авторы выражают благодарность А. Р. Мкртчяну за обсуждение и полезные замечания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мкртчян А. Р., Навасардян М. А., Мирзоян В. К. Письма в ЖТФ, 8, 677 (1982).
2. Мкртчян А. Р. и др. Письма в ЖТФ, 9, 1181 (1983).
3. Мкртчян А. Р., Навасардян М. А., Габриелян Р. Г. Письма в ЖТФ, 11, 1354 (1985).
4. Takagi S. Acta Cryst., 15, 1211 (1962); J. Phys. Soc. Japan, 26, 1239 (1969).
5. Gabrielyan R. G., Aslanyan K. A. Phys. Stat. Sol. (b), 123, K97 (1984).

ԼՐԻՎ ՎԵՐԱՄՐՄԱՆ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ՏԱՐՔԵՐ ՏԵՍՔԵՐԻ ՉԱՅՆԱՅԻՆ ՏԱՏԱՆՈՒՄՆԵՐՈՎ ՌԵՆՏԳԵՆՅԱՆ ԱԼԻՔՆԵՐԻ ՄՈԴՈՒԼՅԱՑԻԱՅԻ ՄԱՍԻՆ

Լ. Ա. ՔՈՉԱՐՅԱՆ, Ա. Գ. ԲԵԴԼԱՐՅԱՆ, Հ. Ա. ՀՈՒՆԱՆՅԱՆ, Կ. Գ. ԳԱԼՈՅԱՆ, Է. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Հետազոտված է դիֆրակցված ռենտգենյան ճառագայթման մոդուլյացիան գերձայնային տատանումներով, որոնք իրենց հերթին մոդուլյացված են տարրեր տևարի ցածր հաճախային ակուստիկ տատանումներով:

ON THE MODULATION OF X RADIATION BY ACOUSTIC OSCILLATIONS OF DIFFERENT FORMS IN CASE OF COMPLETE PUMPING

L. A. KOCHARYAN, A. G. BEGLARYAN, H. A. HUNANYAN,
K. G. GALOYAN, E. M. HARUTYUNYAN

This paper investigates the modulation of diffracted X radiation by ultrasonic oscillations which, in their turn, are modulated by low frequency acoustic oscillations of different forms.