

Особенностью низкотемпературного окрашивания является то, что эффективность окрашивания номинально чистых и слаболегированных кристаллов (за исключением YLF—Yb и YLF—Tm) значительно ниже, чем в случае облучения при 300 К. Так, при γ -облучении дозой 10^6 рад эти кристаллы почти не окрашиваются, а при дозе γ -облучения 10^7 рад появляются, как и в случае облучения той же дозой при 300 К, слабые полосы около 270—280, 335—340 и 420—430 нм. Полоса поглощения 610—620 нм при низкотемпературном облучении не проявляется. Наблюдаемое нами преобразование и уменьшение радиационного окрашивания при 77 К предварительно γ -облученных до насыщения при 300 К образцов, не содержащих TR^{3+} ионов с большим сродством к электрону, свидетельствует об определенной ответственности рекомбинационных процессов захвата и рекомбинации носителей на мелких уровнях захвата за меньшую, чем при 300 К, интенсивность радиационного окрашивания при 77 К. На фоне полос 270—280 и 335—340 нм нами не замечена полоса 310 нм, обусловленная поглощением V_k -центров, наблюдаемых в [3] после низкотемпературного электронного облучения, хотя в спектрах гамма-люминесценции и послесвечения присутствует полоса свечения около 300 нм, отнесенная нами к собственному свечению решетки [1] и связанная затем в [7] с полосой свечения автолокализованных экситонов типа $[F_2^+e^-]$.

Авторы с благодарностью вспоминают П. П. Феофилова, инициатора данных исследований, и благодарят И. Г. Подколзину за выращивание ряда образцов.

Литература

- [1] Ш. А. Вахидов, Г. А. Тавшунский, О. Т. Халиков. Изв. АН УзССР, сер. физ.-мат. наук, 3, 84 (1980).
- [2] Н. М. Миринойтова, И. Г. Подколзина, Г. А. Тавшунский и др. Тез. докл. Всес. семинара «Радиационные явления в широкозонных оптических материалах». «ФАН», Ташкент (1979).
- [3] G. M. Renfro, L. E. Halliburton, W. A. Sibley, R. F. Belt. J. Phys. C: Solid State, 13, 1941 (1980).
- [4] Z. J. Kiss, R. C. Duncan. Jr. Proc. IRE, 50, 1532 (1962).
- [5] А. А. Каплянский, П. П. Феофилов. Опт. и спектр., 13, 235 (1962).
- [6] Б. Каилов, Г. А. Тавшунский, Н. Гантаров. Опт. и спектр., 43, 997 (1977).
- [7] W. Hayes, M. Yamaga, D. J. Robbins, B. Cockayne. J. Phys. C: Solid State, 13, 1011 (1980).

Институт ядерной физики АН УзССР
Ташкент

Поступило в Редакцию
23 июня 1982 г.

УДК 537.531

КОГЕРЕНТНОЕ ТОРМОЗНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЭЛЕКТРОНОВ В ТОНКОМ ОХЛАЖДЕННОМ КРИСТАЛЛЕ КРЕМНИЯ

Б. Д. Грачев, В. В. Гребенчиков, Ю. С. Коробочко, В. И. Минеев, А. Ф. Петровичко

В настоящее время изучению когерентного тормозного излучения (КТИ) электронов и позитронов в кристаллах уделяется большое внимание [1, 2] и др. Из теории следует, что относительная величина когерентной составляющей в спектрах тормозного излучения с понижением температуры кристалла-мишени должна возрастать, причем тем сильнее, чем ниже ее дебаевская температура. Подобный эффект роста зафиксирован для случая германиевой мишени и ультрарелятивистской (1 ГэВ) энергии электрона в [3].

Нами была предпринята работа по изучению спектров КТИ с тонкой (5 мкм) охлажденной кремниевой мишени при умеренно релятивистской (7.5 МэВ) энергии электронов. Экспериментальная установка, режим измерений и способ обработки спектров подробно описаны в [4, 5]. Измерения производились на бетатроне. Пучок электронов падал вдоль направления [110], которое было перпендикулярно поверхности мишени. Прокатка паров жидкого азота сквозь трубопровод, смонтированный в держатель мишени, позволяла охлаждать ее практически до температуры 77 К. С целью увеличения относительной величины когерентной составляющей тормозных спектров осуществлялась жесткая [коллимация пучка электронов [4], падающих на мишень (соответствующий угловой разброс составлял $\sim 4 \cdot 10^{-3}$ рад или $6 \cdot 10^{-2} mc^2/E_0$). В синцитиальный спектрометр, собранный на кристалле NaI(Tl) размерами 78.5×76.9 мм, и ФЭУ-82А пропускалась осевая часть пучка с углом раствора $\sim 3.5 \times 10^{-3}$ рад. Энергетическое разрешение спектрометра, измеренное по линии Co^{60} , составляло 9%. Производился пересчет экспериментально полученных спектров с целью учета формы аппаратурной линии спектрометра по методике, описанной в [6].

Спектры, измеренные при температурах мишени 293 и 77 К и исправленные на форму аппаратурной линии, изображены на рис. 1 и 2. По оси абсцисс отложены номер канала и энергия фотона, по оси ординат — произведение числа отсчетов в канале на номер канала. Стрелками отмечены расчетные положения когерентных пиков, отвечающих переходам в плоскости

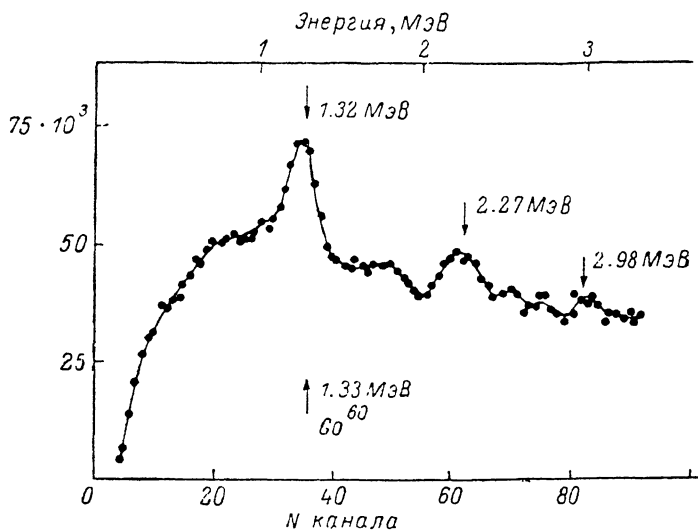


Рис. 1.

обратной решетки кристалла, соответствующие продольным составляющим импульса, передаваемого кристаллу, равным в единицах $mc q_k = 6.32 \cdot 10^{-3} h$ ($h=1, 2, 3, \dots$). Энергии фотона в пиках K_h даются формулой $K_h = (2E_0^2 q_h) / (1 + 2E_0 q_h)$, где $E_0 = 8 \text{ МэВ} = 15.7 \text{ } mc^2$ — полная

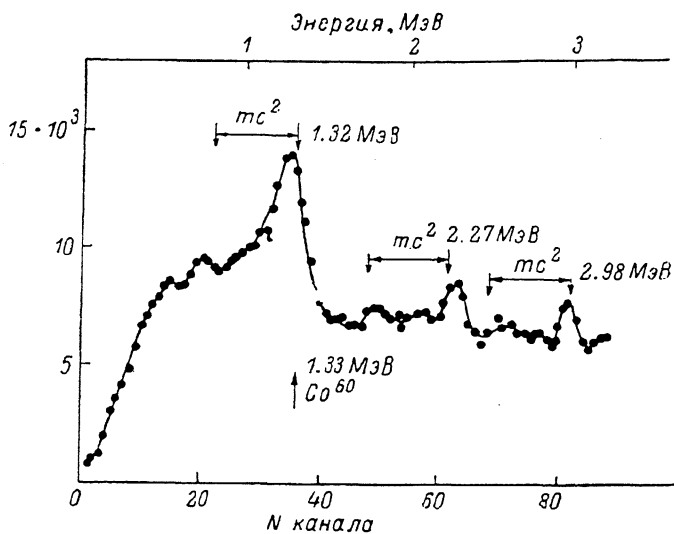


Рис. 2.

(включая энергию покоя) энергия электрона. Стрелками отмечены также положение линии Co^{60} с энергией 1.33 МэВ и положения пиков вылета. Видно, что на обоих спектрах в ожидаемых местах наблюдаются пики, относительная амплитуда которых существенно больше для холодной (рис. 2) мишени. Относительные (в отношении к некогерентной части спектра I_H) величины пиков I_{II} могут быть приближенно рассчитаны по формуле [5, 6]

$$I_{II}/I_H = (1 - x_h) x_h I_{1h} / \Delta x_h I_{2h}, \quad (1)$$

где $x_h = K_h/E_0$ — относительная энергия фотона в пике h ; Δx_h — ширина пика и

$$I_{1h} = C (2 - 2x_h + x_h^2) \left[e^{-4\beta^2} (1 + u) \int_u^\infty (e^{-t}/t) dt - e^{-4q_k^2} \right],$$

$$I_{2h} = C [(2 - 2x_h + x_h^2) \ln M - (2 - x_h)^2] - I_{1h},$$

где $C=2Z^2e^4N/137$; Ze и N — заряд ядра мишени и плотность ядер; A и $\beta=111/Z^{1/2}$ — константы Дебая и экранирования; $1/M=q_h^2+\beta^{-2}$. Сравнение с расчетом имеет смысл провести лишь для пиков $h=1$ ($K_1=1.32$ МэВ) ввиду слабой выраженности (в основном из-за вылета аннигиляционных фотонов) пиков с $h > 1$. В таблице приведены значения величин, входящих в формулу (1) (I_{11} и I_{21} даны в единицах C), а также полученные из (1) и спектров рис. 1 и

T, К	K_1 , МэВ	x_1	Δx_1	I_{11}	I_{21}	I_{11}/I_{21}	
						расчет	экспер.
293	1.32	0.165	0.033	2.4	16.7	0.6	0.5
77	1.32	0.165	0.036	4.05	15.05	1.07	0.8

2 значения I_{11}/I_{21} . Учитывая значительные (оцениваемые нами в 20—25%) погрешности расчетов, связанные с учетом формы аппаратурной линии спектрометра и погрешностей определения величин Δx_1 , I_{11} и I_{21} из спектров рис. 1 и 2, согласие между расчетными и измеренными величинами I_{11}/I_{21} следует считать удовлетворительным. Налицо также существенное и близкое к расчетному (около 60%) увеличение когерентной части спектра при охлаждении мишени.

Литература

- [1] Н. П. Калашников, В. С. Ремизович, М. И. Рязанов. Столкновение быстрых заряженных частиц в твердых телах. Атомиздат, М. (1980).
- [2] Н. П. Калашников. Когерентные взаимодействия заряженных частиц в монокристаллах. Атомиздат, М. (1981).
- [3] Г. Д. Коваленко. Автореф. канд. дис. Харьков (1977).
- [4] Ю. С. Коробочко, В. И. Минеев, А. Ф. Петроченко. ЖТФ, 38, 1387 (1968).
- [5] А. П. Комар, Ю. С. Коробочко, В. И. Минеев, А. Ф. Петроченко. ЖТФ, 41, 807 (1971).
- [6] А. Н. Комар, Ю. С. Коробочко. ФТТ, 13, 245 (1971).

Ленинградский политехнический институт им. М. И. Калинина

Поступило в Редакцию
28 июня 1982 г.

УДК 621.384.611.3

РАБОТА МИКРОТРОНА 3-САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА В ПЕРВОМ ТИПЕ УСКОРЕНИЯ

А. Ю. Балаев, В. П. Степанчук

На микротронах 3-см диапазона в осуществленных ранее режимах ускорения прирост энергии ускоренных частиц за один оборот не превосходит 350 кэВ (второй тип траектории, фазовая длина первой орбиты равна трем периодам СВЧ поля) [1, 2].

В настоящей работе представлены впервые полученные экспериментальные результаты на 3-см микротроне, запущенном в первом типе ускорения в режимах с приростом энергии от 410 до 485 кэВ при напряженности поля в резонаторе от 710 до 840 кВ/см.

Работа в первом типе ускорения позволяет на существующих 3-см микротронах увеличить энергию ускоренных частиц. Это позволяет также при создании ускорителя на заданную энергию уменьшить габариты и вес его магнита и камеры.

Для практического осуществления первого типа ускорения возникла необходимость повышения электрической прочности ускоряющего резонатора и сверхвысокочастотного тракта. Эти составные части микротрона в процессе подготовки к его пуску претерпели изменения в конструкции и технологии изготовления отдельных элементов.

Экспериментальное исследование первого типа ускорения начиналось с режима с приростом энергии за оборот 410 кэВ ($\Omega=0.8$), при этом напряженность электрического поля в резонаторе составляла приблизительно 710 кВ/см. Устойчивая работа резонатора при такой напряженности была получена его тренировкой, заключающейся в постепенном увеличении мощности, вводимой в резонатор, и занимающей непродолжительное время (2—3 мин). В режиме с $\Omega=0.8$ на 16-й орбите получен пучок ускоренных электронов с энергией 7 МэВ и током 2 мА.