

НАБЛЮДЕНИЕ НЕРЕГУЛЯРНОСТЕЙ В ИНКЛЮЗИВНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ СПЕКТРАХ ПРОТОНОВ ИЗ nC - И π^-C -ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

А.О.Кечечян*, Б.А.Шахбазян

Приводятся инклюзивные импульсные спектры протонов из взаимодействий нейтронов с импульсом 7 ГэВ/с и π^- -мезонов с импульсом 4 ГэВ/с с ядрами углерода. Наблюдаются нерегулярности в этих спектрах в интервале импульсов от 200 до 400 МэВ/с. Рассматриваются возможные механизмы, объясняющие эти нерегулярности.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Observation of Irregularities in Inclusive Momentum Spectra of Protons from nC and π^-C Interactions

A.O.Kechechyan, B.A.Shahbazian

Inclusive proton spectra from neutron and π^- meson interactions with carbon nuclei at 7 GeV/c and 4 GeV/c, respectively, are presented. Significant irregularities in the momentum range (200 ÷ 400) MeV/c are observed. Possible mechanisms able to explain these enhancements are considered.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

В последнее время были опубликованы противоречивые результаты исследований инклюзивных импульсных спектров протонов из адрон-ядерных взаимодействий ^{1,2/}. В работе ^{1/} наблюдались нерегулярности в импульсном спектре протонов, вылетевших в заднюю полусферу из взаимодействий π^- -мезонов с импульсом 5 ГэВ/с с ядрами углерода. В инклюзивных спектрах протонов из реакций $\pi^\pm(C, Zr) \rightarrow pX$ при $p = 1,5$ ГэВ/с, вылетающих под углами $95^\circ, 110^\circ, 140^\circ$ ^{2/}, отсутствуют статистически значимые нерегулярности.

В данной работе приводятся результаты исследований инклюзивных импульсных спектров протонов, рожденных во взаимодействиях нейтронов и π^- -мезонов с ядрами углерода. Пучок нейтронов был получен путем облучения протонами с импульсом 10 ГэВ/с бериллиевой мишени и последующего поглощения медленных нейтронов. В результате импульсы полученных нейтронов были распределены по Гауссу со средним значением 7,04 ГэВ/с и сред-

* Ереванский физический институт

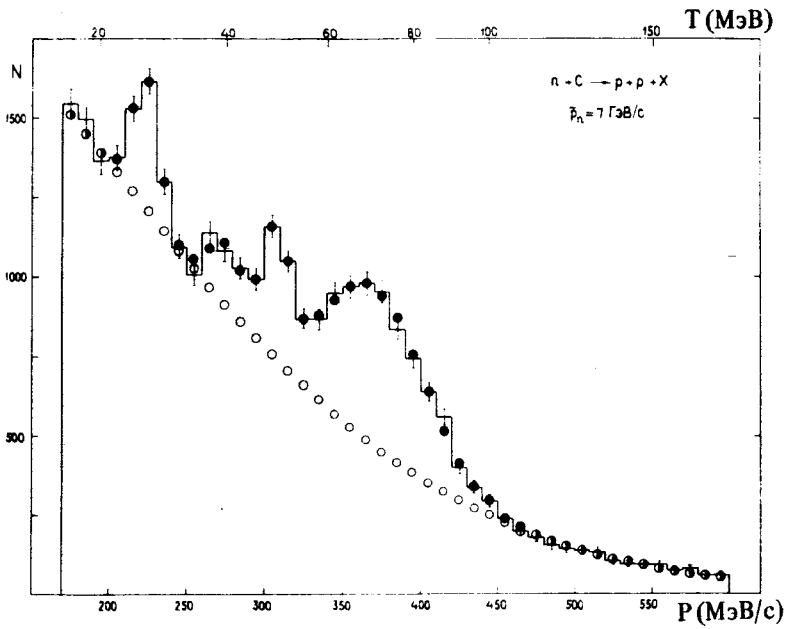


Рис. 1. Импульсный спектр протонов из n - C -взаимодействий (сплошная линия),
 ● — аппроксимирующая зависимость и ○ — "гладкая" часть.

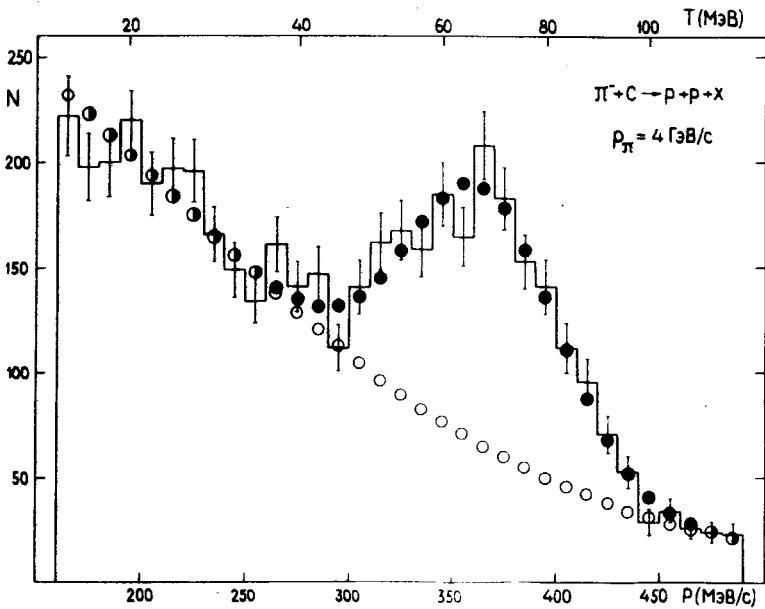


Рис. 2. То же, что и на рис. 1, для π^- - C -взаимодействий.

неквадратичным отклонением 2,84 ГэВ/с. Средний импульс пучка π^- -мезонов — 4 ГэВ/с, среднеквадратичное отклонение — 0,04 ГэВ/с. В качестве мишени и регистрирующего прибора использовалась 24-литровая пропановая пузырьковая камера ЛВЭ ОИЯИ, что позволило охватить практически весь угловой интервал. Отбирались взаимодействия, в которых наблюдались два и большее число протонов с импульсами от 160 до 800 МэВ/с (оптимальный интервал импульсов для достоверной идентификации протонов в пропановых пузырьковых камерах). Импульсные спектры (см. рис. 1, 2) строились с весами, учитывающими потери протонов с проекциями треков на горизонтальную плоскость, меньшими 3 мм, и потери из-за вторичных взаимодействий протонов в пропане. Из рис. 1 и 2 видно, что существуют статистически значимые отклонения от "гладкой" кривой.

Для изучения влияния методических особенностей на импульсный спектр была получена зависимость ошибок импульса от импульса (рис. 3). Из этого рисунка видно, что ошибка импульса порядка 8-15 МэВ/с в интервале импульсов от 160 до 400 МэВ/с. Это дает возможность строить гистограммы с шагом 10 МэВ/с.

На рис. 4 приведен импульсный спектр с плотностью распределения $f(p) \sim \exp(-T/T_0)$, где $T = \sqrt{p^2 - m^2} \cdot m$ — кинетическая энергия, $T_0 = 46,5$ МэВ/с. При построении этого распределения учитывались искажения, вносимые экспериментальным разрешением. Как видно из рисунка, эти искажения не приводят к значительным отклонениям от "гладкой" зависимости.

Импульсные спектры протонов (рис. 1, 2) аппроксимировались распределением с плотностью

$$f(p) = a \cdot \exp(-T/T_0) + \sum_{i=1}^n b_i G(p_i, \sigma_i), \quad (1)$$

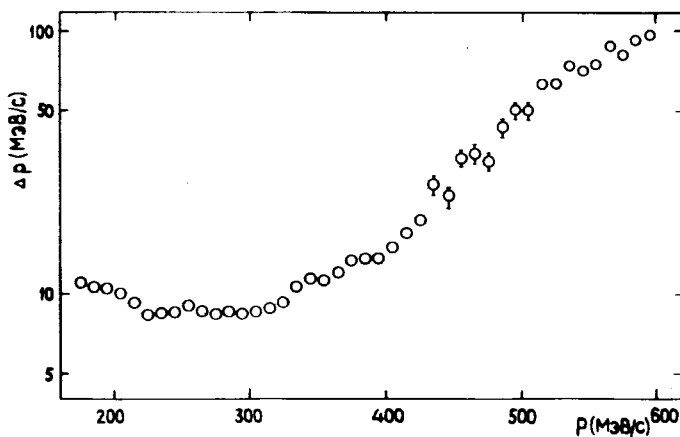


Рис. 3. Зависимость измерительных ошибок от импульса.

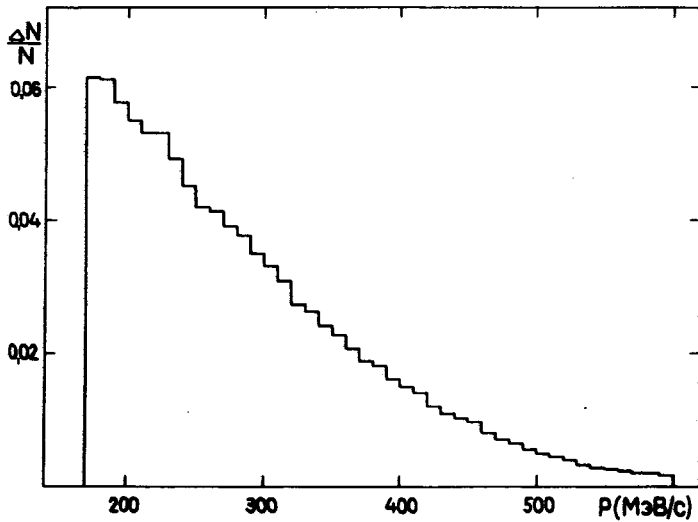


Рис. 4. Смоделированный импульсный спектр.

где $G(p_1, \sigma_1) = 1/\sqrt{2\pi\sigma_1} \exp[-(p - p_1)^2/2\sigma_1^2]$, T — кинетическая энергия протона, a , T_0 , b_1 , p_1 , σ_1 — свободные параметры. $\bar{n} = 4$ и $n = 1$ для спектров на рис. 1, 2 соответственно. Подобранные значения параметров приведены в таблице. Гистограммы от аппроксимирующих функций (1) и от первого члена (фона) в выражении (1) приведены на рис. 1, 2. Значения χ^2 на степень свободы, приведенные в таблице, указывают на хороший выбор аппроксимирующей зависимости (1).

Для проверки предположения, не являются ли вышеописанные особенности прямым отражением дипротонных резонансных состояний $^{6-11}$, был получен спектр эффективных масс двух протонов, входящих в импульсные спектры (рис. 5). Поскольку, как видно из рисунка, нет статистически значимых выбросов в этих спектрах, можно заключить, что сделанное предположение неверно. Однако нерегулярности в импульсных спектрах можно объяснить, предположив наличие в ядрах нейтрон-протонных резонансов $^{3-5}$. Можно посчитать значения масс этих резонансов, если предположить, что они покоятся в лабораторной системе координат. В таблице приведены эти значения и наиболее близкие значения масс динуклонных резонансов, взятые из работ $^{78-11}$. Из этой таблицы видно, что несмотря на сделанные предположения значения масс хорошо согласуются.

В работе 12 на основе подхода с использованием модели кваркового мешка предсказывалось существование в ядерной материи высоколежащих возбуждений со скрытым цветом. Ширины выбросов, приведенные в таблице, близки к оценкам ширины, полученным в этой работе.

	пС				т °С
$\chi^2_{\text{ст.св.}}$	25,6/29				30,2/28
T_0 (МэВ)	46,5 ± 0,6				42,6 ± 2,6
i	1	2	3	4	4
P_1 (МэВ/с)	223,0 ± 0,9	275,7 ± 3,3	307,3 ± 1,3	370,8 ± 1,4	364,4 ± 2,1
σ_1 (МэВ/с)	7,8 ± 1,1	10,4 ± 2,9	7,8 ± 1,5	32,1 ± 1,4	36,0 ± 2,4
$P_{1\phi}$ (МэВ/с)	229,7	257,3	298,1		367,3
M_1 (МэВ/с)	1930,1 ± 0,4	1957,1 ± 1,9	1975,9 ± 0,8	2019,0 ± 1,0	2014,3 ± 1,5
Γ_1 (МэВ/с)	8,5 ± 0,5	13,8 ± 1,7	11,4 ± 1,0	55,4 ± 1,1	61,2 ± 1,9
M_1 (МэВ/с)	1934 ± 1 ^{/6/}	1958 ± 1 ^{/6/}	1980 ± 1 ^{/6/}		2017 ± 1,3 ^{/7/}
из других работ	1926 ± 1,4 ^{/8/}	1964 ± 3,6 ^{/8/}	1961 ± 2 ^{/9/}		2014 ± 10 ^{/10/} 2020 ± 10 ^{/11/}

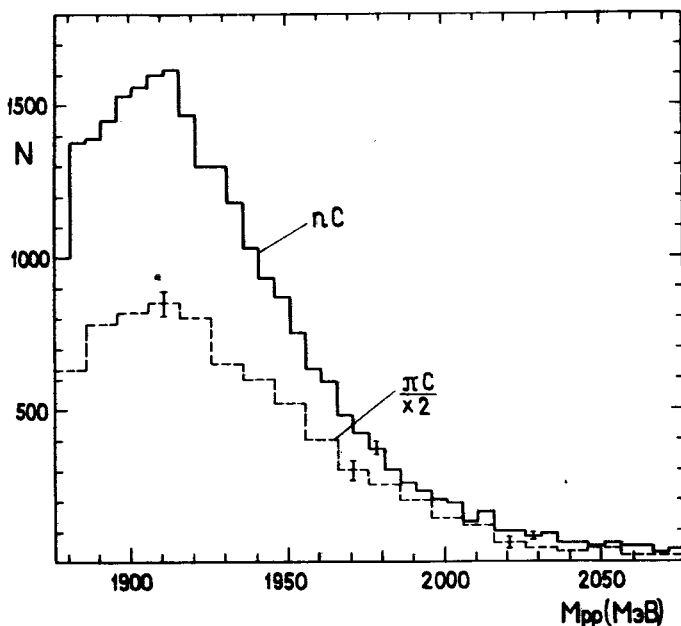


Рис. 5. Спектр эффективных масс двух протонов.

Другим объяснением наблюдаемых нерегулярностей может служить механизм поглощения очень медленных пионов 2-, 3-, 4-, 5-нуклонными системами ("флуктонами" ^{13/}). Предположив, что энергия пиона равномерно распределяется между нуклонами до развала "флуктона", можно получить значения импульсов вылетающих протонов. Эти значения ($p_{i\phi}$) близки к средним значениям импульсов (p_i) (см. таблицу).

Первая особенность в импульсном спектре может быть проявлением "обычного" возбужденного состояния ядра. Эта же особенность может быть интерпретирована как существование в ядре $\Delta(1232)$ изобары, но ее ширина в связанном состоянии получается примерно на порядок меньшей, чем в свободном состоянии.

Таким образом, можно утверждать, что наблюдаются статистически значимые нерегулярности в инклюзивных импульсных спектрах протонов из nC - и π^-C -взаимодействий при импульсе снаряда соответственно 7 и 4 ГэВ/с. Для их объяснения можно привлечь различные предположения, но, чтобы окончательно выяснить их природу, нужны дальнейшие исследования рождения протонов в различных взаимодействиях с ядрами и изучение зависимости формы импульсных спектров от ядра мишени.

Авторы благодарны П.П.Темникову за участие в получении экспериментального материала и полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Байрамов А.А. и др. — ЯФ, 1982, т.35, с.1609.
2. Герзон С.А. и др. Препринт ИТЭФ, 166, М., 1987.
3. Shahbazian В.А. JINR, E1-81-776, Dubna, 1981.
4. Шахбазян Б.А. — В кн.: Микроскопические расчеты легких ядер (Межвузовский тематический сборник). Калининский гос. университет, Калинин, 1982, с.85.
5. Шахбазян Б.А. — В сб.: Всесоюзная конференция по теории нескольких частиц с сильным взаимодействием (тезисы докладов). Ленинград, 1983, с.90.
6. Троян Ю.А. и др. ОИЯИ, Д1-88-329, Дубна, 1988.
7. Азимов С.А. и др. — Письма в ЖЭТФ, 1984, т.40, в.7, с.316; ЯФ, 1985, т.42, в.4, с.913.
8. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, 1-84-103, Дубна, 1984.
9. Байрамов А.А. и др. ОИЯИ, P1-83-207, Дубна, 1983; ЯФ, т.39, в.1, с.44.
10. Glagolev V.V. et al. — Phys. Rev. Lett., 1981, 46, p.96; JINR Rapid Communication No.5-84, 1984, p.13; JINR, E1-83-59, Dubna, 1983; ОИЯИ, P1-83-565, Дубна, 1983.
11. Siemarczuk T. et al. — Phys. Lett., 1983, 128B, p.367; 1984, 137B, p.434.
12. Матвеев В.А. — В кн.: Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. ОИЯИ, Д1,2-12036, Дубна, 1978, с.137.
13. Блохинцев В.А. — ЖЭТФ, 1957, 33, с.1295.

Рукопись поступила 11 июля 1988 года.