

КОГЕРЕНТНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ЧАСТИЦ НА ЯДРАХ ФОТОЭМУЛЬСИИ ПРОТОНАМИ С ИМПУЛЬСОМ 200 Гэв/с

З. В. Анзон, М. Г. Антонова, Э. Г. Боос, А. А. Горячих,
П. В. Морозова, Т. И. Мухордова, Н. П. Павлова, Ж. С. Такибаев,
А. В. Холмецкая, И. Я. Часников, Ц. И. Шахова,

Н. П. Богачев¹⁾, Ф. Г. Лепехин, Б. Б. Симонов,

В. Г. Богданов, Н. А. Перфилов, З. И. Соловьева,

М. И. Адамович, Н. А. Добротин, В. Г. Ларионова,

М. И. Третьякова, С. П. Харламов, М. М. Чернявский,

К. И. Алексеева,

С. А. Азимов, А. И. Бондаренко, К. Г. Гуламов, У. Г. Гулямов,
В. В. Лавков, В. Ш. Навотный, В. И. Петров, Т. Т. Рискиев,
Т. П. Трофимова, Л. П. Чернова, Г. М. Чернов

Слои ядерной фотоэмульсии типа БР-2 облучены на ускорителе NAL (США) протонами с импульсом 200 Гэв/с. На длине первичных следов 1438 м на основании сравнения распределений по множественности и угловых характеристик pp - и $p\pi$ -взаимодействий получен пробег для когерентной генерации трех и пяти заряженных частиц

$$\lambda_3 = (21,8 + \frac{3,9}{2,8})\text{м}, \quad \lambda_5 = (\frac{68}{-15} + 28)\text{м}$$

соответственно.

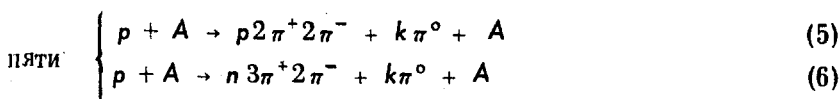
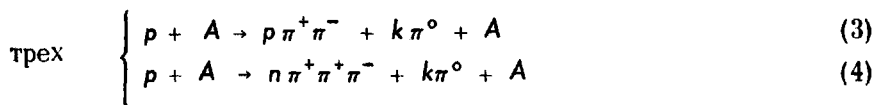
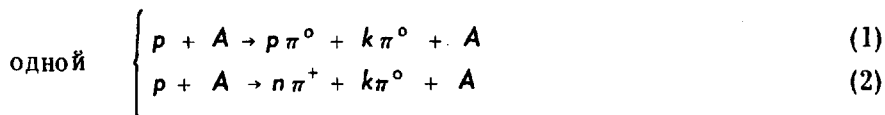
В работе [1] приведены сводные данные о сечении когерентных реакций с рождением одной, трех, пяти заряженных частиц на ядрах фотоэмульсии протонами и π -мезонами в области энергий 17 – 67 Гэв.

В настоящей работе приведены данные о сечении рождения трех и пяти заряженных частиц в когерентных взаимодействиях протонов с импульсом 200 Гэв/с на ядрах фотоэмульсии.

В когерентных взаимодействиях протонов полное число генерированных частиц может быть произвольным, число заряженных частиц –

¹⁾ Сотрудник ОИЯИ, Дубна.

нечетным. Возможны следующие реакции образования в конечном состоянии заряженных частиц:



и т. д., где $k = 0, 1, 2, \dots$

Основными характеристиками когерентных взаимодействий адронов на ядрах являются: 1) узость угловых распределений, что связано с малостью переданного импульса ядру мишени; 2) отсутствие развала, или даже возбуждения ядра; 3) сохранение квантовых чисел начальной и конечной систем при дифракционном механизме процесса.

Необходимо отметить, что высокое пространственное разрешение ядерных фотоэмульсий позволяет измерять малые углы вылета частиц с высокой точностью (углы $\sim 10^{-3}$ измеряются с ошибкой 10–20%), а также регистрировать очень медленные осколки ($E \geq 0,2$ Мэв для протонов и $E \geq 1$ Мэв для ядер углерода) и электроны β -распада ядер, т. е. уверенно отбирать события без развала или возбуждения ядра.

Эксперимент

Две камеры (по одному литру каждая) фотоэмульсий типа НИКФИ БР-2 со слоями размером $10 \cdot 20$ см² и толщиной 600 мкм, облучены на ускорителе NAL (Батавия, США) протонами с импульсом 200 Гэв/с. Слои проявлены в ЛВЭ ОИЯИ. Плотность облучения $(1-3) \cdot 10^4$ см⁻².

На общей длине следов первичных протонов 1438 м отобрано 294 pp -взаимодействий (критерии отбора pp - и pn -взаимодействий приведены в работе [2]) и 442 pn и когерентных pA -взаимодействий.

Число когерентных реакций получено на основании сравнения распределений по множественности и угловых характеристик вторичных частиц в неупругих pp - и pn -взаимодействиях.

Распределение по множественности

На рис. 1 приведено распределение по числу заряженных частиц (n_{ch}) для всех отобранных взаимодействий (сплошная линия), и так называемых "чистых" событий (заштриховано), т. е. событий без медленных заряженных частиц и без возбуждения ядра, среди которых и могут быть когерентные. Виден заметный избыток событий с $n_{ch} = 1, 3, 5$, обусловленный "чистыми" звездами.

Если при $n_{ch} \geq 8$ число "чистых" pp -событий заметно превышает число "чистых" pn -событий (что связано с наличием в эмульсии свободного водорода), то в области малых n_{ch} ситуация прямопротивоположная, что естественно связать с примесью когерентных реакций.

Грубая оценка числа когерентных событий с рождением одной, трех, пяти заряженных частиц в предположении линейного роста числа событий с ростом n_{ch} в области $0 < n_{ch} \leq 6$ дает соответственно величины $N_1 = 34 \pm 13$; $N_3 = 73 \pm 12$; $N_5 = 25 \pm 10$. Надо отметить, что число когерентных событий с $n_{ch} = 1$ заметно занижено, так как все события с углом вылета вторичной частицы меньше $2 \cdot 10^{-3}$ отнесены к упругим взаимодействиям.

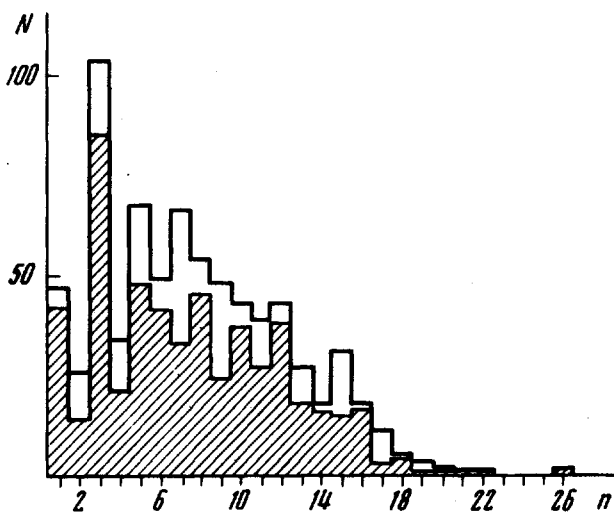


Рис. 1. Распределение по числу вторичных заряженных частиц во всех протон-нуклонных событиях (сплошная линия) и "чистых" звездах типа $0+0+n_{ch}$ (заштриховано)

Угловые распределения

Аналогично работам [1, 2] число когерентных событий с рождением трех и пяти заряженных частиц было определено в результате анализа распределений событий по параметру

$\sum_{i=1}^{n_{ch}} \sin \theta_i$, который прибли-

женно пропорционален продольному импульсу ($q_{||}$), передаваемому ядро пропорционален продольному импульсу ($q_{||}$). Здесь θ — угол вылета вторичной частицы относительно направления падающего пучка протонов.

На рис. 2 приведено распределение по $\sum_{i=1}^3 \sin \theta_i$ для трехлучевых событий. Видно, что для "чистых" событий (рис. 2, а) распределение $\sum_{i=1}^3 \sin \theta_i$ значительно уже, чем для фоновых протон-нуклонных взаимодействий (рис. 2, б). При нормировке распределений рис. 2, а и 2, б по $\sum_{i=1}^3 \sin \theta_i > 0,2$ число когерентных событий с рождением трех заряженных частиц (реакции 3 и 4) составляет $N_3' = 66 \pm 10$, что соответствует среднему свободному пробегу

$$\lambda_3 = \left(\begin{array}{c} 21,8 + 3,9 \\ - 2,8 \end{array} \right) \mu$$

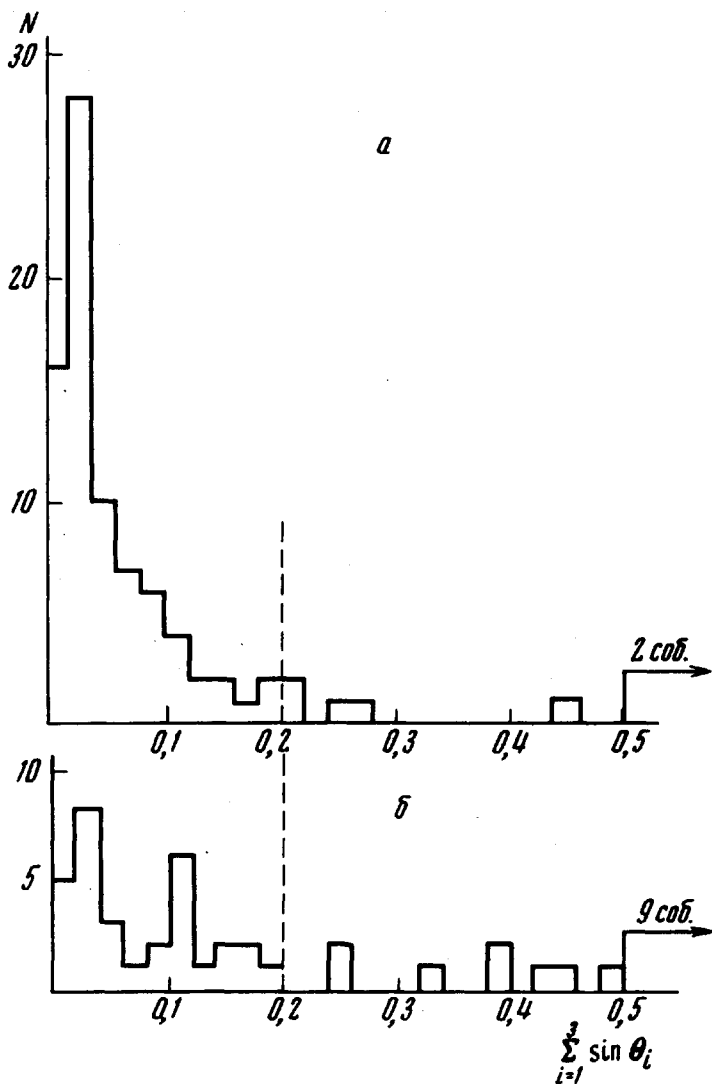


Рис. 2. Распределение по $\sum_{i=1}^3 \sin \theta_i$ в "чистых" звездах

$0 + 0 + 3p$ (а) и фоновых трехлучевых событиях (б). Последнюю группу составили: 1) трехлучевые звезды, сопровождающиеся электроном ($p\eta$ -взаимодействия), 2) четырехлучевые pp -соударения при исключении протона отдачи, или (для событий типа $0 + 0 + 4p$) одной релятивистской частицы с максимальным углом вылета θ

Аналогичная процедура по $\sum_{i=1}^5 \sin \theta_i$ дает для числа когерентных событий с рождением пяти заряженных частиц (реакции 5 и 6) $N_5' = 21 \pm 6$, что соответствует пробегу $\lambda_5 = \begin{pmatrix} 68 & +28 \\ & -15 \end{pmatrix} \mu$. На рис. 3 приведены дан-

ные о сечении (на среднее ядро фотоэмульсии) когерентных реакций с рождением трех и пяти заряженных частиц при 200 Гэв/с , а также соответствующие данные для первичных протонов и π -мезонов в области энергий $17-67 \text{ Гэв}$ [1]. Как видно из рис. 3, сечение образования протонами трех и пяти заряженных частиц растет с энергией вплоть до 200 Гэв . Для реакций образования пионами событий с тремя заряженными частицами также наблюдается рост сечения с увеличением импульса и быстрота этого роста отличается от протонного.

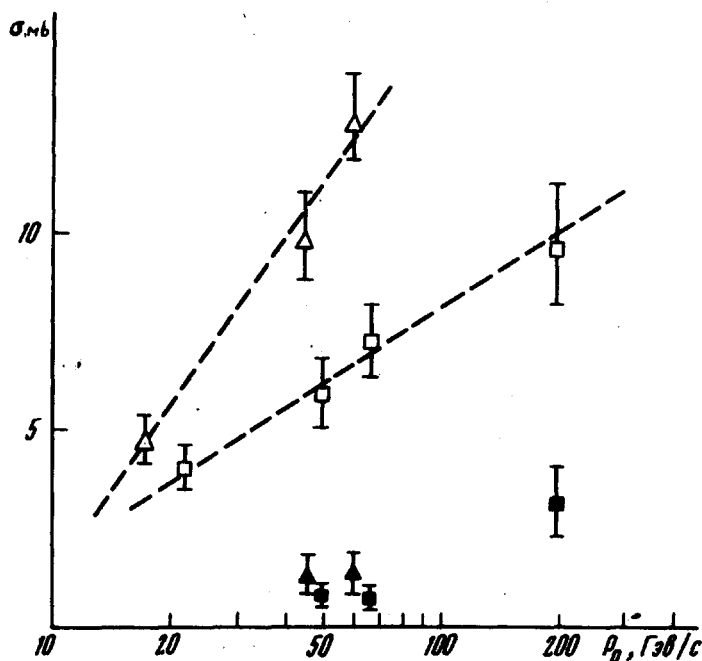


Рис. 3. Зависимость сечения (на среднее ядро фотоэмульсии) когерентной генерации трех (\square , Δ) и пяти заряженных частиц (\blacksquare , \blacktriangle) от импульса. \square , \blacksquare — первичные протоны, Δ , \blacktriangle — первичные π -мезоны

Для выяснения характера зависимости сечения пионных реакций с образованием трех и пяти заряженных частиц от импульса и сравнение ее с зависимостью для аналогичных протонных реакций необходимы дальнейшие исследования.

Авторы глубоко признательны Отделению ядерной физики АН СССР, руководству и сотрудникам NAL (Батавия, США), В.А. Никитину за содействие в постановке эксперимента, а также сотрудникам группы С.И. Любомилова за проявление слоек. Авторы также выражают благодарность лаборантам за просмотр эмульсий и измерения.

Литература

- [1] R.Khoshmukhamedov, G.S.Shabratova, K.D.Tolstov at all, препринт ОИЯИ, E1-6598, 1972; Submitted to XVI International Conference on High Energy Physics, Batavia.
 - [2] Алма-Ата – Дубна – Краков – Ленинград – Москва (ФИАН и МГУ) – Ташкент – Улан-Батор сотрудничество, сообщение ОИЯИ, P1-6504, 1972; Phys. Lett., 39B, 285, 1972.
-