

УДК 539-172-12

ОБРАЗОВАНИЕ КУМУЛЯТИВНЫХ ПРОТОНОВ ВО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ АДРОНОВ И ЯДЕР С ЯДРАМИ ПРИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЯХ

*Профессор Р. Н. Бекмирзаев
магистр Ж.Т. Михлиев*

Джизакский государственный педагогический университет, Джизак

Аннотация: В условиях полной геометрии исследовано образование кумулятивных протонов в π^-C -, pC - ${}^4\text{He}_2C$ - и CC -соударениях при высоких энергиях. Показано, что зависимость инклюзивных сечений образования кумулятивных протонов от кумулятивного числа v имеет универсальную закономерность, заключающуюся в независимости, как от типа снаряда, так и от первичной энергии. Обнаружена независимость среднего числа кумулятивных протонов от типа снаряда и первичной энергии.

Ключевые слова: Кумулятивные частицы, протоны, мезоны, снаряд, первичные частицы, энергия, кумулятивное число.

К сегодняшнему дню по кумулятивному рождению частиц накоплен огромный экспериментальный материал и установлен ряд закономерностей этого явления. Следует, однако, отметить, что основная часть экспериментальных данных получена в электронных экспериментах, как правило, при малых телесных углах вылета кумулятивных частиц, далеких от полной 4π -геометрии. В связи с этим, естественно, не все утверждения, полученные в этих условиях, могут быть подтверждены в экспериментах с полной геометрией. Конечно, имеются некоторые работы, выполненные в условиях 4π -геометрии [1-4], однако, из-за ограниченной статистики они в основном качественно подтверждают выводы электронных экспериментов. В связи с этим представляет интерес провести изучение образования кумулятивных частиц при большей статистике экспериментального материала, в условиях, близких к полной геометрии для различных снарядов и мишеней и естественно единой методикой.

Настоящая работа посвящена изучению образования кумулятивных протонов в π^-C -, pC - ${}^4\text{He}_2C$ - и CC -соударениях при высоких энергиях. В ней также исследованы корреляции выхода кумулятивных и некумулятивных протонов.

Экспериментальный материал получен с помощью 2 м пропановой пузырьковой камеры Лаборатории высоких энергий ОИЯИ, облученной π^- -мезонами при импульсе 40 ГэВ/с на Серпуховском ускорителе У-70, протонами при 4.2 и 9.9 ГэВ/с, ядрами ${}^4\text{He}_2$ и C при 4.2 А ГэВ/с на Дубненском синхрофазотроне. Методические вопросы описаны в работах [5-8]. Разделение протонов (от мишени) и π^+ -мезонов проводилось визуально по ионизации в области $p < 0.8$ ГэВ/с.

К кумулятивным относились протоны с параметром кумулятивности $\beta \geq 1.2$, где $\beta = (E - P \cos \vartheta) / m_n$ (E – полная энергия, P – полный импульс, ϑ – угол вылета рассматриваемого протона, m_n – масса нуклона, которая взялась равной массе протона) и импульсом $P > 0.2$ ГэВ/с (т.е. испарительные протоны исключались).

В качестве примера на рисунке 1 приведены распределения протонов по кумулятивному числу β в области $\beta > 1.2$ для π^-C - и CC -соударений при импульсах 4.2 А ГэВ/с и 40 ГэВ/с, соответственно. Там же прямыми линиями показаны результаты аппроксимации экспериментальных данных зависимостью вида

$$f(\beta) = a \exp(-b\beta) \quad (1)$$

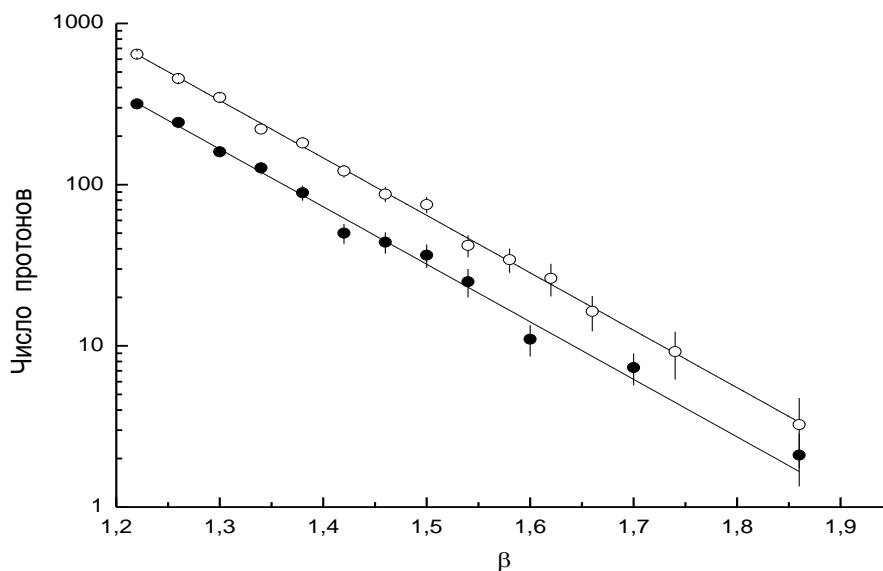


Рис.1. Распределение кумулятивных протонов по числу кумулятивности β (в области $\beta > 1.2$) для π^-C - и CC -соударений при 40 ГэВ/с (●) и 4.2 А ГэВ/с (○), соответственно. Прямые линии – результаты аппроксимации экспериментальных данных зависимостью вида (1).

Результаты аппроксимации всех экспериментальных данных по распределению протонов по числу β в соответствии с выражением (1) приведены в таблице. Видно, что значения параметров наклона b в пределах статистических погрешностей совпадают между собой для всех рассматриваемых типов соударений и первичных энергий. Средняя величина b по всем рассматриваемым ансамблям составляет 8.1 ± 0.1 . Интересно отметить тот факт, что не только инвариантные инклюзивные сечения образования кумулятивных протонов в зависимости от кумулятивного числа β имеет экспоненциальный характер, но и распределения протонов по β также имеют тот же характер.

В таблице также приведены средние множественности кумулятивных и некумулятивных протонов в импульсном интервале $0.2 \leq p \leq 0.8$ ГэВ/с для событий с кумулятивным протоном. Видно, что средние множественности некумулятивных протонов зависят от типа снаряда, в то время как множественности кумулятивных – в

пределах статистических погрешностей не зависят ни от типа снаряда, ни от первичной энергии, составляя в среднем величину 1.05 ± 0.02 .

Исследование азимутальных корреляций между кумулятивным и некумулятивным протонами показало, что имеется корреляция, указывающая на тенденцию вылета этих протонов в противоположные стороны азимутальной плоскости. Это является еще одним указанием на то, что кумулятивные протоны образуются за счет взаимодействия первичного адрона с сильно связанной малонуклонной ассоциацией. Аналогичные результаты по азимутальным корреляциям между кумулятивным протоном, летящим в заднюю полусферу, и некумулятивным протонам были получены в pC-взаимодействиях при 10 ГэВ/с [9].

Таким образом, можно заключить, что зависимость инклюзивных сечений образования кумулятивных протонов от кумулятивного числа β имеет универсальную закономерность, заключающуюся в независимости, как от типа снаряда, так и от первичной энергии.

Таблица

Параметры наклона в параметризации (1) и среднее число кумулятивных и некумулятивных протонов в событиях с образованием кумулятивного протона

Тип взаимодействия, P_0 (ГэВ/с)	Параметр наклона, b	$\chi^2/ст.св$	Среднее число некумулятивных протонов	Среднее число кумулятивных протонов
$\pi^-C, 40.0$	8.18 ± 0.26	1.1	1.23 ± 0.03	1.06 ± 0.03
pC, 4.2	8.09 ± 0.49	1.0	2.03 ± 0.06	1.04 ± 0.03
pC, 9.9	8.10 ± 0.25	0.9	1.90 ± 0.03	1.06 ± 0.03
$^4He_2C, 4.2 A$	8.00 ± 0.28	1.2	2.43 ± 0.05	1.06 ± 0.05
CC, 4.2 A	8.14 ± 0.20	0.4	2.61 ± 0.04	1.05 ± 0.04

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. А.И Аношин и др. Препринт ОИЯИ, 1-81-214, Дубна (1981).
2. K. Olimov et al., Yad. Fiz. 70, 741 (2007).
3. K. Olimov et al., Yad. Fiz. 70, 2028 (2007).
4. E. Kh. Vazarov, Ukr. Fiz. Journ. 52, 1052 (2007).
5. А.У. Абдурахимов и др., Препринт ОИЯИ, P1-6277, Дубна (1972).
6. Г.Н. Агакишиев и др., Препринт ОИЯИ, P1-83-327, Дубна (1983).
7. И.А. Ивановская, Препринт ОИЯИ, P1-91-264, Дубна (1991).
8. А.И. Бондаренко и др., Препринт ОИЯИ, P1-98-292, Дубна (1998).
9. Д.К. Копылова и др., Препринт ОИЯИ, P1-86-251, Дубна (1986).