



Препринт ЕФИ-1161 (38)-89

ЕФИ - 1161-38-89

ԵՐԵՎԱՆԻ ՖԻԶԻԿԱԶԻ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ
ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
YEREVAN PHYSICS INSTITUTE



Р.О.АВАКЯН, А.Э.АВETИСЯН, Р.А.АСАТУРЯН,
Р.Б.АЙВАЗЯН, М.В.БАРТИКЯН, К.Р.ДАЛЛАКЯН,
С.С.ДАНАГУЛЯН, С.А.ДАНЕЛЯН, О.С.КИЗОГЯН,
Э.М.МАТЕВОСЯН, К.Ш.ОГАНЯН, Ю.З.СУКИАСЯН,
С.П.ТАРОЯН

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ
ПРИ ПЛОСКОСТНОМ И ОСЕВОМ КАНАЛИРОВАНИИ
ЭЛЕКТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 2 И 3,5 ГэВ

ЦНИИАтоминформ
ЕРЕВАН - 1989

Նախնատիպ ԵՓԻ- 1161(38)-89

Ռ.Բ.ԱՅՎԱԶՅԱՆ, Ա.Է.ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Ռ.Ա.ԱՍԱՏՐՅԱՆ
Ռ.Հ.ԱՎԱԳՅԱՆ, Մ.Վ.ԲԱՐՔԻԿՅԱՆ, Կ.Ռ.ԴԱԼԼԱՔՅԱՆ
Ս.Ս.ԴԱՆԱԳՈՒԼՅԱՆ, Ս.Ա.ԴԱՆԻԵԼՅԱՆ, Ս.Պ.ԹԱՐՈՅԱՆ
Հ.Ս.ԿԻՋՈՂՅԱՆ, Է.Մ.ՄԱԹԵՎՈՍՅԱՆ, ՅՈՒ.Ջ.ՍՈՒՔԻԱՍՅԱՆ
Կ.Շ.ՕՀԱՆՅԱՆ

ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՍՊԵԿՏՐԱԼ ԲՆՈՒԹԱԳՐԵՐԸ 2 ԵՎ 3,5ԳԷՎ ԷՆԵՐԳԻԱՑՈՎ

ԷԼԵԿՏՐՈՆՆԵՐԻ ՀԱՐԹ ԵՎ ԱՌԱՆՑՔԱՑԻՆ ԿԱՆԱԼԱՑՄԱՆ ԳԵՊԵՌՈՒՄ

Բերված են ճառագայթման փորձարարական հետազոտությունների արդյունքները՝ 2 և 3,5 ԳԷՎ էներգիայով էլեկտրոնների հարթ և առանցքային կանալացման դեպքում՝ 1մմ հաստությամբ ալմաստի բյուրեղի վրա: Բերված են նաև փորձարարական սարքի բնութագրերը, արդյունքների ըստացման և մշակման համակարգը: Փորձարարական արդյունքներից հետևում է, որ ճառագայթման ինտենսիվությունը 25-220 ՄԷՎ էներգիայի տիրույթում՝ բարձրակետի միջակայքում՝ 2 ԳԷՎ էներգիայով էլեկտրոնների առանցքային կանալացման դեպքում մոտ 2,6 անգամ փոքր է, քան 4,5 ԳԷՎ էներգիայով էլեկտրոնների համար: Ճառագայթման բնութագրական համախառնությունները այդ դեպքում տարբերվում են մոտ 3 անգամ, իսկ բարձրակետի ինտենսիվությունը՝ մոտ 1,6 անգամ, ինչը որ վատ չէ համաձայնեցվում [3] արդյունքների հետ:

Երևան ֆիզիկայի ինստիտուտ

Երևան 1989



R.B.AIVAZIAN, R.A.ASATURIAN, R.O.AVAKIAN,
A.E.AVETISSIAN, M.V.BARTIKIAN, K.R.DALLAKIAN,
S.S.DANAGULIAN, S.A.DANELIAN, H.S.KIZOGHIAN,
E.M.MATEVOSSIAN, K.Sh.OHANIAN, Yu.Z.SUKIASSIAN,
S.P.TAROYAN

EMISSION SPECTRUM CHARACTERISTICS AT PLANAR AND AXIAL
CHANNELING OF 2 AND 3.5 GeV ELECTRONS

The results of experimental investigations of the emission spectrum characteristics at axial and planar channeling of 2 and 3.5 GeV electrons on a 1mm-thick diamond crystal are presented. The specifications of the experimental set-up, the logics of data gathering and processing are also given. It follows from the experimental data, that the emission intensity under the peak, in the energy range from 25 to 220 MeV at an axial channeling of 2 GeV electrons is about 2.6 times lower than in the case with 4.5 GeV electrons. The characteristic emission frequencies differ by about 3 times, the intensity at the peak - about 1.6 times, this being in good agreement with the results of ref. 3 .

Yerevan Physics Institute

Yerevan 1989

УДК 621.039.8

Р.О.АВАКЯН, А.Э.АВETИСЯН, Р.А.АСАТУРЯН, Р.Б.АЙВАЗЯН,
М.В.БАРТИКЯН, К.Р.ДАЛЛАКЯН, С.С.ДАНАГУЛЯН, С.А.ДАНЕЛЯН,
О.С.КИЗОГЯН, Э.М.МАТЕВОСЯН, К.Ш.ОГАНЯН, Ю.З.СУКИАСЯН,
С.П.ТАРОЯН

**СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПЛОСКОСТНОМ
И ОСЕВОМ КАНАЛИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 2 И 3,5 ГЭВ**

Приведены результаты экспериментальных исследований спектральных характеристик излучения при осевом и плоскостном каналировании электронов с энергиями 2 и 3,5 ГэВ на кристалле алмаза толщиной 1 мм. Приведены также характеристики экспериментальной установки, логика набора и обработки результатов. Из экспериментальных данных следует, что интенсивность излучения под пиком в области энергий 25-220 МэВ при осевом каналировании электронов с энергией 2 ГэВ ~ 2,6 раз меньше, чем для энергий электронов 4,5 ГэВ. Характерные частоты излучения при этом отличаются ~ 3 раза, а интенсивность в пике ~ 1,6 раз, что неплохо согласуется с результатами [3].

Ереванский физический институт

Ереван 1989

Излучение электронов высоких энергий в монокристаллах алмаза при каналированном движении электронов представляет большой интерес. Он вызван такими особенностями излучения, как высокая спектральная плотность излучения, большая степень поляризации, высокая направленность и т.д.

В работе [1] приведены характеристики широкоапертурного ПМС, с помощью которого измерены спектральные характеристики излучения при плоскостном и осевом каналировании электронов с энергией 4,5 ГэВ [2]. Очевидный интерес представляет также вопрос об энергетической зависимости этого излучения от начальной энергии электронов [3]. Как показано в этой работе, при энергиях электронов, удовлетворяющих условию $E_0 U_0 \ll m^2$, где E_0 - энергия электронов, U_0 - усредненный потенциал осей (плоскостей), m - масса электрона, справедливо дипольное приближение. При этом получается, что интегральная интенсивность излучения растет пропорционально E^2 , далее характерные частоты излучения - пропорционально $E^{3/2}$, а интенсивность в пике - $E^{1/2}$. При более высоких энергиях $E_0 U_0 \gg m^2$ излучение

становится недипольным, и при этом характеристики излучения начинают более медленно расти с энергией электронов.

В настоящей работе приведены результаты экспериментов, в которых были проведены измерения спектральных характеристик излучения при энергиях электронов 2 и 3,5 ГэВ. Эксперименты проведены на выведенном пучке электронов Ереванского синхротрона. Электронный тракт рассчитан таким образом, что в экспериментальный зал можно вывести электроны с начальной энергией от 1,5 - 4,5 ГэВ, изменяя соответственно токи в магнитных элементах, расположенных на выводе пучка [4]. Схема экспериментальной установки приведена на рис.1. Сформированный пучок электронов с угловой расходимостью $\pm 5 \cdot 10^{-5}$ рад и фиксированными энергиями соответственно 2 и 3,5 ГэВ попадает в вакуумную камеру гониометрической установки, где установлен кристалл алмаза толщиной 1 мм.

Контроль пучка осуществляется с помощью газового счетчика (ГС1) и многопроволочной пропорциональной камеры (ПК1) на входе пучка в гониометр. После взаимодействия с кристаллом пучок электронов отклоняется с помощью магнита (М1) и регистрируется в сцинтилляционном телескопе (S_1, S_2). Возникшее в кристалле излучение превращается в конверторе К1 в e^+e^- пару с вероятностью 2%. Их энергия измеряется широкоапертурным ПМС.

Набор статистики и обработка информации проводились следующим образом. Триггерным сигналом осуществлялись запись и чтение информации с ПМС и ПК. Его формирование осуществляется совпадением $ГС_1 * S_1 * S_2 * ГС_2$. Дальнейшая обработка осуществлялась с обязательным условием, что в ПК1,2 восстанавливаются координаты начального электрона и e^+e^- пары в данной области

координат, и при этом в обеих торцевых ПК есть только одно восстанавливаемое событие. Следует отметить, что такой жесткий отбор позволил получить истинный спектр именно от электронов, для которых выполняется условие каналированного движения, а также полностью очистить спектры от ложных срабатываний в камерах.

Для восстановления спектров излучения при осевом и плоскостном каналировании был осуществлен также набор статистики как при дезориентированной мишени, так и при ее отсутствии. Наличие этих двух спектров позволило восстановить спектр от дезориентированной мишени и привести его к теоретическому Бете-Гайтлеровскому спектру. Это позволило в конечном счете определить реальное значение эффективностей спектрометра и в дальнейшем использовать для восстановления спектров излучения при плоскостном и осевом каналировании электронов.

На рис.2 показан спектр излучения с энергией 2 ГэВ при осевом каналировании \langle ось IIO \rangle в кристалле алмаза толщиной 1 мм.

Спектр излучения при этом имеет наиболее ярко выраженную пиковую структуру, расположенную в области энергий 35 МэВ, превышающую излучения от аморфной мишени в 30-40 раз.

На рис.3 показан спектр излучения электронов с энергией 2 ГэВ при плоскостном каналировании (плоскость OII). При этом, как видно из рисунка, пик излучения расположен ниже энергии 25 МэВ.

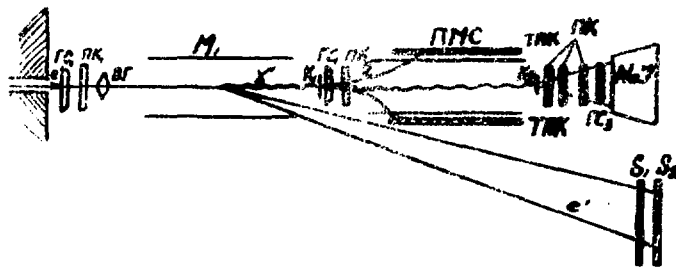
На рис.4 показан спектр излучения электронов с энергией 3,5 ГэВ при плоскостном каналировании электронов (плоскость OII). Пик излучения при этом расположен в области энергий 40-50 МэВ и излучение в пике превышает аморфный уровень ~ 15 раз.

В таблице приведены результаты измерения на парном спектрометре при энергиях 2; 5; 5; 4,5 ГэВ.

Таблица

Энергия ГэВ	ось <110>		плоскость (011)	
	пик излучения МэВ	интенсивность МэВ/см	пик излучения МэВ	интенсивность МэВ/см
4,5	100±10	~800	70±9	~280
3,5	-	-	45±5	~185
2,0	35±4	~300	< 25	~90

Интенсивность излучения под пиком определяется $\int_{25}^{220} \frac{d^2 W}{dE_\gamma d\Omega} d\Omega$



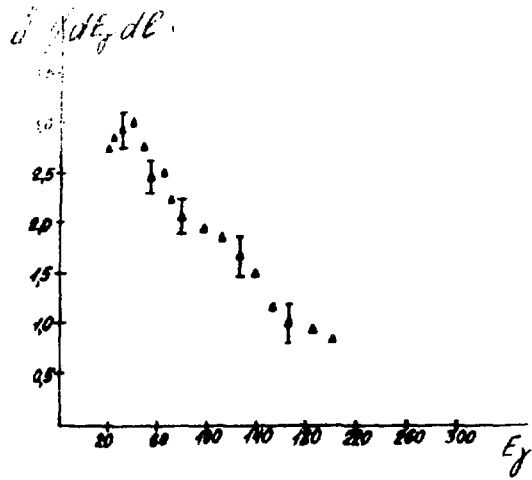


Рис. 2

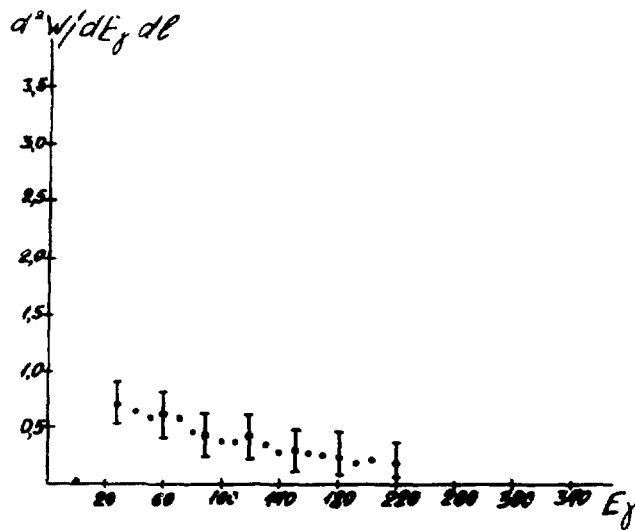


Рис. 3

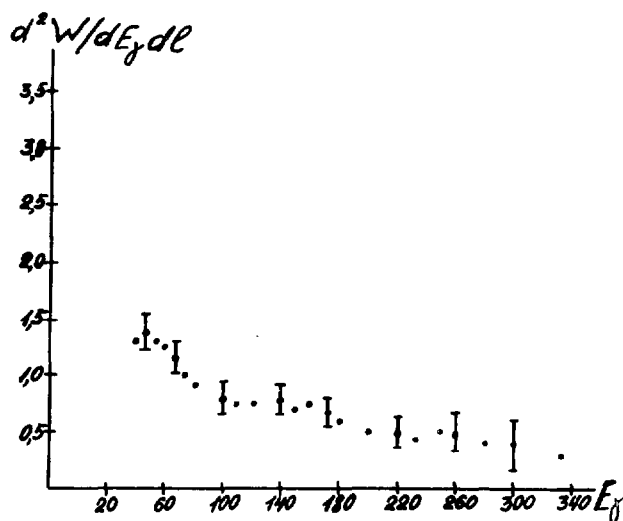


Рис.4

ПОДПИСИ К РИСУНКАМ

Рис.1 Схема экспериментальной установки. ТПК - торцевые проволочные камеры; ГС - газовые счетчики; ПК - пропорциональные камеры; ВГ - вакуумный гониометр.

Рис.2 Спектр излучения электронов в режиме осевого каналирования. Энергия 2 ГэВ, $t = 1$ мм

Рис.3 Спектр излучения электронов в режиме плоскостного каналирования. Энергия 2 ГэВ, $t = 1$ мм

Рис.4 Спектр излучения электронов в режиме плоскостного каналирования. Энергия 3,5 ГэВ, $t = 1$ мм

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авакян Р.О., Аветисян А.Э., Айвазян Р.Б. и др. широкоапертурный парный магнитный спектрометр с торцевым расположением МПК. Труды Международного симпозиума по координатным детекторам в физике высоких энергий. Дубна, 1988, с.135-137.
2. Авакян Р.О., Аветисян А.Э., Асатурян Р.А. и др. Измерение спектральных характеристик электромагнитного излучения при осевом и плоскостном каналировании электронов в кристалле алмаза с помощью широкоапертурного парного магнитного спектрометра (ПМС). Препринт ЕФИ-1085(48)-88, Ереван, 1988.
3. Kuzakhov M.A. *Phys.Lett. ser A.* 1976, vol.57, p.17.
4. Авакян Р.О., Авакян Э.О., Аветисян А.Э. и др. Излучение электронов высоких энергий вблизи кристаллографических осей и плоскостей кристалла алмаза. Препринт ЕФИ-704(19)-84, Ереван, 1984.

Рукопись поступила 23 марта 1989 г.

Р. О. АВАКЯН, А. Э. АВЕТИСЯН, Р. А. АСАТУРЯН, Р. Б. АЙВАЗЯН,
М. В. БАРТИКЯН, К. Р. ДАЛЛАКЯН, С. С. ДАНАГУЛЯН, С. А. ДАНЕЛЯН,
О. С. КИВОГЯН, Э. М. МАТЕВОСЯН, К. Ш. ОГАНЯН, Ю. Э. СУКИАСЯН,
С. П. ТАРОЯН

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПЛОСКОСТНОМ И
ОСЕВОМ КАНАЛИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 2 И 3,5 ГЭВ

Редактор Л. П. Мукаян

Технический редактор А. С. Абрамян

Подписано в печать 22/VI-89г.

ВФ- 02189 Формат 60x84/16

Офсетная печать. Уч. изд. л. 0,8

Тираж 299 экз. Ц. 10 к.

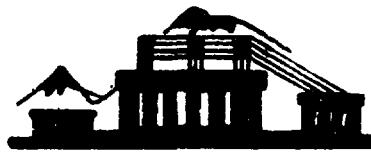
Зак. тип. № 990

Индекс 3649

Отпечатано в Ереванском физическом институте
Ереван 36, ул. Братьев Алиханян, 2

**The address for requests:
Information Department
Yerevan Physics Institute
Alikhanian Brothers 2,
Yrevan, 375036
Armenia, USSR**

ИНДЕКС 3649



ЕРЕВАНСКИЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ