

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

В 313

P1-88-858

С.Бацкович¹, В.Болдеа², В.Г.Гришин, С.Дица²,
И.А.Ивановская, Е.Н.Кладницкая, Р.Р.Мехтиев³,
Л.Симич⁴, М.И.Соловьев

**КОРРЕЛЯЦИИ ПО МНОЖЕСТВЕННОСТИ
МЕЖДУ ОТРИЦАТЕЛЬНЫМИ ПИОНАМИ
И ПРОТОНАМИ-УЧАСТНИКАМИ
В СТА-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ ПРИ ИМПУЛЬСЕ
4,2 ГэВ/с на нуклон**

Направлено в журнал
"Ядерная физика"

¹ Институт физики и математики, Титоград

² Институт физики и ядерной инженерии, Бухарест

³ Институт физики АН АзССР, Баку

⁴ Институт физики, Белград

1988

1. ВВЕДЕНИЕ

Реакции между ядрами при энергиях больше 1 ГэВ на нуклон приводят к образованию значительного числа π^- -мезонов, которые несут важную информацию о механизме реакции. Инклюзивные спектры пионов были изучены как экспериментально, так и теоретически для различных комбинаций сталкивающихся ядер. Они неплохо воспроизводятся рядом моделей, основанных на различных физических предположениях. Изучение корреляций дает возможность глубже понять динамику взаимодействий. Из данных по двухпионным корреляциям была получена ценная информация относительно размеров и времени жизни источников эмиссии пионов.

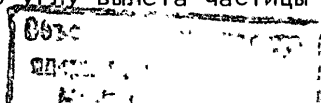
В настоящей работе, в основном, анализируется корреляция между средней множественностью π^- -мезонов и числом протонов - участников в Ст-взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон ядра-снаряда.

В предыдущей работе^{/1/}, посвященной сравнительному анализу критериев отбора центральных ядро-ядерных столкновений для несимметричных по массам систем снаряда и мишени, на основе дубненского варианта модели внутриядерного каскада^{/2/} показано, что число протонов - участников дает важную информацию о геометрических параметрах столкновения. Используя эту информацию, мы получили возможность исследовать зависимость от параметра удара средней множественности π^- -мезонов, образованных в Ст-взаимодействиях.

2. ЭКСПЕРИМЕНТ

Экспериментальные данные были получены на двухметровой пропановой камере ОИЯИ, содержащей три танталовые пластинки толщиной 1 мм внутри рабочего объема. Камера была облучена ядрами углерода с импульсом 4,2 ГэВ/с на нуклон, что соответствует кинетической энергии 3,36 ГэВ на нуклон. Подробное описание эксперимента приведено в работах^{/3,4/}.

Было зарегистрировано около 1230 взаимодействий, вызванных ядрами углерода в танталовой мишени. Из-за поглощения в танталовых пластинках средний минимальный импульс регистрируемых π^- -мезонов $P_{\pi^-}^{\min} = 80$ МэВ/с, а протонов - $P_p^{\min} = 240$ МэВ/с. Усреднение проводилось по углу вылета частицы из пластинки.



Число протонов в конечном состоянии N_p , принимавших участие во взаимодействии, определялось из соотношения

$$N_p = n_{\pm} - n_{\pi^-} - n_{\pi^+} - n_p^F - n_T^F \quad /1/$$

где n_{\pm} - число заряженных частиц в событии, n_{π^-} (n_{π^+}) - число π^- (π^+)-мезонов, n_p^F (n_T^F) - число спектаторных фрагментов ядра-снаряда /мишени/. В n_p^F входят фрагменты с $R/Z > 3$ ГэВ/с и углом вылета $\theta_{\text{лаб}} < 4^\circ$. Спектаторы ядра-снаряда были разделены по заряду на две группы: однозарядные n_p^s и многозарядные ($Z \geq 2$) - n_p^f , так что $n_p^F = n_p^s + n_p^f$.

Относительно спектаторных фрагментов ядра-мишени можно сказать, что они в большинстве своем поглощаются в танталовой пластинке /протоны с $R_{\text{лаб}} < 240$ МэВ/с/. Фрагменты с $R_{\text{лаб}} > 240$ МэВ/с вошли в число N_p , эта примесь не превышает 7% от N_p . Повысить верхнюю границу для фрагментов - спектаторов ядра-мишени в нашем случае невозможно, так как протоны с импульсом меньше 700 МэВ/с в использованном ансамбле событий не измерялись. Далее N_p будет именоваться числом протонов - участников взаимодействия.

Положительные пионы уверенно идентифицируются по ионизации только до импульса $P_{\pi^+} \approx 500$ МэВ/с. Для заряженных пионов с импульсом менее 500 МэВ/с значение отношения $\langle n_{\pi^+} \rangle / \langle n_{\pi^-} \rangle$ равно 0,82. Принимая во внимание тот факт, что каскадная модель^{/2/} дает практически такое же значение этого отношения для заряженных пионов с импульсом как меньше, так и больше 500 МэВ/с, полное число заряженных пионов, образованных во взаимодействии, мы определили путем умножения числа отрицательных пионов на фактор $K = 1,82$ ^{/1/}. Итак, N_p определялось из соотношения

$$N_p = n_{\pm} - 1,82 n_{\pi^-} - n_p^F \quad /2/$$

Рис. 1 представляет экспериментальное распределение событий по числу протонов - участников. Отчетливо видна группа событий / ~50% / с малым /до 12/ числом N_p . Используя события, генерированные по каскадной модели^{/2/}, мы обнаружили сильную корреляцию между числом протонов - участников и параметром удара "b" /рис. 2/. Среднее число протонов - участников резко возрастает с уменьшением параметра удара сталкивающихся ядер.

Для отбора центральных столкновений, характеризующихся полным перекрытием объема ядра углерода с ядром тантала ($b < (R_{Ta} - R_C)$), из каскадной модели^{/2/} вытекает следующее условие^{/1/}:

$$N_p > 2 \langle N_p \rangle^{in}, \quad /3/$$

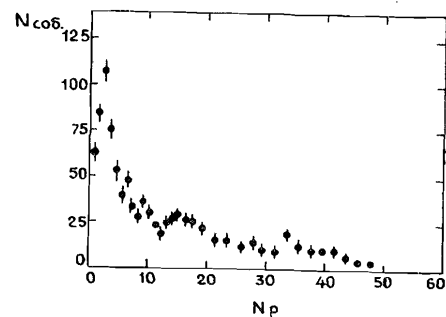


Рис. 1. Распределение по числу протонов - участников N_p для СТА-взаимодействий при 4,2 ГэВ/с на нуклон.

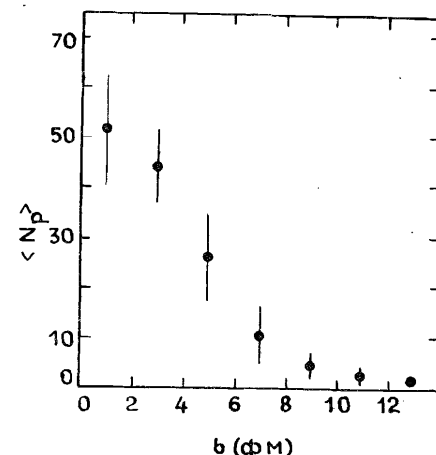


Рис. 2. Зависимость среднего числа протонов - участников от параметра удара "b" для моделированных по ДКМ СТА-событий при 4,2 ГэВ/с на неупругих СТА-взаимодействиях. нуклон.

где $\langle N_p \rangle^{in}$ - средняя множественность протонов - участников в неупругих СТА-взаимодействиях. нуклон.

3. ЗАВИСИМОСТЬ СРЕДНЕЙ МНОЖЕСТВЕННОСТИ π^- -МЕЗОНОВ ОТ ЧИСЛА ПРОТОНОВ - УЧАСТНИКОВ

На рис. 3 показана зависимость средней множественности π^- -мезонов от числа протонов - участников. В области нецентральных соударений ($N_p < 2 \langle N_p \rangle^{in} \approx 27$) виден линейный рост $\langle n_{\pi^-} \rangle$ с увеличением N_p , тогда как в центральной области значение $\langle n_{\pi^-} \rangle$ почти постоянно. Аналогичный результат был получен в^{/5/} при анализе зависимости $\langle n_{\pi^-} \rangle$ от N_p в dC- и α C-взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон. Таким образом, ха-

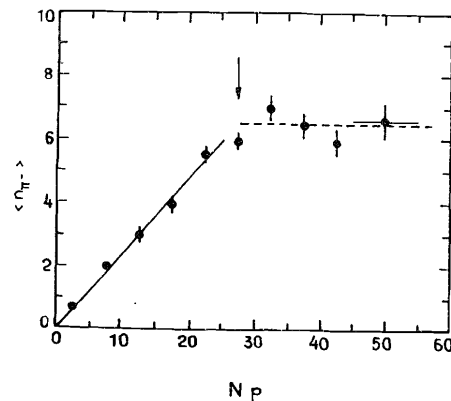


Рис. 3. Зависимость средней множественности π^- -мезонов $\langle n_{\pi^-} \rangle$ от числа протонов - участников. Стрелка указывает начало центральной области $N_p = \langle N_p \rangle^{in}$.

Средние множественности частиц
в неупругих и центральных Ст-взаимодействиях
при 4,2 ГэВ/с на нуклон

Реакция	σ (мб)	$\langle n_{\pm} \rangle$	$\langle n_{\pi^{-}} \rangle^{*}$	$\langle N_p \rangle^{*}$	$\langle n_p^s \rangle$	$\langle n_p^f \rangle$
Неупругие						
Ст-взаимодействия	3445 ± 140	$20,8 \pm 0,5$	$2,98 \pm 0,08$	$13,8 \pm 0,4$	$0,95 \pm 0,3$	$0,60 \pm 0,02$
Центральные						
Ст-взаимодействия	586 ± 42	$48,1 \pm 0,5$	$6,60 \pm 0,21$	$35,9 \pm 0,4$	$0,12 \pm 0,3$	$0,02 \pm 0,01$

* Без учета поправок на потери, с учетом $\langle n_{\pi^{-}} \rangle = 3,4 \pm 0,2^{/19/}$, $\langle N_p \rangle = 15,2 \pm 0,6^{/20/}$.

раक्टर корреляции между средней множественностью π^{-} -мезонов и числом протонов - участников для асимметричной по массам системы снаряда и мишени сильно зависит от области изменения параметра удара сталкивающихся ядер. Данные по средней множественности вторичных частиц для неупругих и центральных Ст-взаимодействий представлены в табл. 1.

При соударении ядер равной массы ($Ag + KCl$) при энергии от 0,57 до 1,8 ГэВ/нуклон^{/6/}, $La + La$ при $0,53 \div 1,35$ ГэВ/нуклон^{/7/} и $C+C$ при 3,36 ГэВ/нукл.^{/5/}) линейный рост $\langle n_{\pi^{-}} \rangle$ с увеличением N_p наблюдается во всем интервале изменения N_p , от 0 до $N_p^{max} = Z_p + Z_T / Z_p$ и Z_T - заряды налетающего ядра и мишени соответственно/.

Аппроксимация зависимости $\langle n_{\pi^{-}} \rangle$ от N_p для нецентральных Ст-столкновений линейной функцией

$$\langle n_{\pi^{-}} \rangle = a + k N_p \quad /4/$$

дает следующие значения параметров:

$$a = 0,06 \pm 0,05; \quad k = 0,23 \pm 0,01 \quad c$$

$$\chi^2 / \text{ст. св.} = 1,2. \quad /5/$$

Зависимость, представленная на рис. 3, выявляет важную роль в наблюдаемой корреляции нуклонов - участников из ядра-снаряда. Поэтому интересно проследить связь между числом нуклонов - участников из ядра-снаряда ν и N_p .

Среднее число нуклонов - участников из ядра-снаряда $\langle \nu \rangle$ для ядра с равным числом протонов и нейтронов равно

$$\langle \nu \rangle = 2 \langle \nu_p \rangle, \quad /6/$$

где $\langle \nu_p \rangle$ - среднее число протонов - участников из ядра-снаряда, полученное из соотношения

$$\langle \nu_p \rangle = Z_p - \langle Q_p^F \rangle. \quad /7/$$

Здесь Q_p^F - среднее значение суммарного заряда, уносимого стриппинговыми фрагментами. Для вычисления $\langle Q_p^F \rangle$ необходимо определение заряда всех стриппинговых фрагментов:

$$\langle Q_p^F \rangle = \langle n_p^s \rangle + \sum_{i=2}^6 Z_i \cdot \langle n_p^f \rangle_i = \langle n_p^s \rangle + \langle q_p^f \rangle \cdot \langle n_p^f \rangle, \quad /8/$$

где $\langle n_p^f \rangle_i$ ($\langle n_p^f \rangle$) - средняя множественность стриппинговых фрагментов с зарядом Z_i ($Z \geq 2$), а $\langle q_p^f \rangle$ - средний заряд фрагментов

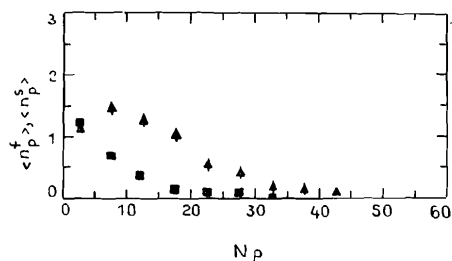


Рис. 4. Средняя множественность $\langle n_p^f \rangle$ стриппинговых фрагментов с $Z \geq 2$ (■) и средняя множественность $\langle n_p^s \rangle$ однозарядных стриппинговых фрагментов (▲) из ядра углерода как функции числа протонов - участников N_p .

с $Z \geq 2$. Зависимость среднего числа нуклонов - участников из ядра-снаряда от числа протонов - участников из обоих ядер, используя соотношения /6/, /7/ и /8/, можно представить в виде

$$\langle \nu(N_p) \rangle = 2[Z_p - \langle n_p^s(N_p) \rangle - \langle q_p^f \rangle \cdot \langle n_p^f(N_p) \rangle]. \quad /9/$$

Зависимости $\langle n_p^s \rangle$ и $\langle n_p^f \rangle$ от N_p показаны на рис. 4. Видно, что среднее число стриппинговых фрагментов в событии и число протонов - участников сильно коррелированы между собой. С увеличением N_p , то есть с уменьшением параметра удара сталкивающихся ядер, средние множественности и однозарядных $\langle n_p^s \rangle$, и многозарядных фрагментов уменьшаются, отражая увеличение вероятности взаимодействия нуклонов ядра углерода с ядром тантала. Отметим, что в событиях с $N_p > 25$ фрагменты с $Z \geq 2$ практически отсутствуют. Значения $\langle n_p^s \rangle$ и $\langle n_p^f \rangle$ для всех неупругих, а также для центральных СтА-взаимодействий даны в табл. 1.

Определению заряда многозарядных фрагментов в СтА-взаимодействиях была посвящена работа /8/, в которой заряд фрагмента определялся по плотности δ -электронов на следе и характеру вторичных взаимодействий, вызванных этими фрагментами. Выходы разных фрагментов ядра углерода при взаимодействии его с ядром тантала приведены в /9/. По этим данным средний заряд фрагментов с $Z \geq 2$ $\langle q_p^f \rangle = 2,9 \pm 0,2$, а средний заряд, уносимый всеми стриппинговыми фрагментами, $\langle Q_p^f \rangle = 2,7 \pm 0,2$.

Из соотношения /7/ получаем значение $\langle \nu_p \rangle = 3,3 \pm 0,2$ для неупругих СтА-взаимодействий. Оно близко к величине $\langle \nu_p \rangle = 3,04$, которая получается из модели Глаубера /10/ по формуле

$$\langle \nu_p \rangle = Z_p A_T^{2/3} / (A_p^{1/3} + A_T^{1/3})^2. \quad /10/$$

Здесь A_p и A_T - число нуклонов соответственно в ядре-снаряде и ядре-мишени. Во избежание экспериментальных погрешностей в определении $\langle q_p^f \rangle$ в дальнейшем анализе использовались значения $\langle q_p^f \rangle = 3,33 \pm 0,12$, найденное из соотношения /см./7/ и /8/

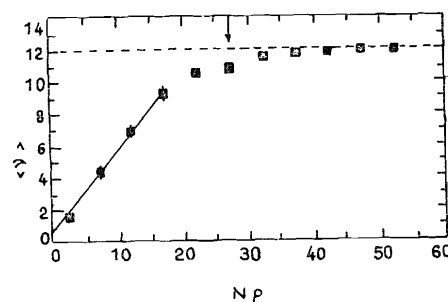


Рис. 5. Зависимость среднего числа нуклонов - участников из ядра-снаряда $\langle \nu \rangle$ от полного числа протонов - участников N_p .

$$\langle q_p^f \rangle = (Z_p - \langle \nu_p \rangle - \langle n_p^s \rangle) / \langle n_p^f \rangle \quad /11/$$

с $\langle \nu_p \rangle$, вычисленным на основе /10/.

В предположении, что $\langle q_p^f \rangle$ не зависит от N_p , зависимость $\langle \nu \rangle$ от N_p /9/ имеет вид, показанный на рис. 5. Наблюдается быстрый рост $\langle \nu \rangle$ с увеличением N_p в области нецентральных столкновений, в то время как для центральных столкновений величина $\langle \nu \rangle$ почти постоянна и близка к $A_p = 12$ - полному числу нуклонов в ядре углерода.

Тот факт, что в области центральных столкновений величина $\langle \nu \rangle$ близка к A_p , указывает на непрозрачность ядра тантала для налетающего ядра углерода. Эта непрозрачность тяжелых ядер для малых ядер-снарядов уже наблюдалась при столкновениях других ядер, но при более низких энергиях /11,12/. Как видно из рис. 5, в области $N_p < 20$ /назовем события с $N_p < 20$ периферическими/ среднее число нуклонов - участников из ядра углерода линейно возрастает с увеличением N_p . Аппроксимация экспериментальных данных в этой области функций

$$\langle \nu \rangle = a + bN_p \quad /12/$$

дала следующие значения параметров:

$$a = 0,64 \pm 0,46 \text{ и } b = 0,50 \pm 0,04. \quad /13/$$

Сравнение рис. 3 и рис. 5 показывает, что зависимости $\langle n_p^f \rangle$ и $\langle \nu \rangle$ от N_p имеют одинаковый характер: линейное увеличение в области малых и почти постоянное значение в области больших N_p . Это свидетельствует о важной роли нуклонов - участников из ядра-снаряда в образовании пионов.

Предполагая независимое взаимодействие нуклонов ядра-снаряда с ядром-мишенью, что подтверждается при нашей энергии

Средние множественности частиц для групп событий с различным числом протонов - участников

Интервал N_p	$\sigma_{\text{выд}}/\sigma_{\text{in}}$	$\langle n_{\pi^-} \rangle$	$\langle N_p \rangle$	$\langle \nu \rangle$	$\langle n_{\pi^-}^N \rangle$	$\langle n_p^N \rangle$	$\langle n_{\pi^-} \rangle / \langle N_p \rangle$
$N_p < 20$	0,72	$1,73 \pm 0,06$	$7,0 \pm 0,2$	$4,1 \pm 0,3$	$0,42 \pm 0,04$	$1,71 \pm 0,15$	$0,25 \pm 0,01$
$20 \leq N_p < 2 < N_p^{\text{in}}$	0,11	$5,5 \pm 0,2$	$23,6 \pm 0,2$	$10,6 \pm 0,2$	$0,52 \pm 0,03$	$2,23 \pm 0,05$	$0,23 \pm 0,01$
$2 < N_p^{\text{in}} \leq N_p < \langle N_p^{\text{in}} \rangle$	$0,11$	$6,9 \pm 0,3$	$32,1 \pm 0,2$	$11,4 \pm 0,2$	$0,60 \pm 0,02$	$2,82 \pm 0,04$	$0,21 \pm 0,01$
$N_p \geq \langle N_p^{\text{in}} \rangle$	0,06	$6,2 \pm 0,3$	$41,5 \pm 0,4$	12	$0,52 \pm 0,02$	$3,46 \pm 0,04$	$0,15 \pm 0,01$

$\langle N_p^{\text{in}} \rangle$ ($\langle N_p \rangle^{\text{с}} \rangle$) - средняя множественность протонов - участников во всех неупругих /центральнах/ /ста-взаимодействиях.

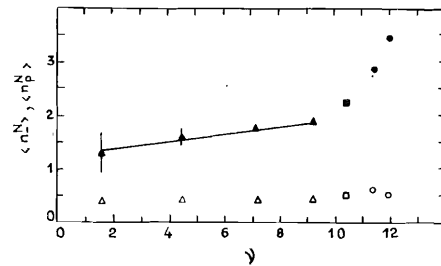


Рис. 6. Зависимость от ν средних множественностей π^- -мезонов $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ (Δ, \circ) и протонов $\langle n_p^N \rangle$ ($\Delta, \blacksquare, \bullet$) на один взаимодействующий нуклон ядра-снаряда соответственно для периферических, промежуточных и центральных взаимодействий.

ранее полученными результатами /3, 13, 14/, можно получить информацию о средней множественности π^- -мезонов на один взаимодействующий нуклон ядра-снаряда $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ при разных значениях N_p .

Для каждого интервала значений N_p вычислялись $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ и средняя множественность протонов - участников на один взаимодействующий нуклон ядра-снаряда $\langle n_p^N \rangle$ на основе следующих соотношений:

$$\langle n_{\pi^-}^N \rangle = \langle n_{\pi^-} \rangle / \langle \nu \rangle, \quad /14/$$

$$\langle n_p^N \rangle = \langle N_p \rangle / \langle \nu \rangle. \quad /15/$$

В табл. 2 приведены средние множественности $\langle n_{\pi^-} \rangle$, $\langle N_p \rangle$, $\langle \nu \rangle$, а также средние множественности на один взаимодействующий нуклон ядра-снаряда $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ и $\langle n_p^N \rangle$ для различных интервалов значений N_p . На рис. 6 представлена зависимость $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ и $\langle n_p^N \rangle$ от числа взаимодействующих нуклонов из ядра-углерода. Как видно из рис. 6, периферические столкновения характеризуются почти постоянным значением $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ и медленным увеличением значений $\langle n_p^N \rangle$ с возрастанием ν . Средняя множественность $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ для периферических столкновений /табл. 2/ равна средней множественности π^- -мезонов, образующихся в NN_{Ta}^* -взаимодействиях при той же энергии: $\langle n_{\pi^-} \rangle_{NN_{Ta}} = 0,43 \pm 0,03$. Эта величина получена из данных по нуклон-нуклонным взаимодействиям /15/ с учетом того, что число нейтронов в ядре тантала в 1,5 раза больше, чем число протонов. Подставляя в соотношение /14/ значение $\langle n_{\pi^-}^N \rangle = \langle n_{\pi^-} \rangle_{NN_{Ta}}$ и используя зависимость $\langle \nu \rangle$ от N_p /12/ в области $N_p < 20$, получаем

$$\langle n_{\pi^-} \rangle = \langle n_{\pi^-} \rangle_{NN_{Ta}} \cdot \langle \nu \rangle = a' + b' N_p \quad /16/$$

* N_{Ta} обозначает усредненный по заряду нуклон ядра тантала.

со значениями параметров $a' = 0,27 \pm 0,20$ и $b' = 0,22 \pm 0,02$, которые хорошо согласуются с параметрами /5/, полученными при аппроксимации экспериментальной зависимости $\langle n_{\pi^-} \rangle$ от N_p /рис. 3/. Это еще раз подтверждает возможность описания процесса образования пионов в рамках модели независимых взаимодействий нуклонов ядра-снаряда с ядром-мишенью.

Значения $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ на рис. 6 показывают, что даже в периферических взаимодействиях число протонов - участников из ядра-мишени в 2-3 раза превышает число провзаимодействовавших протонов из налетающего ядра.

Как следует из табл.2, число событий с $N_p < 20$ составляет 72% от всех неупругих Ст-взаимодействий. Используя геометрическую картину взаимодействия сталкивающихся ядер, можно показать, что параметры удара "в" для периферических взаимодействий заключены в интервале $0,53 b_{\max} < b < b_{\max}$, где $b_{\max} = 9,4$ фм.

Для событий с $N_p > 20$ резко возрастает среднее число нуклонов, участвующих во взаимодействии, $\langle N_p \rangle$, $\langle \nu \rangle$ /см. табл. 2/. Увеличиваются по сравнению с периферическими столкновениями значения $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ и $\langle n_{\pi^-}^N \rangle$ /табл. 2, рис. 6/. Как и ожидалось, центральные взаимодействия характеризуются самым высоким числом протонов - участников из ядра-мишени.

Чтобы получить более полное представление о зависимости образования отрицательных пионов от числа протонов - участников, анализировалась зависимость от N_p средней множественности π^- -мезонов, испущенных в заднюю полусферу, $\langle n_{\pi^-} \rangle^b$. Полученные результаты представлены на рис. 7. Видно, что $\langle n_{\pi^-} \rangle^b$ возрастает по мере того, как растет число протонов - участников в соударении ядер углерода и тантала. В периферических взаимодействиях π^- -мезоны, испущенные в заднюю полусферу, составляют в среднем около 10% от числа всех π^- -мезонов в этих взаимодействиях.

В центральных взаимодействиях эта доля возрастает до 20%. Это обусловлено, видимо, перерассеянием π^- -мезонов в ядре тантала, поскольку в центральных соударениях возрастает вдвое

среднее число протонов - участников от ядра-мишени по сравнению с нецентрными взаимодействиями в расчете на один нуклон ядра-снаряда.

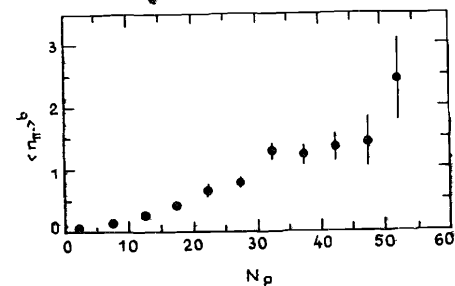


Рис. 7. Зависимость от N_p средней множественности π^- -мезонов, вылетающих в заднюю полусферу, $\langle n_{\pi^-} \rangle^b$.

4. ОТНОШЕНИЕ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ПИОНОВ К СУММАРНОМУ ЗАРЯДУ ПРОТОНОВ - УЧАСТНИКОВ

Отношение $\langle n_{\pi^-} \rangle / \langle N_p \rangle$, известное как отношение числа отрицательных пионов к суммарному заряду протонов - участников, было широко изучено для интервала первичных энергий 0,4-2,1 ГэВ /16-18/. Первые результаты /16/ указывали на независимость этого отношения от массы сталкивающихся ядер, однако данные работы /18/ показали, что это отношение систематически уменьшается с увеличением массы ядра-мишени. Для зависимости отношения $\langle n_{\pi^-} \rangle / \langle N_p \rangle$ от энергии пучка, а также от массы снаряда и мишени авторы /18/ предложили эмпирическую формулу:

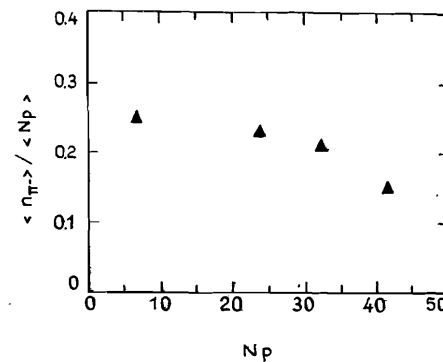
$$\langle n_{\pi^-} \rangle / \langle N_p \rangle = \left(\frac{A_P}{A_T} \right)^{0,15} \exp(-2,15 / \beta \gamma^2), \quad /17/$$

где β - скорость системы центра масс "нуклон-нуклон" относительно лабораторной системы координат, а $\gamma = 1/\sqrt{1-\beta^2}$.

Таблица 3

Отношение среднего числа π^- -мезонов к среднему числу протонов - участников

$^{12}\text{C} + ^{181}\text{Ta}$ неупругие	$^{12}\text{C} + ^{181}\text{Ta}$ центральные	Расчет по формуле /17/
$R = \langle n_{\pi^-} \rangle / \langle N_p \rangle = 0,23 \pm 0,01$	$0,19 \pm 0,01$	0,25



В табл.3 приводятся значения отношения $\langle n_{\pi^-} \rangle / \langle N_p \rangle$ для всех неупругих Ст-взаимодействий, для центральных взаимодействий и значение, вычисленное по эмпирической формуле /17/, для Ст-взаимодействий при 3,36 ГэВ/Н. Как видно из

Рис. 8. Зависимость от N_p отношения средней множественности π^- -мезонов к среднему числу протонов - участников.

табл. 3, отношение $\langle n_{\pi^-} \rangle / \langle N_p \rangle$ для всех неупругих взаимодействий несколько больше, чем для центральных взаимодействий, и удовлетворительно согласуется с вычисленным по формуле /17/. Отношение $\langle n_{\pi^-} \rangle / \langle N_p \rangle$ для различных интервалов значений N_p приводится в табл. 2 и на рис. 8. Наблюдается уменьшение отношения $\langle n_{\pi^-} \rangle / \langle N_p \rangle$ с увеличением числа протонов - участников.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный в настоящей работе анализ зависимости множественности пионов от числа протонов - участников в СТа-взаимодействиях при 4,2 ГэВ/с на нуклон позволяет нам сделать следующие выводы.

Корреляция между средней множественностью π^- -мезонов и числом протонов - участников сильно зависит от области изменения параметра удара. Для нецентральных взаимодействий средняя множественность π^- -мезонов линейно растет с увеличением числа протонов - участников, подобно тому, как это наблюдалось для взаимодействий одинаковых по массе ядер во всем интервале изменения параметров удара /5-7/. Для центральных СТа-взаимодействий наблюдается независимость средней множественности отрицательных пионов от числа протонов - участников.

Увеличение средней множественности π^- -мезонов с ростом N_p , наблюдаемое для нецентральных столкновений, в основном, происходит за счет увеличения числа взаимодействующих нуклонов из ядра-снаряда.

Периферические взаимодействия / $N_p < 20$ /, то есть взаимодействия с большими параметрами удара / $b > 0,53 b_{\max}$ /, составляют 72% от всех неупругих взаимодействий. Они характеризуются широким распределением по числу нуклонов - участников из ядра-снаряда и средней множественностью пионов на один взаимодействующий нуклон ядра-снаряда, совпадающей с $\langle n_{\pi^-} \rangle$ для NN - взаимодействий /с учетом нуклонного состава ядра Та/. Количество π^- -мезонов, вылетающих в этих взаимодействиях в заднюю полусферу, составляет 10% от всех отрицательных пионов, образованных во взаимодействии.

В центральных столкновениях, составляющих ~17% от всех неупругих взаимодействий и характеризующихся полным перекрытием объема ядра-снаряда с ядром-мишенью, число нуклонов - участников из налетающего ядра почти постоянно и близко к полному числу нуклонов в ядре углерода. Это указывает на непрозрачность ядра тантала для ядра углерода при 4,2 ГэВ/с на нуклон. Доля отрицательных пионов, испускаемых в заднюю полусферу, в центральных столкновениях составляет около 20% от всех

π^- -мезонов, образованных во взаимодействии, то есть она в два раза больше, чем в периферических столкновениях.

Отношение числа отрицательных пионов к суммарному заряду протонов - участников уменьшается с увеличением числа протонов - участников в событии. Это, по-видимому, связано с недостаточностью высокой энергией первичного ядра / π^- -мезоны образуются в основном в первичном акте взаимодействия/.

При первичной кинетической энергии 3,36 ГэВ/Н корреляции между средней множественностью π^- -мезонов и числом протонов - участников для СТа-взаимодействий хорошо описываются в рамках модели независимых взаимодействий нуклонов ядра-снаряда с ядром-мишенью.

Авторы выражают благодарность Е.Бартке за полезные обсуждения, участникам сотрудничества за получение экспериментального материала, лаборантам за просмотр пленок и измерение событий, И.И.Зайцевой и А.Х.Будиловой за помощь в оформлении рукописи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болдея В. и др. ОИЯИ, P1-85-607, Дубна, 1985; CIP Preprint HE-110-1985, Bucharest.
2. Гудима К.К., Тонеев В.Д. - ЯФ, 1978, т.27, с.658; Nucl. Phys., 1983, v.A400, p.173.
3. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, 1-12424, Дубна, 1979.
4. Abdrahmanov E.O. - Z. Phys. C; 1980, v.5, p.1.
5. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, P1-86-370, Дубна, 1986; ЯФ, 1987, т.45, с.1373; Simić L. et al. - Phys. Rev., 1986, v.D34, p.692.
6. Harris J.W. et al. - Proceedings of the 7 High Energy Heavy Ion Study, GSI Report 85-10, 1985, 5.
7. Harris J.W. et al. - Phys. Rev. Lett., 1987, v.58, p.463.
8. Гаспарян А.П., Григалашвили Н.С. ОИЯИ, 1-11-335, Дубна, 1978.
9. Баатар Ц. и др. ОИЯИ, P1-80-209, Дубна, 1980.
10. Glauber R.I., Matthiae G. - Nucl. Phys., 1970, v.B21, p.135.
11. Stock R. et al. - Phys. Rev. Lett., 1980, v.44, p.1243.
12. Nagamiya S. et al. - Phys. Rev. Lett., 1980, v.45, p.602.
13. Ангелов Н. и др. ОИЯИ, P1-80-473, Дубна, 1980; ЯФ, 1981, т.33, с.1046.
14. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, P1-81-176, Дубна, 1981; ЯФ, 1981, т.34, с.1517; Z. Phys. C, 1982, v.12, p.283.

15. Benary O. et al. - NN and ND Interactions - A Compilation UCRL-20000 NN, 1970.
16. Fung S.Y. et al. - Phys. Rev. Lett., 1978, v.40, p.292.
17. Sandoval A. et al. - Phys. Rev. Lett., 1980, v.45, p.874.
18. Nagamiya S. et al. - Phys. Rev., 1981, v.C24, p.971.
19. Агакишиев Г.Н. и др. ОИЯИ, 1-82-235, Дубна, 1982.
20. Армутлийски Д. и др. ОИЯИ, P1-87-905, Дубна, 1987.

Бацкович С. и др.

P1-88-858

Корреляции по множественности между отрицательными пионами и протонами - участниками в CТа-взаимодействиях при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон

Изучается зависимость средней множественности π^- -мезонов $\langle n_{\pi^-} \rangle$ от числа протонов - участников N_p для CТа-взаимодействий при импульсе 4,2 ГэВ/с на нуклон. Наблюдается линейный рост $\langle n_{\pi^-} \rangle$ с увеличением N_p для нецентральных CТа-соударений. Для центральных CТа-взаимодействий $\langle n_{\pi^-} \rangle$ не зависит от числа протонов - участников. Показано, что в образовании π^- -мезонов определяющую роль играет первичный акт взаимодействия нуклонов ядра-снаряда с ядром-мишенью. Полученные данные хорошо описываются в рамках модели независимых взаимодействий нуклонов ядра-снаряда с танталовой мишенью.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.
Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1988

Перевод О.С.Виноградовой

Batskovich S. et al

P1-88-858

Correlations over Multiplicity, between Negative Pions and Protons-Participants in CТа-Interactions at 4.2 GeV/c per Nucleon Momentum

The dependence of the average multiplicity of π^- -mesons $\langle n_{\pi^-} \rangle$ on the number of proton participants (N_p) for CТа-interactions at a momentum of 4.2 GeV/c per nucleon has been studied. The linear growth of $\langle n_{\pi^-} \rangle$ with N_p increasing shown before in colliding of equal mass nuclei is observed only for noncentral CТа interactions. An important role of nucleon-participants from the projectile as compared with the target ones is shown in this dependence. The data obtained are well described in the model frame of independent interactions of projectile nucleons with target-nucleus.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1988

Рукопись поступила в издательский отдел
14 декабря 1988 года.