

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

P1-84-551

Г.Н.Агакишиев*, А.П.Гаспарян,
Е.Н.Кладницкая, М.И.Соловьев

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ
В МНОГОНУКЛОННЫХ СС-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ
ПРИ 4,2 ГэВ/с на нуклон

Направлено в журнал "Ядерная физика"

* Институт физики АзССР, Баку

1984

1. ВВЕДЕНИЕ

В последние годы общепринятая гипотеза о ядре как системе, состоящей из нуклонов, подвергается серьезным сомнениям. При передачах энергии-импульса, сравнимых с ферми-движением, эта гипотеза справедлива. Однако при передачах, больших 1 ГэВ, по-видимому, начинает проявляться подструктура ядра, связанная с представлением о кварках. Такое явление предсказывалось^{/1/} ранее теоретически, а первые экспериментальные указания получены^{/2/} при исследовании процессов кумулятивного образования частиц во взаимодействиях адронов с ядрами. По-видимому, в ядре с некоторой вероятностью осуществляются короткодействующие корреляции нуклонов, приводящие к многокварковым объединениям. Сейчас указания на проявление кварковых степеней свободы ядра следуют из многих экспериментов^{/3-8/} по глубоко-неупругому взаимодействию лептонов и адронов с ядрами.

В связи с этим важное значение имеет поиск узких дибарионных резонансов, которые могут косвенно проявляться в поведении структурных функций вторичных частиц, рожденных в глубоко-неупругих ядерных взаимодействиях. При относительно большой передаче импульса скоррелированная пара нуклонов может выбиться из ядра и наблюдаться непосредственно в виде особенности в спектре эффективных масс двух нуклонов.

Ядро-ядерные взаимодействия высоких энергий позволяют реализовать многонуклонные столкновения. Изменяя атомные веса сталкивающихся ядер, можно в широком интервале варьировать число участвующих во взаимодействии нуклонов. Появляется новый параметр в ядерной физике высоких энергий. Исследование характеристик процесса множественного рождения частиц в зависимости от числа участвующих во взаимодействии нуклонов является одной из главных задач релятивистской ядерной физики. Наибольший интерес, по-видимому, представляют исследования характеристик вторичных частиц, которые в пространстве поперечных импульсов и быстрот попадают в места, далеко отстоящие от областей фрагментации ядер мишени и снаряда.

2. МЕТОДИКА

Для исследования корреляционных явлений целесообразно использование пузырьковых камер. Ниже приводятся экспериментальные данные по неупругим взаимодействиям ядер, полученные с помощью

Таблица 1

Число событий согласно типам взаимодействий

Тип взаим.	pC	dC	⁴ HeC	CC	CC-центр.
Число	1291	2126	1421	1212	1394

2-метровой пропановой (C_3H_8) камеры ОИЯИ, экспонированной в пучках дейтронов, ядер гелия-4 и углерода -12 при импульсе на нуклон $P_0 = 4,2$ ГэВ/с. Примесь посторонних частиц в пучке для исследуемого материала не превышала 3%. Камера располагалась в магнитном поле со средней индуктивностью $B = 1,5$ Т. Средняя точность в определении импульсов заряженных частиц составляет

$$\frac{\Delta P}{P} \approx 10\%, \text{ а средняя точность в определении углов вылета } -\Delta\theta = 0,5^\circ.$$

К взаимодействиям с углеродом пропана относились случаи, удовлетворяющие специальным критериям^{/22/}, согласно которым отбирались заведомо неупругие соударения ядер с углеродом. Такая процедура приводила к $\approx 25\%$ потере периферических взаимодействий. Исследовались также центральные CC-взаимодействия. К центральным CC-столкновениям относились случаи, удовлетворяющие следующим критериям: а/ отсутствие спектаторных фрагментов пучкового ядра углерода с зарядом $Z_f \geq 2$; б/ число однозарядных пучковых спектаторных фрагментов $n_s \leq 2$; в/ суммарный заряд вторичных частиц $Q > 7$. Спектаторными считались положительно заряженные частицы с импульсом $P_+ \geq 3$ ГэВ/с и углом вылета $\theta \leq 4^\circ$. Центральные CC-столкновения составили около 15% от общего числа неупругих CC-взаимодействий. В табл.1 приведено число используемых для анализа событий согласно типам взаимодействий.

Методика пропановых камер имеет ряд методических ограничений. Такие тяжелые частицы, как протоны, дейтроны и ядра трития из-за малого пробега $l \leq 3$ мм не регистрируются в пропане при импульсах, меньших 150 МэВ/с, 250 МэВ/с и 350 МэВ/с соответственно. Отрицательные пионы с импульсом $P_\pi \leq 70$ МэВ/с теряются, либо ошибочно относятся к протонам. Положительные пионы уверенно идентифицируются по плотности ионизации только при импульсах $P_\pi \leq 600$ МэВ/с.

Экспериментально отобранные взаимодействия дейтронов, ядер гелия и углерода с углеродом мишени удовлетворяли приближенной изотопической симметрии. Поэтому для выделения из положительных частиц протонов и более тяжелых барионов использовалась следующая процедура. В области импульсов $P_+ \leq 0,5$ ГэВ/с протоны уверенно отделялись от π^+ -мезонов по плотности ионизации и пробегу.

Для положительных частиц с импульсами $P_+ > 0,5$ ГэВ/с вводился зависящий от импульса и угла вес (W) , учитывающий вклад π^+ -мезонов. При этом предполагалось, что число π^+ и π^- -мезонов, а также их импульсные и угловые характеристики совпадают. Вклад π^+ -мезонов в полное число положительных частиц с $P_+ > 0,5$ ГэВ/с, оцененный по π^- -мезонам, не превышал 15%. Следует также отметить, что нами наблюдалось около 1% положительно заряженных частиц, по отношению ко всем заряженным барионам, с импульсами $P_+ \geq 1$ ГэВ/с и средним углом вылета $\langle \theta \rangle \approx 35^\circ$, которые имели ионизационные потери заметно больше, чем протоны с импульсом $P_p \geq 1$ ГэВ/с. Такие частицы были отнесены к составным фрагментам без разделения их на ядра дейтерия и трития.

Стандартная методика пропановых пузырьковых камер не позволяет провести разделение однозарядных частиц на протоны и дейтроны при импульсах $P_+ > 1,5$ ГэВ/с. Поэтому наш материал содержит некоторую примесь дейтронов к протонам. В дальнейшем все однозарядные тяжелые частицы будем называть протонами. Некоторые методические и физические результаты анализа экспериментального материала опубликованы ранее ^{/9-22/}.

Для выявления нетривиальных корреляций нами в качестве фона широко использовалась дубненская версия каскадно-испарительной модели ^{/23,24/} /ДКМ/. Модель сводит неупругое ядро-ядерное взаимодействие к последовательности квазисвободных двухчастичных соударений, описываемой релятивистским уравнением Больцмана. Для вторичных пионов учтен канал поглощения двухчастичной коррелированной парой нуклонов. Модель позволяет также описывать эмиссию быстрых составных частиц $d, t, {}^3\text{He}$ и ${}^4\text{He}$ путем учета взаимодействия каскадных частиц в конечном состоянии в рамках модели динамической коалесценции ^{/24/}. Радиусы коалесценции нуклонов в импульсном пространстве P_0 , подобранные первоначально по экспериментальным спектрам частиц во взаимодействиях ядер неона с ураном при $P_0 = 0,4$ ГэВ, оказались не зависящими ни от первичной энергии ядра, ни от атомного веса сталкивающихся ядер. Эти значения P_0 были использованы в данных расчетах. Такой выбор радиусов коалесценции согласуется с оценками ^{/25/}, следующими из квантово-механического описания процесса образования составных частиц в разогретой ядерной материи.

3. ЧИСЛО ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ НУКЛОНОВ

При неупругих взаимодействиях ядер высоких энергий в зависимости от параметра столкновения некоторая часть нуклонов остается спектаторами. Ранее ^{/10-18/} нами определялось среднее число взаимодействующих нуклонов ядер-снарядов d, He и C в столкновениях с танталом на основе экспериментально измеряемого среднего заряда спектаторных фрагментов. Спектаторные фрагменты имеют специфические импульсные и угловые распределения, ширина кото-

Таблица 2
Доля π^- -мезонов по отношению ко всем π^+ и π^- -мезонам с $P_\pi \leq 0,5$ ГэВ/с для взаимодействий $d, {}^4\text{He}, \text{C}$ с ядрами углерода.

Тип взаим.	$d\text{C}$	${}^4\text{HeC}$	CC	CC-центр.
R	$0,45 \pm 0,02$	$0,47 \pm 0,02$	$0,50 \pm 0,02$	$0,48 \pm 0,02$

рых обусловлена ферми-движением внутри ядра. Идентификация спектаторного фрагмента или нуклона не совсем однозначна. Нуклоны ядер могут претерпевать упругое рассеяние и приобретать после этого характеристики, близкие к спектаторным нуклонам. Сравнительно более благоприятные экспериментальные условия возникают для многозарядных спектаторных фрагментов. При энергиях на нуклон $E_0 = 4$ ГэВ многозарядные фрагменты ядра-снаряда $Z_f \geq 2$, заключены в узком угловом интервале относительно пучкового направления, $\theta \leq 20$ мрад, а спектаторные тяжелые фрагменты ядра-мишени имеют в пропановой камере пробег меньше необходимого для регистрации - 2 мм. Однако в любом случае процедура определения спектаторной частицы вследствие различных неопределенностей остается относительно условной.

Тем не менее представляет интерес охарактеризовать неупругое столкновение ядер некоторым средним числом участвующих во взаимодействии нуклонов, исключая при этом спектаторные фрагменты ядер. В данном эксперименте число взаимодействующих нуклонов-участников определялось на основе числа взаимодействующих протонов. При нашей первичной энергии спектаторами ядра-снаряда считались положительно заряженные частицы с импульсом $P_+ \geq 3$ ГэВ/с и углом вылета $\theta \leq 4^\circ$. К спектаторам ядра-мишени относились протоны, дейтроны, ядра трития, гелия с импульсами на нуклон фрагмента $P_f \leq 0,3$ ГэВ/с.

В симметричном случае, когда все изотопические компоненты NN-столкновений представлены равновероятно множественности π^+ и π^- -мезонов, их импульсные и угловые распределения должны совпадать. В табл.2 представлена доля R числа π^- -мезонов по отношению ко всем π^+ и π^- -мезонам с $P_\pi \leq 0,5$ ГэВ/с для взаимодействий d, He, C с ядрами углерода. Видно, что доля π^- -мезонов меньше 0,5. Это связано с процедурой выделения нужных событий, которая подчеркивает случаи с взаимодействием протонов ядра-снаряда. При наших энергиях множественность π^- -мезонов заметно выше в $\pi\pi$ -взаимодействиях по сравнению с pp -столкновениями ^{/26/}. Соударения нейтронов с протонами дают в среднем одинаковое число π^+ и π^- -мезонов.

Таблица 3

Среднее число протонов-участников $\langle n_p \rangle$ и скорректированное среднее число нуклонов-участников $\langle N_{part} \rangle$. Величина $\langle n_p \rangle^{теор.}$ рассчитана согласно модели ДКМ /23,24/.

Тип взаим.	dC	^4HeC	CC	CC-центр
$\langle n_p \rangle$	$2,40 \pm 0,03$	$3,27 \pm 0,05$	$5,11 \pm 0,08$	$8,35 \pm 0,06$
$\langle N_{part} \rangle$	$4,4 \pm 0,1$	$6,2 \pm 0,2$	$10,2 \pm 0,3$	$16,0 \pm 0,5$
$\langle n_p \rangle^{теор.}$	-	-	-	8,7

Зная множественности π^\pm -мезонов и протонов в NN-взаимодействиях и экспериментальный недостаток π^- -мезонов, можно внести соответствующие коррекции в число взаимодействующих нуклонов. В табл.3 приведены экспериментально наблюдаемые среднее число протонов-участников и скорректированное среднее число нуклонов-участников, N_{part} . Для протонов-участников ошибки соответствуют статистическим флуктуациям, а для нуклонов - в ошибках кроме этого учтены некоторые методические неопределенности. Число протонов определялось путем вычитания из полного числа положительно заряженных частиц, без спекторов, π^+ -мезонов.

Вес π^+ -мезонов определялся по величине отношения π^- и π^+ -мезонов в области импульсов $P_\pi \leq 500$ МэВ/с, куда попадает около половины пионов. В число протонов-участников входят также составные частицы, в основном ядра дейтерия и трития. Там же приведена расчетная величина для среднего числа протонов-участников согласно модели ДКМ /23,24/ с учетом экспериментальных ограничений.

Из табл.3 видно, что наш экспериментальный материал позволяет варьировать число участников в интервале $N_{part} = 4-16$. Теоретическое значение для среднего числа протонов-участников в CC-центральных взаимодействиях несколько больше экспериментального. Это отчетливо видно также из сравнения формы экспериментального и теоретического распределений по числу протонов-участников. По-видимому, модель ДКМ слегка завышает число каскадных перерасеяний для вторичных частиц.

4. БОЛЬШИЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ ИМПУЛЬСЫ

Ранее нами отмечалось /21/, что в центральных CC-столкновениях, во взаимодействиях p, d, ^4He , C с ядром тантала при 4,2 ГэВ/с на нуклон наблюдаются π^- -мезоны и протоны с относительно большими поперечными импульсами. Рассмотрим более под-

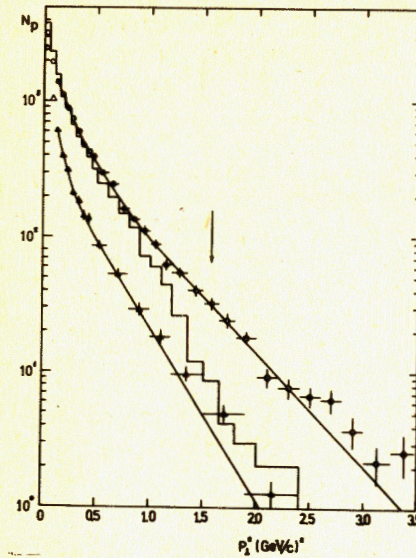


Рис.1. Инклюзивное распределение по квадрату поперечного импульса для протонов, образованных в dC /треугольники/ и CC-центральных /кружки/ столкновениях. Гистограммой показан результат расчета по модели ДКМ для CC-центральных взаимодействий.

Рис.1. Инклюзивное распределение по квадрату поперечного импульса для протонов, образованных в dC /треугольники/ и CC-центральных /кружки/ столкновениях. Гистограммой показан результат расчета по модели ДКМ для CC-центральных взаимодействий.

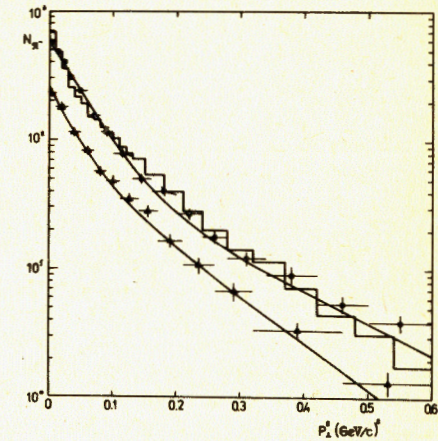


Рис.2. Инклюзивное распределение по квадрату поперечного импульса для π^- -мезонов, образованных в dC /треугольники/ и CC-центральных /кружки/ столкновениях. Гистограммой показан результат расчета по модели ДКМ для CC-центральных взаимодействий.

робно характеристики таких частиц, рожденных во взаимодействиях d, ^4He , C с ядром углерода. На рис.1 и 2 представлены инклюзивные распределения по квадрату поперечного импульса для всех протонов и π^- -мезонов, образованных в dC- и CC-центральных столкновениях. Гистограммами показаны результаты расчета по каскадной модели ДКМ /23,24/ для CC-центральных столкновений. Стрелкой показан кинематический предел для NN-столкновения. Открытые кружки и треугольники соответствуют области фрагментации сталкивающихся ядер, где имеется потеря протонов с $P_p \leq 150$ МэВ/с. Сплошной линией показан результат аппроксимации в виде суммы двух экспонент

$$N(P_\perp^2) = A e^{-aP_\perp^2} + B e^{-bP_\perp^2} \quad /1/$$

в области $P_\perp^2 \geq 0,1$ /ГэВ/с². Из данных рис.1 видно, что для протонов, начиная с $P_\perp^2 \geq 1$ /ГэВ/с², наблюдаются существенные расхождения с каскадной моделью. Распределения для π^- -мезонов

Таблица 4
 Величины параметров наклона экспонент /ГэВ/с/⁻² для распределений по квадрату поперечного импульса протонов и π⁻-мезонов в dC, ⁴HeC, CC и CC-центральных взаимодействиях

Тип частицы	Протоны		π ⁻ -мезоны	
	а	б	а	б
dC	12,7±2,0	2,9±0,1	27,5±4,3	8,2±0,9
⁴ HeC	7,5±0,8	2,0±0,1	23,5±3,9	7,7±1,2
CC	7,0±0,6	2,0±0,1	24,9±1,9	6,1±0,9
CC-центр.	5,6±0,5	1,9±0,1	21,8±1,3	5,6±0,7

/рис.2/ качественно воспроизводятся моделью ДКМ. Расчетная гистограмма для протонов нормирована на экспериментальные данные в области $P_{\perp}^2 \geq 0,1$ /ГэВ/с/², а для π⁻-мезонов - на их полное число.

В табл.4 приведены результаты аппроксимации распределений по величине P_{\perp}^2 для протонов и π⁻-мезонов в виде /1/ для dC-, ⁴HeC-, CC- и CC-центральных взаимодействий. Видно, что распределения для протонов с увеличением числа взаимодействующих нуклонов становятся более пологими. Аналогичная тенденция наблюдается и для π⁻-мезонов. Ранее /21/ нами приводились результаты аппроксимации распределения по квадрату поперечного импульса протонов для CC-центральных столкновений в виде суммы трех экспонент. Величины первых двух наклонов а, б получались несколько большими приведенных в табл.4. В данном случае нами проводится сравнительный анализ результатов по наиболее статистически обеспеченным частям спектров по величине P_{\perp}^2 . Для π⁻-мезонов параметры а и б определялись в интервале $P_{\perp}^2 \leq 0,6$ /ГэВ/с/², а для протонов - $3,5 \geq P_{\perp}^2 \geq 0,1$ /ГэВ/с/².

В эксперименте при различных ядро-ядерных взаимодействиях наблюдаются π⁻-мезоны за кинематическим пределом NN-столкновения. Ранее /21/ нами исследовался процесс множественного образования π⁻-мезонов во взаимодействиях d, ⁴He, C с ядром тантала при 4,2 ГэВ/с на нуклон. Внутри камеры были размещены три танталовых пластинки толщиной по 1 мм. Для увеличения статистики таких случаев спектры π⁻-мезонов по P_{\perp}^2 во взаимодействиях d, ⁴He, C с ядрами углерода и тантала были сложены вместе. Суммарное

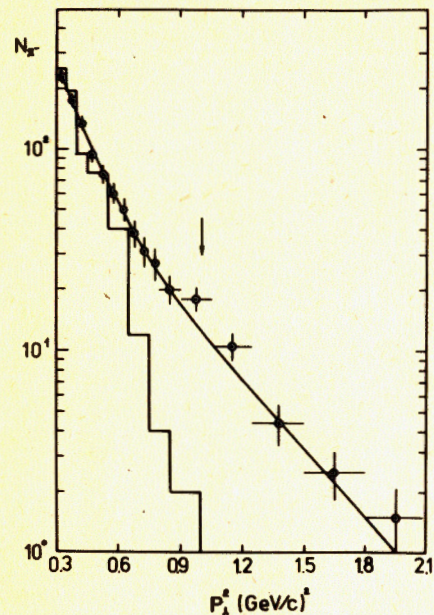
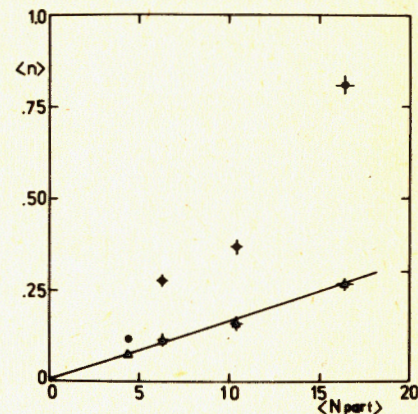


Рис.4. Зависимость среднего числа протонов с $P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с /кружки/ и π⁻-мезонов с $P_{\perp} \geq 0,5$ ГэВ/с /треугольники/ от среднего числа нуклонов-участников в dC, ⁴HeC, CC и CC-центральных взаимодействиях.

Рис.3. Инклюзивный суммарный спектр π⁻-мезонов по квадрату поперечного импульса π⁻-мезонов для взаимодействий d, ⁴He и C с ядрами углерода и тантала. Гистограммой показан результат расчета по модели ДКМ.



число π⁻-мезонов составило ≈16 тыс. На рис.3 показан суммарный спектр π⁻-мезонов с $P_{\perp}^2 \geq 0,3$ /ГэВ/с/². Гистограммой представлена сумма теоретических расчетов по модели ДКМ для CC-центральных и CТа-взаимодействий. Гистограмма отнормирована на число π⁻-мезонов в интервале $0,3 \leq P_{\perp}^2 \leq 0,5$ /ГэВ/с/². Стрелкой показан кинематический предел для NN-взаимодействия. Сплошной линией представлен результат аппроксимации в виде суммы двух экспонент /1/. Параметры наклонов оказались равными: $a = 7,14 \pm 1,53$ /ГэВ/с/⁻², $b = 12,45 \pm 0,56$ /ГэВ/с/⁻². Из рис.3 видно, что модель ДКМ не описывает поведения распределения по P_{\perp}^2 в области $P_{\perp}^2 \geq 0,5$ /ГэВ/с/².

Проведем более детальное исследование корреляционных характеристик взаимодействий с образованием протонов и π⁻-мезонов с относительно большими P_{\perp} . На рис.4 и табл.5 представлена зависимость среднего числа протонов с $P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с /кружки/ и π⁻-мезонов с $P_{\perp} \geq 0,5$ ГэВ/с /треугольники/ от среднего числа нуклонов-участников в dC, ⁴HeC, CC- и CC-центральных взаимодействиях. Линия проведена через экспериментальные точки для π⁻-мезонов.

Таблица 5

Среднее число протонов с $P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с и π^- -мезонов с $P_{\perp} \geq 0,5$ ГэВ/с, средние поперечные импульсы для всех протонов-участников и π^- -мезонов в dC, ${}^4\text{HeC}$, ССи СС-центральных взаимодействиях.

Тип взаим.	dC	${}^4\text{HeC}$	СС	СС-центр.
$\langle n \rangle, \langle P_{\perp} \rangle$				
$\langle n_p \rangle$	$0,12 \pm 0,01$	$0,28 \pm 0,02$	$0,37 \pm 0,02$	$0,76 \pm 0,03$
$P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с				
$\langle n_{\pi^-} \rangle$	$0,075 \pm 0,006$	$0,114 \pm 0,009$	$0,160 \pm 0,011$	$0,265 \pm 0,014$
$P_{\perp} \geq 0,5$ ГэВ/с				
$\langle P_{\perp p} \rangle$ (ГэВ/с)	$0,463 \pm 0,004$	$0,518 \pm 0,005$	$0,504 \pm 0,004$	$0,538 \pm 0,005$
$\langle P_{\perp \pi} \rangle$ (ГэВ/с)	$0,266 \pm 0,005$	$0,274 \pm 0,005$	$0,256 \pm 0,004$	$0,261 \pm 0,003$

Видно, что среднее число π^- -мезонов с $P_{\perp} \geq 0,5$ ГэВ/с растет прямо пропорционально числу нуклонов-участников. Для среднего числа протонов с $P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с наблюдается значительно более резкая зависимость. Кроме того, есть указание на структуру в поведении этой зависимости. Среднее число $\langle n_p \rangle$ резко увеличивается при переходе от dC-взаимодействий к ${}^4\text{HeC}$ -столкновениям. Затем увеличение замедляется для неупругих СС-взаимодействий и вновь резко возрастает при СС-центральных взаимодействиях. Возможно, что аналогичная картина проявляется и для π^- -мезонов, но в более слабой форме. Средний поперечный импульс протонов $\langle P_{\perp p} \rangle$ также имеет тенденцию к нерегулярному возрастанию. Для СС-центральных столкновений $\langle P_{\perp p} \rangle$, согласно модели ДКМ, оказывается существенно меньшим $\langle P_{\perp p} \rangle = 0,475$ ГэВ/с /см. табл.5/.

Возможно, что здесь проявляется ядерная микроструктура типа короткодействующих корреляций нуклонов. Взаимодействия дейтронов с углеродом из-за слабой связи нейтрона и протона в дейтроне можно представить в виде хорошего приближения к нуклон-углеродным взаимодействиям. Во взаимодействиях ${}^4\text{He}$ с углеродом, из-за существенно большей энергии связи, начинают проявляться нуклонные корреляции. При переходе к углеродному пучку, из-за того, что ядро углерода имеет ярко выраженную α -частичную структуру, происходит замедление роста среднего числа протонов с

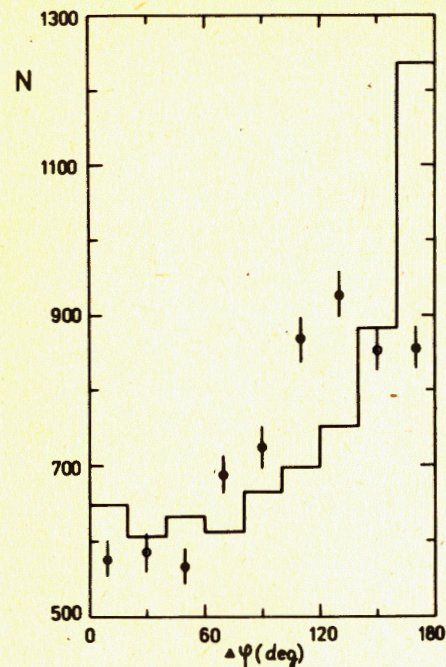


Рис.5. Разности азимутальных углов $\Delta\phi$ между протонами с $P_{\perp} \geq 0,7$ ГэВ/с для СС-центральных столкновений. Гистограммой показан результат расчета по модели ДКМ.

$P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с. В СС-центральных взаимодействиях вследствие малого прицельного параметра столкновения ядер, большого числа нуклонов-участников происходит комбинаторное увеличение выхода протонов.

Не исключена и другая трактовка этого явления. Частицы с $P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с, в основном, состоят из прямых дейтронов. Тогда также возможно наблюдаемое поведение зависимости среднего числа частиц с большими поперечными импульсами от числа нуклонов-участников. В дальнейшем

планируется экспериментально определить состав частиц с $P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с по характеристикам их вторичных взаимодействий. Следует отметить, что обе трактовки идеологически близки и связаны с нуклонными корреляциями в ядрах.

Рассмотрим корреляции протонов с большими поперечными импульсами в азимутальной плоскости, перпендикулярной пучковому направлению. На рис.5 представлены разности азимутальных углов $\Delta\phi$ между протонами с $P_{\perp} \geq 0,7$ ГэВ/с в СС-центральных взаимодействиях. Гистограммой показан результат расчета по модели ДКМ. Видно существенное различие в поведении распределений по величине $\Delta\phi$ для экспериментальных и теоретических событий. В модели отчетливо наблюдается кинематическая компенсация вблизи углов к 180° . В экспериментальном распределении относительно теоретического наблюдается существенный избыток в области разностей азимутальных углов, близкой к 120° . Это можно понять, если в экспериментальных событиях кинематическая компенсация протона с большим поперечным импульсом в заметной доле событий происходит за счет двух протонов. Другими словами, в эксперименте, по-видимому, довольно часто происходит процесс выбивания протона пары протонов, который выглядит в азимутальной плоскости в виде тройки скоррелированных частиц.

Здесь мы вплотную подходим к возможному наблюдению в столкновениях ядер короткодействующих нуклонных корреляций. На рис.6 представлен спектр эффективных масс двух протонов с $P_{\perp} \geq 0,5$ ГэВ/с

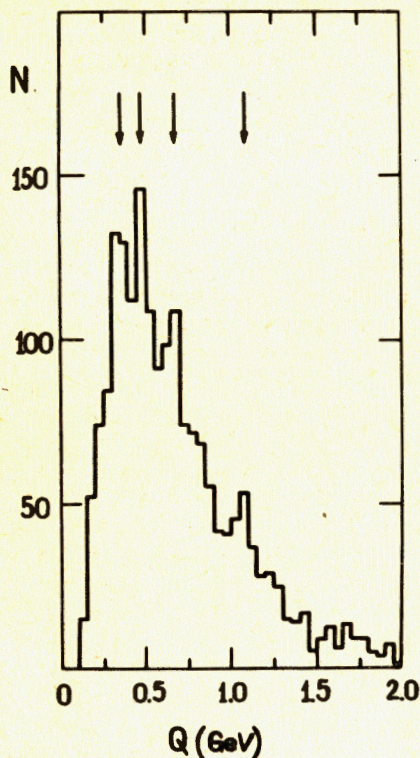


Рис.6. Спектр эффективных масс двух протонов с $P_{\perp} \geq 0,5$ ГэВ/с и азимутальным углом разлета $\phi = /120+60/^\circ$ для СС-центральных событий, где число таких протонов $n_p = 3$ и 4. Величина $Q = M_{pp} - 2m_p$.

и азимутальным углом $\phi = /120+60/^\circ$ для СС-центральных событий, где число таких протонов $n_p = 3$ и 4. Величина $Q = M_{pp} - 2m_p$. Экспериментальное разрешение в области эффективных масс $M_{pp} \approx 2,3$ ГэВ оказывалось равным ≈ 50 МэВ. Шаг по величине Q выбран равным 50 МэВ. Фоновое распределение, рассчитанное по модели ДКМ с учетом экспериментальных ограничений, имеет гладкую форму без каких-либо особенностей. Стрелками показаны предполагаемые особенности в спектре эффективных масс в области 2,22; 2,35; 2,55 и 2,93 ГэВ, которые рассматриваются нами как указание на резонансную структуру.

Малая статистика событий не позволяет сделать однозначный вывод об их существовании. Однако совокупность данных говорит об интересных явлениях в ядро-ядерных взаимодействиях при образовании частиц с большими поперечными импульсами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ экспериментального материала по взаимодействиям легких релятивистских ядер с ядрами углерода. Получено указание на существование узких дипротонных резонансов. Не исключено, что многонуклонные ядро-ядерные взаимодействия при высоких энергиях предоставят уникальную возможность для поиска мультикварковых состояний. Обнаружено странное поведение среднего числа протонов с поперечными импульсами $P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с от числа нуклонов-участников, которое указывает, по-видимому, на проявление короткодействующих парных нуклон-нуклонных корреляций.

Авторы выражают свою глубокую благодарность техническому персоналу 2-метровой пропановой камеры и лаборантам сотрудни-

чества за помощь в получении и обработке экспериментального материала, участникам сотрудничества по обработке снимков с 2-метровой пропановой камеры - за ряд полезных замечаний и обсуждений.

Авторы также признательны В.Г.Гришину, Л.А.Диденко, А.А.Кузнецову за поддержку в работе и полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балдин А.М. ОИЯИ, Р7-5808, Дубна, 1971; Краткие сообщения по физике, 1971, 1, с. 35; Progress in Particle and Nuclear Physics, 1980, 4, p. 95.
2. Балдин А.М. и др. ОИЯИ, Р1-5819, Дубна, 1971; Ставинский В.С. ЭЧАЯ, 1979, 10, с. 949; Baldin A.M. et al. JINR, E1-82-472, Dubna, 1982.
3. Cronin J.W. et al. Phys.Rev.D, 1975, 11, p. 3105.
4. Kluber L. et al. Phys.Rev.Lett., 1977, 38, p. 670.
5. Antreasyan D. et al. Phys.Rev.D, 1979, 19, p. 764.
6. Савин И.А. Материалы VI международного семинара по проблемам физики высоких энергий. ОИЯИ, Д1,2-81-728, Дубна, 1981, с. 223.
7. Aubert J.J. et al. CERN-EP/83-14; Phys.Lett., 1983, 123B, p. 275.
8. Bodek A. et al. Preprint UR 41/C00-3065-348, SLAC-PUB-3041, 1983.
9. Ахабабян Н. и др. ОИЯИ, 1-12114, Дубна, 1979; Ангелов Н. и др. ОИЯИ, 1-12424, Дубна, 1979; Гаспарян А.П. и др. ОИЯИ, 1-80-778, Дубна, 1980.
10. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1978, 28, с. 1304.
11. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1978, 27, с. 1020.
12. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1979, 30, с. 1590.
13. Angelov N. et al. Z.Phys.C, 1980, 5, p. 1; Bartke J. Nucl.Phys.A, 1980, 355, p. 481.
14. Баатар Ц. и др. ЯФ, 1980, 32, с. 1372.
15. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1981, 33, с. 1046.
16. Гаспарян А.П. и др. ЯФ, 1981, 34, с. 1328.
17. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1980, 31, с. 411.
18. Агакишиев Г.Н. и др. ЯФ, 1981, 34, с. 1517.
19. Ангелов Н. и др. ЯФ, 1980, 32, с. 1582.
20. Баатар Ц. и др. ЯФ, 1982, 36, с. 431.
21. Agakishiev N.N. et al. Z.Phys.C, 1982, 12, p. 283; 1983, 16, p. 307.
22. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, Р1-84-35, Дубна, 1984; ОИЯИ, Р1-83-662, Дубна, 1983.
23. Гудима К.К., Тонеев В.Д. ЯФ, 1978, 27, с. 658.
24. Toneev V.D., Gudima K.K. Nucl.Phys., 1983, A400, p.173.

25. Schulz H. et al. Phys.Lett., 1983, B124, p. 458.
26. Flamino V. et al. Compilation of Cross-Sections pp and $\bar{p}p$
Induced Reactions, CERN-HERA, 79-03, 1979; Ивановская И.А.,
Прокопиева С.А. ОИЯИ, P1-83-96, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
27 июля 1984 года.

Агакишиев Г.Н. и др. P1-84-551
Корреляционные явления в многонуклонных CC -взаимодействиях
при 4,2 ГэВ/с на нуклон

Методикой 2-метровой пропановой камеры проведено экспериментальное исследование неупругих столкновений легких релятивистских ядер $d, {}^4\text{He}$ и C с ядрами углерода. Получено указание на образование узких дипротонных резонансов в многонуклонных CC -взаимодействиях. Проведено исследование зависимости среднего числа протонов с поперечными импульсами $P_{\perp} \geq 1$ ГэВ/с от числа нуклонов-участников. Результаты указывают на существование короткодействующих парных нуклон-нуклонных корреляций.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод Л.Н. Барабаш

Agakishiev H.N. et al. P1-84-551
Correlation Phenomena in Multinucleon CC -Interaction
at 4.2 GeV/c per Nucleon

An experimental study of inelastic collisions between light relativistic $d, {}^4\text{He}$ and C nuclei and carbon nuclei has been performed using a 2m propane bubble chamber. An evidence for the production of narrow diproton resonances in multinucleon CC interactions has been obtained. The dependence of the average number of protons with $P_{\perp} \geq 1$ GeV/c on the number of participants-nucleons has been investigated. The results indicate the existence of short-lived pair nucleon-nucleon correlations.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984