

COMPLEX INDEX OF WATER REFRACTION IN SUBMILLIMETER BAND

H. M. AJVAZIAN

The complex index of refraction has been calculated for warm and supercooled water in all the submillimeter band from 1 to 0.1 mm in 0.1 steps for five values of water temperature from $+20^{\circ}\text{C}$ to -20°C in 10°C steps

Изв. АН Армении, Физика, т. 25, вып. 6, 352—355 (1990)

УДК 534.29:539.122

РЕЗОНАНСНОЕ РАССЕЯНИЕ МЁССБАУЭРОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ТОЛСТЫХ ОБРАЗЦАХ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ

Л. А. КОЧАРЯН, А. Ш. ГРИГОРЯН, Р. Г. ГАБРИЕЛЯН
Э. М. АРУТЮНЯН

Институт прикладных проблем физики АН Армении

(Поступила в редакцию 28 июня 1990 г.)

Исследованы некоторые вопросы рассеянного вперед и назад мёссбауэровского излучения в фольге из нержавеющей стали с естественным содержанием изотопа F^{57} . В работе впервые исследовано явление рассеяния мёссбауэровского излучения при наличии в рассеивателе ультразвуковых колебаний.

В опытах по мёссбауэровскому рассеянию оказывается возможным получить существенно большую величину эффекта, чем в опытах на пропускание, что обусловлено меньшим относительным вкладом фона в регистрируемый поток. Большая величина эффекта и возможность наблюдения углового распределения рассеянных квантов, в частности, позволяют сравнительно легко расшифровать сложные спектры плохо разрешенных сверхтонких взаимодействий. Спектроскопия на рассеяние в условиях дифракции мёссбауэровского излучения несет уникальную информацию о магнитной и электрической структуре кристаллов. Особый интерес представляет изучение таким методом когерентных эффектов, рэлеевского рассеяния и т. д. Наконец, в геометрии рассеяния возможен фазовый анализ кристаллов (так называемая мёссбауэрография).

Впервые безотдаточное ядерное резонансное рассеяние наблюдалось в работе Барлуто и др. [1], в котором использовались источник Sn^{119} и обогащенный образец олова. Из измерений рассеяния, как функции температуры, они вывели фактор Дебая-Валлера поглотителя, хорошо совпадающем со значением, полученным из измерений по поглощению. Блек и Мунн [2] исследовали интерференцию между безотдаточным резонансным (мёссбауэровским) и нерезонансным (рэлеевским) рассеяниями, используя источник Co^{57} и обогащенный образец железа. Фрауенфельдер и др. [3]

наблюдали безотдаточное резонансное рассеяние от Fe^{57} , детектируя рентгеновское излучение, которое следовало за внутренней конверсией электрона, а Канкелейт [4] измерил конверсионные электроны, выбитые из атомов Fe^{57} вследствие поглощения квантов. В работе Меджора [5] безотдаточное ядерное резонансное рассеяние от нержавеющей стали было измерено, как функция скорости источника, толщины рассеивателя, толщины дополнительного поглотителя и угла рассеяния. Наблюдаемое угловое рассеяние он сравнивает с теорией, пренебрегающей многократное рассеяние, что неправильно для больших толщин. В работе Дербуннера и Мориссона [6] построена теория безотдаточного резонансного рассеяния мёссбауэровских гамма-квантов в случае одиночной лоренцевской линии. Построенная теория справедлива при пренебрежении рэлеевским рассеянием, интерференционными эффектами и многократным рассеянием. В дальнейшем [7] теория была обобщена на случай, когда имеет место магнитное сверхтонкое взаимодействие. Более точная теория переноса мёссбауэровского излучения рассматривалась в работах [8—10], где впервые были учтены многократные акты рассеяния.

В настоящей работе исследованы некоторые вопросы рассеянного вперед и назад мёссбауэровского излучения в фольге из нержавеющей стали с естественным содержанием изотопа Fe^{57} . В работе впервые исследовано явление рассеяния мёссбауэровского излучения при наличии в рассеивателе ультразвуковых колебаний.

В нашем эксперименте рассеиватель закрепляется на столике гониометра с точностью вращения в горизонтальной плоскости $5''$. С самого начала геометрия уточняется относительно нормали с помощью лазерного луча. Поток γ -квантов из источника Co^{57} через коллиматор падает на рассеиватель и рассеивается вперед и назад на разные углы θ , относительно внешней нормали. Рассеянные гамма-кванты регистрируются детектором, который представляет из себя фотоэлектронный умножитель с сцинтиллятором $NaI(TL)$ толщиной 0,15 мм. Выбор такой толщины объясняется обеспечением условия эффективного взаимодействия гамма излучения с $E_\gamma = 14,4$ кэВ и оптимального выхода сцинтиллируемых фотонов. Вращением детектора измеряется зависимость рассеянных назад

$\Gamma(\eta, \nu)$ и вперед $I^+(\eta, \nu)$ гамма квантов от скорости источника ν и угла выхода γ -кванта θ ($\eta = \cos \theta$).

На рис. 1 (крестики) приведены угловые зависимости интегрального числа рассеянных назад $N^-(\eta)$ и вперед $N^+(\eta)$ гамма квантов, в случае $\tau_0 = 4$ и $\theta_0 = 0$ (угол падения). Как видно из этого рисунка,

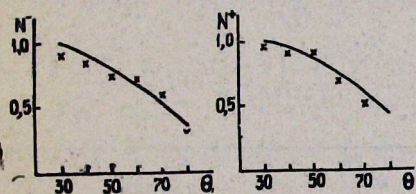


Рис. 1. Угловая зависимость интегральной интенсивности рассеянного назад $N^-(\eta)$ и вперед $N^+(\eta)$ мёссбауэровского излучения: $\times$ —эксперимент, — теория.

с увеличением величины угла θ интегральные интенсивности $N^{\pm}(\eta) = \eta \int_{-\infty}^{+\infty} I^{\pm}(\eta, \nu) d\nu$ уменьшаются, что, в основном, связано с уменьшением проекции площади по закону $S = S_0 \cos \theta$.

На рис. 2 (крестики) приведены толщинные зависимости интегрального числа рассеянных назад $N^{-}(\eta)$ и вперед $N^{+}(\eta)$ гамма квантов в случае, когда угол падения $\theta_0 = 0^{\circ}$ и угол выхода $\theta = 60^{\circ}$. Как видно, с увеличением толщины t_0 обе величины $N^{\pm}$ увеличиваются. Следует отметить,

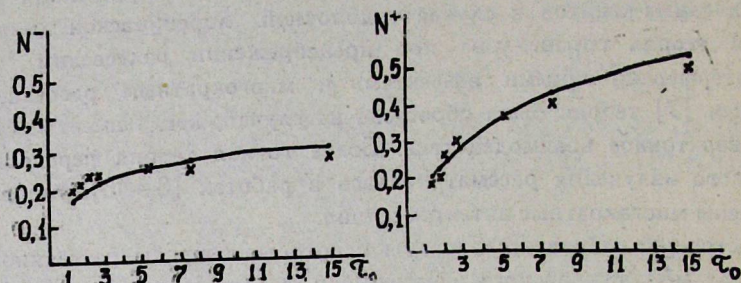


Рис. 2. Толщинная зависимость интегральной интенсивности рассеянного назад $N^{-}(\eta)$ и вперед $N^{+}(\eta)$ мёсбауэровского излучения: X—эксперимент, — — теория.

что при больших t_0 , N^{-} — достигает своего асимптотического значения, причем экспериментальные данные необходимо сравнивать с теорией, учитывающей многократные рассеяния. На этих же рисунках приведены расчетные значения интенсивностей (сплошные линии), которые хорошо согласуются с экспериментальными данными. Расчеты проведены в прибли-

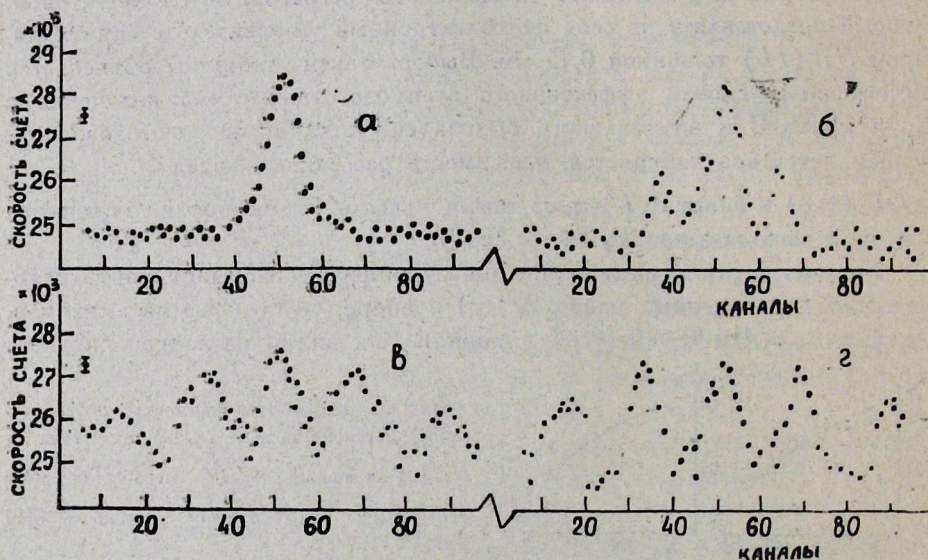


Рис. 3. Мёсбауэровский спектр рассеянного излучения в отсутствии (а) и присутствии (б, в, г) ультразвуковых колебаний. Частота ультразвука $\Omega = 11,2$ МГц, напряжение на пьезопреобразователе U в случае б—4В, в—9В, г—15В. а, б) $1\kappa = 0,08$ мм/сек, в, г) $1\kappa = 0,06$ мм/сек.

жении упругого элементарного акта рассеяния и анизотропной индикатриссы рассеяния [10].

Представляет несомненный интерес изучение влияния когерентных ультразвуковых колебаний на спектры рассеянного излучения. С этой целью была изготовлена специальная кювета, в которой в качестве акустической склейки использовался тонкий слой глицерина для однородной передачи акустических колебаний от пьезопреобразователя к рассеивателю. Как и в спектроскопии по пропусканию, здесь также одиночная линия (рис. 3а) расщепляется на ряд линий (рис. 3б, в, г), а именно, на несмещенную линию и сателлиты, которые удалены друг от друга на величину, равную частоте ультразвуковых колебаний. С увеличением мощности ультразвука интенсивности сателлитов увеличивается по мере уменьшения интенсивности основной линии. Такое поведение хорошо согласуется с теоретическими выражениями, полученными в работах [9, 10].

В следующей работе будут даны результаты исследования угловой и толщинной зависимостей рассеянного вперед и назад мёсбауэровского излучения в поле ультразвуковой волны.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. *Barloutaut R., Picou J. L., Tzara C.* Comp. Rend., 250, 2705 (1960).
2. *Black P. J., Moon P. B.* Nature, 188, 481 (1960).
3. *Frauenfeldr H. et al.* Novo Cim., 19, 183 (1961).
4. *Kaukelett E.* Physik Z., 164, 442 (1961).
5. *Major J. K.* Nucl. Phys., 33, 325 (1962).
6. *Debrunner P., Morrison R. J.* Rev. Sci. Instr., 36, 145 (1965).
7. *Balko B., Hög G. R.* Phys. Rev., B, 10, 4523 (1974).
8. *Мкртчян А. Р., Габриелян Р. Г.* Астрофизика, 20, 607 (1984).
9. *Mkrtychyan A. R. et al.* Phys. Stat. Sol., (b) 139, 583 (1987).
10. *Gabrielyan R. G., Kotandjan Kh. V.* Phys. Stat. Sol., (b) 151, 665 (1989).

ՄՅՈՍԲԱՈՒԵՐՅԱՆ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՌԵԶՈՆԱՆՍԱՅԻՆ ԳՐՈՒՄԸ ԶԺԱՆԳՈՏՎՈՂ ՊՈՂՊԱՏԻ ՀԱՍՏ ՆՄՈՒՇՆԵՐՈՒՄ

Լ. Ա. ՔՈՉԱՐՅԱՆ, Ա. Շ. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Ռ. Գ. ԳԱԲՐԻԵԼՅԱՆ, Է. Մ. ՀԱՐՈՒԹՅՈՒՆՅԱՆ

Դիտարկված է Fe^{57} -իզոտոպի բնական պարունակություն ունեցող չժանգոտվող պողպատում մյուսբաուերյան ճառագայթման ռեզոնանսային ցրումը դեպի առաջ և ետ: Անալիզն անցած փորձնականորեն ուսումնասիրված է մյուսբաուերյան ճառագայթման ցրման երևույթը նմուշում ուլտրաձայնային տատանումների առկայության դեպքում:

RESONANT SCATTERING OF GAMMA-RADIATION IN THICK SAMPLES OF STAINLESS STEEL

L. A. KOCHARYAN, A. SH. GRIGORYAN, R. G. GABRIELIAN,
E. M. HARUTYUNYAN

Some problems of forward and backward scattering of Mössbauer radiation in stainless steel foils with a natural content of ^{57}Fe isotopes have been investigated. For the first time the scattering of Mössbauer radiation is studied in the presence of ultrasonic oscillations in the scatterer.