

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЛИВНИ В ОРИЕНТИРОВАННОМ КРИСТАЛЛЕ ВОЛЬФРАМА ОТ γ -КВАНТОВ С ЭНЕРГИЕЙ 8–27 ГэВ

*В.А.Басков, В.Б.Ганенко⁺, Ю.В.Жебровский⁺, В.В.Ким,
Л.Я.Колесников⁺, Б.И.Лучков^{*}, В.А.Маишеев[□], А.Л.Рубашкин⁺,
В.И.Сергиенко, В.Ю.Тугаенко^{*}, В.А.Хабло*

*Физический институт им.П.Н.Лебедева РАН,
117312 Москва, Россия*

⁺ *Физико-технический институт Украинской АН,
301108 Харьков, Украина*

^{*} *Инженерно-физический институт РАН,
115409 Москва, Россия*

[□] *Институт физики высоких энергий РАН,
142284 Протвино, Московская обл., Россия*

Поступила в редакцию 21 января 1993 г.

Приведены результаты экспериментального исследования развития электромагнитных ливней, образованных γ -квантами с энергией 8–27 ГэВ, вдоль кристаллографической оси $\langle 111 \rangle$ кристалла вольфрама толщиной 1,0 мм.

Электромагнитный ливень в кристалле, образованный γ -квантом (электроном) высокой энергии, проходящим под малым углом θ к кристаллографической оси (плоскости), может существенно отличаться от ливня в аморфном веществе ^{1,2}. Радиационная длина ориентированного кристалла не постоянна, как у аморфного вещества, а может сокращаться. Сокращение это зависит от энергии первичной частицы, характеристик кристалла и его ориентации. В результате развитие ливня происходит на более коротких расстояниях, чем в соответствующем аморфном веществе.

Результаты экспериментальных исследований развития в кристалле ливней, образованных электронами и позитронами, представлены в работах ^{3–7}.

В настоящей работе представлены экспериментальные данные, полученные в ИФВЭ на установке "Каскад" ^{8,9}. γ -кванты с энергией 8–27 ГэВ, полученные от электронного пучка с энергией 28 ГэВ в системе мечения ¹⁰, направлялись вдоль оси $\langle 111 \rangle$ кристалла вольфрама толщиной 1,0 мм, охлажденного жидким азотом до 77 К. Угол θ между осью $\langle 111 \rangle$ и импульсом каждого γ -кванта определялся с точностью не хуже 0,1 мрад. Изучение ливней, выходящих из кристалла, осуществлялось при помощи составного черенковского ливневого спектрометра полного поглощения (СЧЛС), расположенного за кристаллом. Спектрометр состоял из ряда расположенных друг за другом счетчиков из свинцового стекла толщиной 1 радиационную длину ⁴.

На рис.1 показаны каскадные кривые развития электромагнитных ливней, выходящих из кристалла вольфрама и далее развивающихся в СЧЛС. Для каждого из трех интервалов энергий γ -квантов: 8–10, 19–22, 25–27 ГэВ, показаны две кривые развития электромагнитного ливня в случаях разориентированного и ориентированного кристаллов. Видно, что с ростом энергии γ -квантов максимумы каскадных кривых смещаются от кристалла вглубь

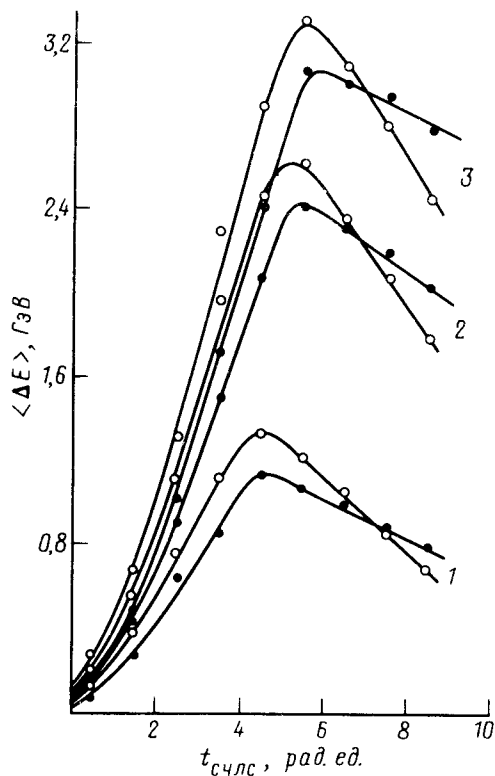


Рис.1. Каскадные кривые развития электромагнитных ливней от γ -квантов, выходящих из кристалла вольфрама и развивающихся в СЧЛС (толщина кристалла 1,0 мм, ось ориентации $\langle 111 \rangle$, $T = 77 \text{ K}$). \bullet - кристалл разориентирован, \circ - кристалл ориентирован; кривые 1 - $\langle E_\gamma \rangle = 9 \text{ ГэВ}$; 2 - $\langle E_\gamma \rangle = 20,5 \text{ ГэВ}$; 3 - $E_\gamma = 26 \text{ ГэВ}$

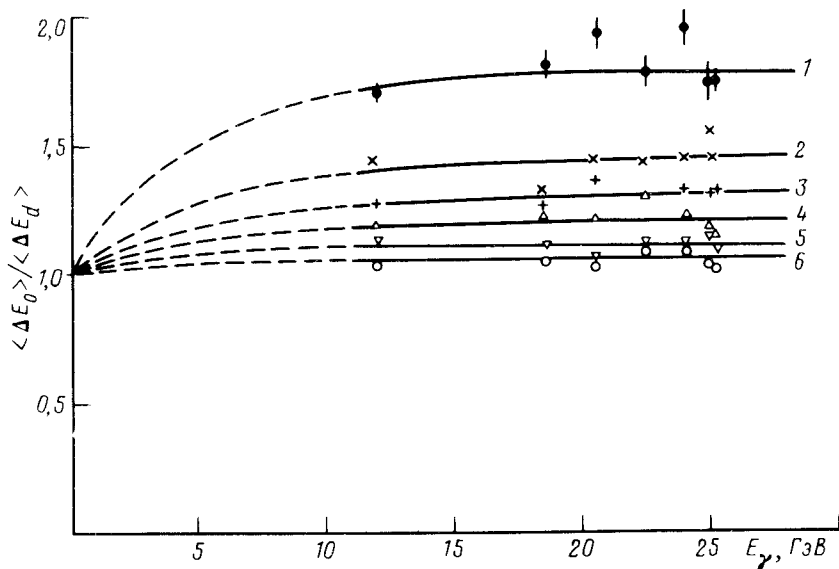


Рис.2. Отношение среднего энерговыделения ливня в случае ориентированного кристалла ($\langle \Delta E_o \rangle$) к среднему энерговыделению ливня в случае разориентированного кристалла ($\langle \Delta E_d \rangle$) в зависимости от глубины развития ливня в СЧЛС и энергий γ -квантов (E_γ) (номера счетчиков СЧЛС указаны на рисунке справа)

СЧЛС. Если кристалл ориентирован, то каскадная кривая изменяется: смещается к началу развития ливня и меняет форму. С ростом энергии γ -квантов смещение к началу развития ливня увеличивается.

На рис.2 показано отношение $\eta = \langle \Delta E_o \rangle / \langle \Delta E_d \rangle$ в зависимости от энергии γ -квантов и глубины развития ливня в СЧЛС ($\langle \Delta E_{o,d} \rangle$ – среднее энерговыделение ливня в каждом счетчике СЧЛС при ориентированном и разориентированном кристаллах); η увеличивается с ростом энергии γ -квантов. При всех энергиях отношение максимально в первом счетчике, достигая $\eta \approx 1,8$ при $\langle E_\gamma \rangle = 25$ ГэВ. Для сравнения у ливней от электронов с энергией $E_e = 26 \div 28$ ГэВ в аналогичных условиях ⁴ $\eta \approx 4,3$.

Особенности развития ливня в ориентированном кристалле могут найти интересное применение. Например, для определения положения в пространстве источника γ -квантов ¹¹, для создания компактных спектрометров γ -квантов ⁷.

-
1. В.Н.Байер, В.М.Катков, В.М.Страховенко, Электромагнитные процессы при высокой энергии в ориентированных монокристаллах. Новосибирск: Наука, 1989.
 2. А.И.Ахиезер, Н.Ф.Шульга, ЖЭТФ **85**, 94 (1983).
 3. K.Elsener, S.P.Moller, J.V.V.Petersen, and E.Uggerhoj, Phys. Lett. B **212**, 537 (1988).
 4. В.А.Басков, В.Б.Ганенко, В.А.Гущин и др., Письма в ЖЭТФ **52**, 740 (1990).
 5. В.А.Басков, Б.Б.Говорков, В.Б.Ганенко и др., Письма в ЖЭТФ **52**, 1082 (1990).
 6. K.Elsener, M.Hage-Ali, K.Maier et al., Phys. Lett. B **227**, 483 (1989).
 7. В.А.Басков, Б.Б.Говорков, В.В.Ким и др., Письма в ЖЭТФ **56**, 233 (1992).
 8. В.Н.Байер, В.А.Басков, В.Б.Ганенко и др., Препринт ФИАН № 204, Москва, 1988.
 9. В.А.Басков, В.В.Ким, И.В.Коноров и др., ПТЭ **5**, 58 (1990).
 10. V.A.Baskov, V.A.Khablo, V.V.Kim, and V.I.Sergienko, NIM in Phys. Res. A **272**, 329 (1990).
 11. В.А.Басков, В.Б.Ганенко, В.А.Гущин и др., ПТЭ **5**, 52 (1992).