

ИЗМЕРЕНИЕ СПЕКТРОВ КУМУЛЯТИВНЫХ НЕЙТРОНОВ И ПРОТОНОВ В ПРОТОН-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

ПРИ ЭНЕРГИИ 1 ГэВ

*В.Н. Батулин, В.В. Вихров, М.М. Макаров, В.В. Нелюбин,
А.А. Набережнов, В.В. Сулимов, Л.Н. Уваров*

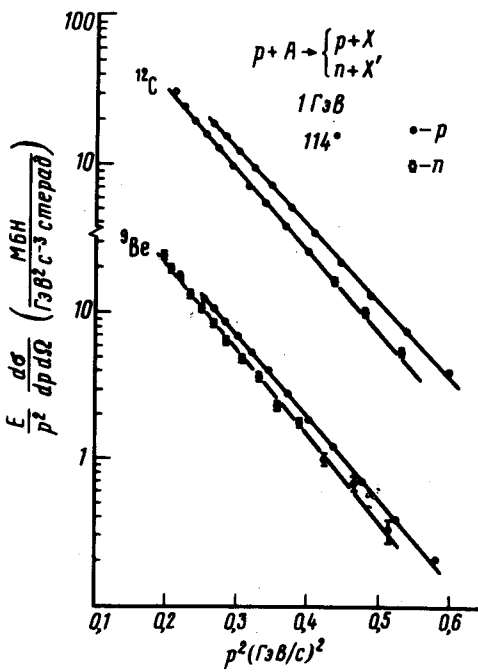
Проведено сравнительное исследование спектров кумулятивных нейтронов и протонов, образующихся под углом 114° на ядрах ${}^9\text{Be}$ и ${}^{12}\text{C}$ под действием протонов с энергией 1 ГэВ. Показано, что параметры наклона инклюзивных спектров нейтронов близки к параметрам наклона протонных спектров.

Глубокоупругие ядерные реакции, приводящие к образованию частиц в кинематической области, недоступной для рассеяния на свободном нуклоне, представляют особый интерес в связи с тем, что для понимания механизма образования кумулятивных частиц, по-видимому, необходимо, введение новых представлений о структуре ядерной материи, таких как высокоимпульсная компонента волновой функции ядра, многонуклонные корреляции, сверхплотные конфигурации и т.д. ¹ Имеется довольно большое количество модельных представлений, в которых обсуждается природа образования кумулятивных частиц, и уже выполнено много экспериментов, где эти частицы исследовались. В большинстве случаев объектом исследования были кумулятивные протоны и π -мезоны. Только в работах ² изучался выход кумулятивных нейтронов в пион-ядерных взаимодействиях при импульсе 3 ГэВ/с. Однако, для проверки существующих моделей крайне интересно было бы изучить характеристики инклюзивных спектров нейтронов и сравнить их с данными по протонам. В данной работе впервые в одинаковых экспериментальных условиях измерены инклюзивные спектры кумулятивных нейтронов и протонов, образующихся при взаимодействии протонов с энергией 1 ГэВ, с ядрами ${}^9\text{Be}$ и ${}^{12}\text{C}$.

Эксперимент был выполнен на синхротронном циклотроне ЛИЯФ. Протоны и нейтроны, вылетающие из мишени под углом 114° , регистрировались сцинтилляционным широкоапертурным нейтронным спектрометром ³. Интенсивность падающего пучка была $2 \cdot 10^{10}$ сек⁻¹. Энергия и сорт регистрируемых частиц определялись по времени пролета на базе 9 метров и энерговыделению в сцинтилляторе спектрометра. Временная привязка осуществлялась к высокой частоте ускорителя. Временное разрешение было $\pm 1,8$ нсек. Угловой захват спектрометра был равен $6,4^\circ$. Плотность мишени из углерода была $3,85$ г/см² и $2,18$ г/см² мишени из бериллия. Для исключения вклада медленных частиц от предыдущих микробанчей (расстояние между микробанчами 75 нсек) в исследуемую часть спектра применялся высокий порог регистрации ~ 60 МэВ. Для измерения фона устанавливалась свинцовая защита между мишенью и спектрометром. Эта защита имела толщину 110 см и перекрывала телесный угол спектрометра. При восстановлении сечений производилось вычитание фона, вводились необходимые поправки на ионизационные потери для протонов и учитывалась эффективность регистрации нейтронов. Эффективность регистрации нейтронов определялась расчетом по программе Стентона ⁴ с учетом изменений, сделанных в работе ⁵. Правильность учета эффективности проверялась восстановлением сечений для трех наборов данных, полученных при разных порогах регистрации. При этом полученные сечения совпали друг с другом в пределах статистических ошибок.

На рисунке приведены инвариантные сечения образования кумулятивных нейтронов и протонов для ядер ${}^9\text{Be}$ и ${}^{12}\text{C}$. Результирующая систематическая погрешность для нейтронных сечений $\pm 16\%$ и $\pm 9,5\%$ для протонных. Точность абсолютной нормировки шкалы сечений $\pm 20\%$. Как видно из рисунка зависимость инвариантных сечений от квадрата импульса является экспоненциальной и аппроксимируется функцией:

$$f(p^2) \equiv \frac{E}{p^2} \frac{d^2 \sigma}{dp d\Omega} = c e^{-B p^2} \quad (1)$$



Инвариантные сечения образования кумулятивных нейтронов и протонов. Сплошные линии проведены по методу наименьших квадратов.

Значения параметров B и C приведены в таблице

	$p + A \rightarrow p + X$		$p + A \rightarrow n + X$	
	C	B	C	B
${}^9\text{Be}$	327 ± 30	$12,9 \pm 0,3$	300 ± 45	$13,46 \pm 0,33$
${}^{12}\text{C}$	440 ± 35	$11,9 \pm 0,3$	396 ± 60	$12,65 \pm 0,30$

Указанные ошибки включают в себя систематические погрешности. Основным результатом работы является близость наклонов (параметр B) инвариантных нейтронных и протонных сечений. Это указывает на то, что мы, видимо, имеем дело не с рассеянной налетающей частицей. Близость наклонов соответствует представлениям спектейторного механизма, предлагаемого в модели малонуклонных корреляций⁶. Отношение выхода нейтронов к выходу протонов в интервале $p^2 = 0,25 \div 0,50$ (ГэВ/с)² равно $0,71 \pm 0,18$ для ядра ${}^{12}\text{C}$ и $0,77 \pm 0,20$ для ядра ${}^9\text{Be}$.

Эти данные являются первыми результатами сравнительного изучения кумулятивных нейтронов и протонов. Дальнейшая программа, которая уже частично реализована, предусматривает изучение угловой и A -зависимости выхода кумулятивных нуклонов.

В заключение авторы благодарят Е.Н.Вольнина, М.И.Стрикмана и Л.Л.Франкфурта за проявленный интерес к работе и стимулирующие обсуждения. Авторы также признательны А.А.Александрову, В.С.Гусельникову и А.Г.Атаманчуку за помощь в проведении измерений.

Литература

1. Балдин А.М. ЭЧАЯ, 1977, 8,429; Лексин Г.А. Proc. XVIII Intern. Conf. on High energy physics (Dubna 1977) 1, А6-3 Ставинский В.С. ЭЧАЯ, 1979, 10, 949; Стрикман М.И., Франкфурт Л.Л. ЭЧАЯ, 1980, 11,571.
2. Баюков Ю.Д. и др. Препринт, М.: ИТЭФ-19, 1979; Баюков Ю.Д. и др. 1982, ЯФ, 1982, 35,960.
3. Батурин В.Н. и др. Препринт ЛИЯФ-594, 1980.
4. Stanton N.A. Ohio State University preprint COO-1545-92.

5. Cecil R.A., Anderson, B.D., Madey R. NIM, 1979, 161, 439.

6. Стрикман М.И., Франкфурт Л.Л. ЯФ, 1979, 29, 490.

Институт ядерной физики
им. Б.П.Константинова
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
13 августа 1982 г.

