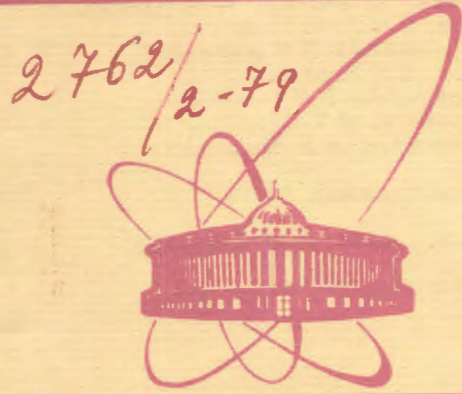


12281



объединенный  
институт  
ядерных  
исследований  
дубна

A-646

P1 - 12281

Ангелов Н. и др

МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВТОРИЧНЫХ  
ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЧАСТИЦ  
В ЯДРО-ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ  
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4,2 ГэВ/с НА НУКЛОН

Сотрудничество: Алма-Ата, Баку, Будапешт, Бухарест,  
Варна, Варшава, Дубна, Ереван, Краков, Москва,  
Прага, София, Ташкент, Тбилиси, Улан-Батор

1979

P1 - 12281

**МНОЖЕСТВЕННОСТЬ ВТОРИЧНЫХ  
ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ЧАСТИЦ  
В ЯДРО-ЯДЕРНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ  
ПРИ ИМПУЛЬСЕ 4,2 ГэВ/с НА НУКЛОН**

Сотрудничество: Алма-Ата, Баку, Будапешт, Бухарест,  
Варна, Варшава, Дубна, Ереван, Краков, Москва,  
Прага, София, Ташкент, Тбилиси, Улан-Батор

*Направлено в ЯФ*

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Ангелов Н. и др.

P1 - 12281

Множественность вторичных отрицательных частиц  
в ядро-ядерных столкновениях при импульсе 4,2 ГэВ/с  
на нуклон

Представлены экспериментальные данные по множественному образованию  $\pi^-$ -мезонов в неупругих взаимодействиях релятивистских ядер p, d, He, C с ядрами углерода и тантала при первичном импульсе на нуклон  $P_0 = 4,2$  ГэВ/с. Проведено сравнение экспериментальных данных по AA-взаимодействию с общими закономерностями для неупругих pp-столкновений. Обнаружено отклонение от линейной зависимости дисперсии от средней множественности  $\pi^-$ -мезонов. Исследована A-зависимость выхода  $\pi^-$ -мезонов.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований, Дубна 1978

Angelov N. et al.

P1 - 12281

Multiplicity of Secondary Negative Particles in Nucleus-Nucleus Interactions at the 4.2 GeV/c per Nucleon

Experimental data on multiple production of  $\pi^-$ -mesons in inelastic interactions of p, d, He, C relativistic nuclei with carbon and tantalum nuclei at incident momentum  $P_0 = 4.2$  GeV/c per nucleon are presented. Experimental data on AA-interaction are compared with general regularities for inelastic pp-interactions. The deviation from linear dependence of dispersion on  $\pi^-$ -meson average multiplicity has been discovered. The A-dependence of  $\pi^-$ -meson yield is investigated.

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

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

## 1. ВВЕДЕНИЕ

При изучении взаимодействий релятивистских ядер большой интерес вызывают процессы множественного рождения  $\pi^-$ -мезонов. В частности, это связано с возможным появлением коллективных эффектов при столкновении ядер. В этом случае экспериментальные характеристики множественного рождения  $\pi^-$ -мезонов могут существенно отличаться от предсказаний моделей независимого взаимодействия нуклонов. Кроме того, изучение ядро-ядерных соударений может пролить свет на адрон-адронные взаимодействия, которые в настоящее время тоже рассматриваются как соударения составных систем.

В данной работе исследовались распределения по множественности отрицательных частиц, в основном  $\pi^-$ -мезонов, в столкновениях протонов, ядер дейтерия, гелия и углерода с ядрами тантала (Ta) и пропана ( $C_3H_8$ ) при первичном импульсе на нуклон  $P_0 = 4,2$  ГэВ/с.

$$A_i + A_t \rightarrow \pi^- + \dots, \quad /1/$$

где  $A_i = (p, d, {}^4\text{He}, {}^{12}\text{C})$ ,  $A_t = (C_3H_8, \text{Ta})$ .

Описана процедура, которая позволяет на основании данных по взаимодействиям в пропане получить характеристики взаимодействия с ядром углерода. Поэтому наши результаты можно рассматривать как относящиеся к двум чистым ядерным мишеням: углеродной (A = 12) и танталовой (A = 181).

Характеристики распределений по множественности  $\pi^-$ -мезонов в ядро-ядерных столкновениях сравниваются с общими закономерностями, наблюдаемыми для множественного рождения частиц в pp-столкновениях.

Подобные исследования на разных чистых мишенях / Li, C, Ne, Al, Cu, Pb /, но только с падающими ядрами гелия, проводились в ОИЯИ на стримерной камере СКМ-200<sup>/1/</sup>. Результаты работы<sup>/2/</sup> /Беркли/ относятся к энергиям падающих ядер / C, Ar / до 2,1 ГэВ/нукл. и получены с использованием сложных мишеней / LiH, NaF, BaF<sub>2</sub>, Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> /.

## 2. ПРОЦЕДУРА ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Эксперимент выполнен с помощью 2-метровой пропановой пузырьковой камеры ЛВЭ ОИЯИ, в рабочем объеме которой были размещены три танталовые пластины толщиной 1 мм<sup>/3,4/</sup>. Камера облучалась пучками легких ядер ( $A \leq 12$ ) с импульсами на нуклон  $P_0 = 2-5$  ГэВ/с. На рис. 1 в виде иллюстрации приведено событие, образованное в результате взаимодействия ядра углерода с танталом при импульсе  $P_0 = 4,2$  ГэВ/с.нукл.

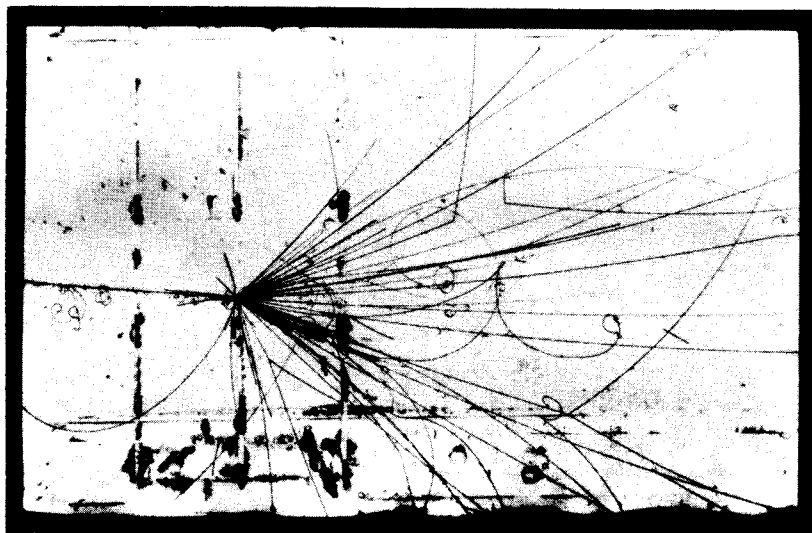


Рис. 1. Случай взаимодействия ядра углерода с танталом при первичном импульсе на нуклон  $P_0 = 4,2$  ГэВ/с /полный импульс падающего ядра около 50 ГэВ/с/.

Отбор событий, образованных в результате взаимодействия ядер в тантале и пропане, проводился по визуальным критериям. Примесь посторонних частиц к частицам пучка оказалась незначительной для всех ядер-снарядов, ~ /1-3%/<sup>/5/</sup>. Все отрицательные частицы в звезде, кроме идентифицированных электронов, считались  $\pi^-$ -мезонами. Согласно экспериментальным данным по pp-взаимодействиям, примесь отрицательных странных частиц не должна превышать 1%. Средний граничный импульс детектирования, начиная с которого,  $\pi^-$ -мезоны уверенно идентифицировались, равен  $P_{гр} = 70$  МэВ/с для звезд в пропане и  $P_{гр} = 80$  МэВ/с для событий в тантале. Примесь неидентифицированных электронов к  $\pi^-$ -мезонам не превышала 3% для событий в тантале и практически отсутствовала для звезд в пропане.

Визуальный отбор звезд в пластинках приводил к определенной примеси событий, образованных в результате взаимодействий в пропане вблизи пластин. Эта примесь составляла /7±2; 9±3; 9±3; 13±4%/ для p, d, He и C облучений соответственно и вычиталась из суммарного распределения для звезд, отнесенных по визуальным критериям к взаимодействиям в тантале.

Распределения по числу рожденных  $\pi^-$ -мезонов, представленные ниже, соответствуют неупругому взаимодействию, которое в сечениях определяется как

$$\sigma_{in} = \sigma_{tot} - (\sigma_{el} + \sigma'_{el} + \sigma_{dif}). \quad /2/$$

Здесь  $\sigma_{tot}$  - полное сечение взаимодействия,  $\sigma_{el}$  - сечение упругого рассеяния одного ядра на другом,  $\sigma'_{el}$  - сечение упругого рассеяния с возбуждением ядра,  $\sigma_{dif}$  - сечение дифракционной диссоциации ядер.

Упругого рассеяния на ядре тантала и упругого рассеяния с возбуждением ядра мы практически не наблюдаем из-за малых углов рассеяния. В соответствии с формулой /2/ отбрасывались события типа дифракционной диссоциации падающего ядра \* /2-3%/ , и делалась поправка /1-2%/ на потерю случаев квазиупругого рассеяния нуклона ядра-снаряда на нуклоне ядра-ми-

\* К событиям дифракционной диссоциации мы относили случаи, в которых все вторичные частицы были положительными, имели импульс больше 3 ГэВ/с и отклонялись от направления первичной не больше чем на 4°.

шени <sup>5,7</sup>. Для получения распределений по числу рожденных  $\pi^-$ -мезонов при неупругом взаимодействии ядер с пропаном вводилась поправка на содержащиеся среди событий, отобранных при просмотре, случаи упругого рассеяния и дифракционной диссоциации. Примесь эту можно оценить, сравнивая сечения, вычисленные согласно химической формуле пропана  $C_3H_8$ , исходя из неупругих сечений взаимодействия на протоне и углероде /они взяты из работ <sup>5,6</sup> и приводятся в табл. 1/, с сечениями, полученными согласно визуальным критериям <sup>5,7</sup>. Эти сечения оказались во всех случаях больше расчетных, поэтому число звезд без  $\pi^-$ -мезонов уменьшалось в такой степени, чтобы согласовать полное число событий с расчетным неупругим сечением.

Таблица 1  
Экспериментальные величины неупругих сечений  
в миллибарнах <sup>5,6</sup>

$A_i$	p	d	He	C
$\sigma_p$	30 $\pm$ 1	70 $\pm$ 3	100 $\pm$ 5	250 $\pm$ 10
$\sigma_C$	250 $\pm$ 15	380 $\pm$ 20	440 $\pm$ 20	790 $\pm$ 50

Для сравнения с другими экспериментами и теоретическими расчетами желательно извлечь из данных на пропане данные на ядре углерода. Наличие экспериментальных данных по неупругому pp-столкновению <sup>6</sup> и величин сечений, приведенных в табл. 1, позволяет путем вычитания из распределения по числу рожденных  $\pi^-$ -мезонов в p( $C_3H_8$ )-взаимодействия соответствующего распределения для pp-столкновений, получить распределение в pC-взаимодействиях. Используя полученное таким образом распределение для pC-взаимодействия /которое должно быть эквивалентным Cp-взаимодействию/ и данные табл. 1, можно так же выделить распределение для CC-столкновений. Для получения аналогичных распределений в dC и HeC-взаимодействиях необходимы экспериментальные данные по  $\sigma_p$  и  $\sigma_{He}$ -столкновениям, которых нет в настоящее время при нашей энергии. Однако можно предположить, что при  $P_0 = 4,2$  ГэВ/с.нукл. эти распределения не сильно отличаются

от аналогичных распределений в pC-взаимодействиях. Действительно, из экспериментальных данных по pp <sup>6</sup> и pn <sup>7</sup>-столкновениям можно определить среднюю множественность рожденных  $\pi^-$ -мезонов  $\langle n_- \rangle$  и дисперсию  $D_- = \sqrt{\langle n_-^2 \rangle - \langle n_- \rangle^2}$  в p-нуклон-взаимодействиях (pN). Оказалось, что средняя множественность и дисперсия при нормировке на полное сечение pN-взаимодействия равны:

$$\langle n_- \rangle = 0,30 \pm 0,015, \quad D_- = 0,49 \pm 0,01. \quad /3/$$

При взаимодействии протона с углеродом

$$\langle n_- \rangle = 0,33 \pm 0,02, \quad D_- = 0,53 \pm 0,015. \quad /4/$$

Эти данные подтверждают наше предположение. Поэтому для получения распределений по множественности  $\pi^-$ -мезонов в dC и HeC-взаимодействиях использовалось распределение по числу  $\pi^-$ -мезонов в pN-столкновениях.

По нашим оценкам, процедура вычитания и неопределенность в величине поправок могли внести в данные по  $\langle n_- \rangle$  и  $D_-$  ошибку порядка 5%.

### 3. РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО МНОЖЕСТВЕННОСТИ $\pi^-$ -МЕЗОНОВ

В табл. 2 приведено количество зарегистрированных событий, в которых образовалось определенное число  $\pi^-$ -мезонов при взаимодействии p, d, He, C с пропаном, углеродом и танталом. Здесь  $A_i$  и  $A_t$  обозначают исследуемый набор сталкивающихся ядер;  $n_-$  - число рожденных  $\pi^-$ -мезонов;  $N_{tot}$  - полное число событий неупругого взаимодействия. На рис. 2 приведены распределения по множественности  $\pi^-$ -мезонов в неупругих столкновениях p, d, He и C с углеродом и танталом. Кривые на рисунках соответствуют распределениям Пуассона с параметрами, равными экспериментальным значениям. В табл. 3 представлены величины средних множественностей  $\langle n_- \rangle$  и дисперсий  $D_-$  распределений по множественности при взаимодействии ядер-снарядов с углеродом и танталом. Из рис. 2 и из приведенных в табл. 3 значений отношения  $\langle n_- \rangle / D_-^2$  видно,

Таблица 2

Число событий, в которых рождается  $n$   $\pi^-$ -мезонов при взаимодействии  $p$ ,  $d$ ,  $He$  и  $C$  с пропаном, углеродом и танталом.

$A_i$	$n$ $A_t$	$n$																$N_{tot}$	
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		16
$p$	$C_3H_8$	750	287	25															1062
	$C$	584	219	24															807
	$Ta$	904	482	83	6														1475
$d$	$C_3H_8$	596	372	67	6														1041
	$C$	355	275	63	6														699
	$Ta$	125	120	53	13	1													312
$He$	$C_3H_8$	769	588	172	48	15	3												1595
	$C$	347	417	165	48	15	3												995
	$Ta$	399	497	304	181	63	9	5	1										1459
$C$	$C_3H_8$	293	230	107	37	24	9	1	2										703
	$C$	67	142	97	37	24	9	1	2										379
	$Ta$	130	248	105	84	81	63	51	36	22	16	7	4	6	2	0	0	1	756

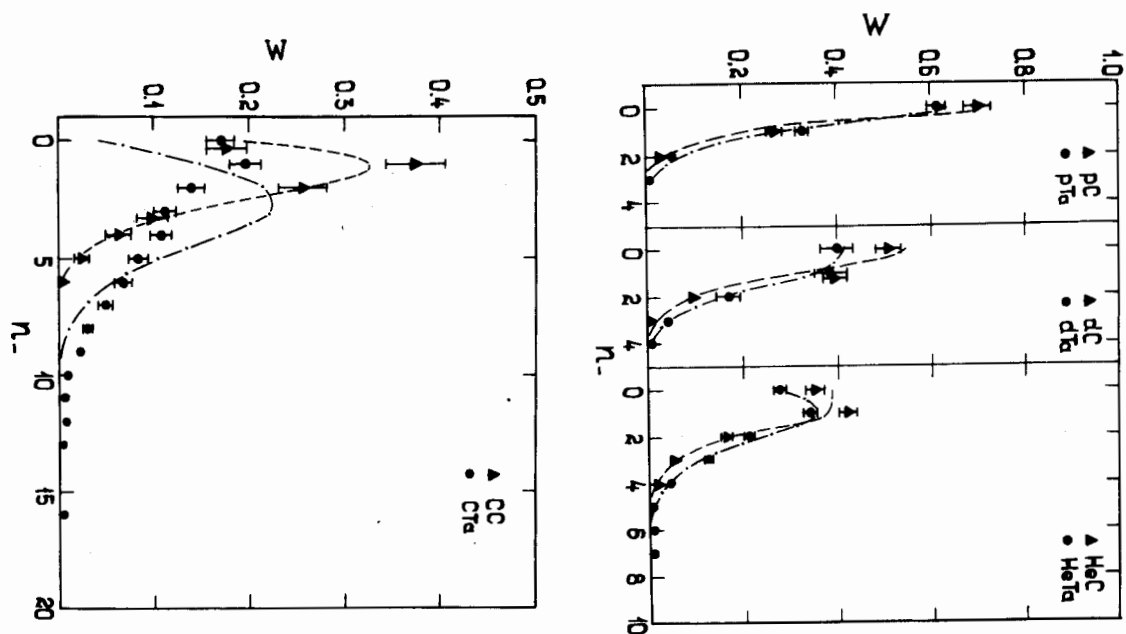


Рис. 2. Распределения по множественности вторичных частиц в нейтральных взаимодействиях  $p$ ,  $d$ ,  $He$  и  $C$  с углеродом ( $\Delta$ ) и танталом ( $\bullet$ ). Кривые соответствуют распределениям Пуассона с параметрами, равными экспериментальным значениям.

Таблица 3

Величины средних множественностей  $\langle n_- \rangle$  и дисперсий  $D_-$  распределений при взаимодействии ядер-снарядов с углеродом и танталом

	$A_i$	$A_t$	$\langle n_- \rangle$	$D_-$	$\frac{\langle n_- \rangle}{D_-^2}$
p		C	0,33±0,02	0,53±0,015	1,17±0,09
		Ta	0,45±0,02	0,62±0,015	1,17±0,08
d		C	0,60±0,04	0,69±0,03	1,26±0,13
		Ta	0,88±0,07	0,86±0,05	1,19±0,15
He		C	0,97±0,05	0,94±0,04	1,10±0,10
		Ta	1,36±0,06	1,20±0,04	0,94±0,08
C		C	1,60±0,10	1,29±0,07	0,96±0,12
		Ta	3,12±0,12	2,77±0,08	0,41±0,03

что в случае налетающих легких ядер распределения по множественности  $\pi^-$ -мезонов почти не отличаются от пуассоновских, хотя наблюдается некоторая тенденция к уменьшению отношения  $\langle n_- \rangle / D_-^2$  с ростом атомного веса налетающего ядра  $A_i$ . В случае углеродного облучения распределение по множественности  $\pi^-$ -мезонов для C-Ta столкновений заметно шире пуассоновского. Однако стоит отметить, что если из C-Ta -взаимодействий выделить случаи без стриппинговых частиц /"центральные" столкновения/, то по предварительным данным для них получается тоже приблизительно пуассоновское распределение /  $\langle n_- \rangle = 5,3 \pm 0,2$ ,  $D_-^2 = 5,5 \pm 0,8$  /.

Данные по средней множественности частиц различного сорта, образующихся при взаимодействии легких ядер с танталом, опубликованы в работе <sup>14</sup>.

#### 4. СРАВНЕНИЕ С ОБЩИМИ ЗАКОНОМЕРНОСТЯМИ В pp-СТОЛКНОВЕНИЯХ

В pp-столкновениях к неупругим взаимодействиям относят все события, кроме упругого рассеяния, или, другими словами, процессы, где рождается хотя бы одна новая частица. При нашей энергии это, в основном, процессы с рождением хотя бы одного  $\pi^0$ -мезона. С такой точки зрения аналогом неупругих pp-столкновений в ядро-ядерных взаимодействиях следует считать процессы с рождением  $\pi^-$ -мезонов <sup>11</sup>. Экспериментальное определение сечения такого процесса связано с большими методическими трудностями. Поэтому для оценки вклада случаев без рождения частиц был проделан расчет сечений  $\sigma_{in}$  и  $\sigma_{prod}$  по модели "мягких сфер", которая хорошо описывает экспериментальные величины сечений  $\sigma_{in}$  <sup>15</sup>. В табл. 4 приведены отношения расчетных сечений  $\sigma_{prod}$  к  $\sigma_{in}$  для нашего эксперимента. Величины отношений  $\sigma_{prod} / \sigma_{in}$  использовались для получения значений  $\langle n_- \rangle$  и  $D_-$  при нормировке на сечение  $\sigma_{prod}$ .

Таблица 4

Отношения расчетных сечений  $\sigma_{prod} / \sigma_{in}$  при взаимодействии p, d, He, C с углеродом и танталом

$A_i \backslash A_t$	p	d	He	C
C	0,816	0,859	0,888	0,916
Ta	0,936	0,941	0,949	0,958

На рис. 3 представлена зависимость экспериментальных значений дисперсии  $D_-$  от средних множественностей  $\langle n_- \rangle$ . Кроме наших данных, здесь нанесены данные по взаимодействиям ядер гелия с импульсом 4,5 ГэВ/с-нукл. с разными мишенями, полученные на стримерной камере в Дубне <sup>11</sup>. Прямая линия представляет эмпирическую зависимость Малхотра-Врублевского для неупругих pp-взаимодействий в интервале импульсов 4-400 ГэВ/с. Видно, что экспериментальные точки для взаимодействий p, d, He с различными ядрами ложатся на линей-

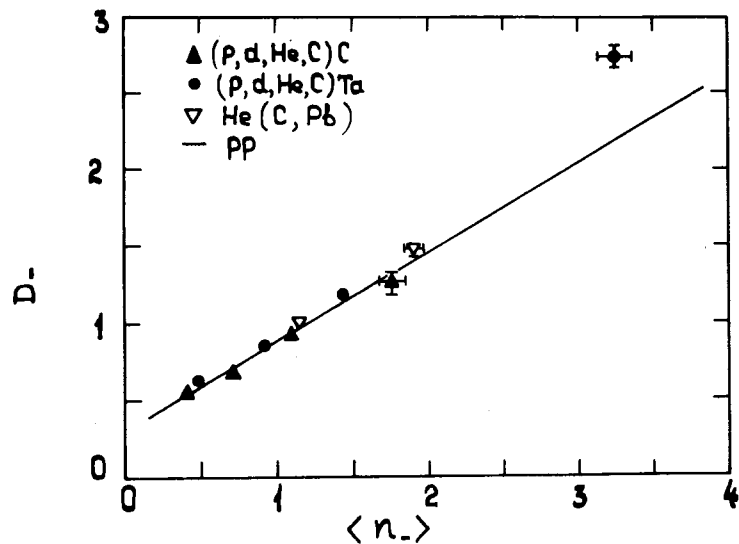


Рис. 3. Зависимость экспериментальных значений дисперсии  $D_- = \sqrt{\langle n_-^2 \rangle - \langle n_- \rangle^2}$  от средних множественностей отрицательных частиц  $\langle n_- \rangle$  в pp и AA-взаимодействиях.  $\blacktriangle$ ,  $\bullet$  - наши данные, ( $\nabla$ ) - данные работы <sup>11</sup>. Прямая представляет эмпирическую зависимость Малхотра-Врублевского для неупругих pp-взаимодействий.

ную зависимость Малхотра-Врублевского. Таким образом, для распределений по множественности  $\pi^-$ -мезонов в ядро-ядерных и протон-протонных взаимодействиях наблюдается некоторое подобие, которое впервые было замечено при взаимодействии  $\alpha$ -частиц с различными ядрами <sup>11</sup>. Однако при взаимодействии ядер углерода с танталом наблюдается отклонение от линейной зависимости в сторону относительного уширения распределения. Это отклонение может быть обусловлено увеличением вклада в дисперсию  $D_-$  флуктуации числа взаимодействующих нуклонов ядра-снаряда. Оно может быть также отчасти связано с увеличением относительного вклада процессов когерентного типа.

На рис. 4 приведено распределение по множественности  $\pi^-$ -мезонов в переменных KNO. Здесь  $\sigma_n / \sigma_{\text{prod}}$  - доля событий с числом  $\pi^-$ -мезонов, равным  $n$ . Представлены экспериментальные данные по взаимодействиям p, d, He, C с ядрами углерода и тантала при  $P_0 = 4,2 \text{ ГэВ/с.нукл.}$ , по столкнове-

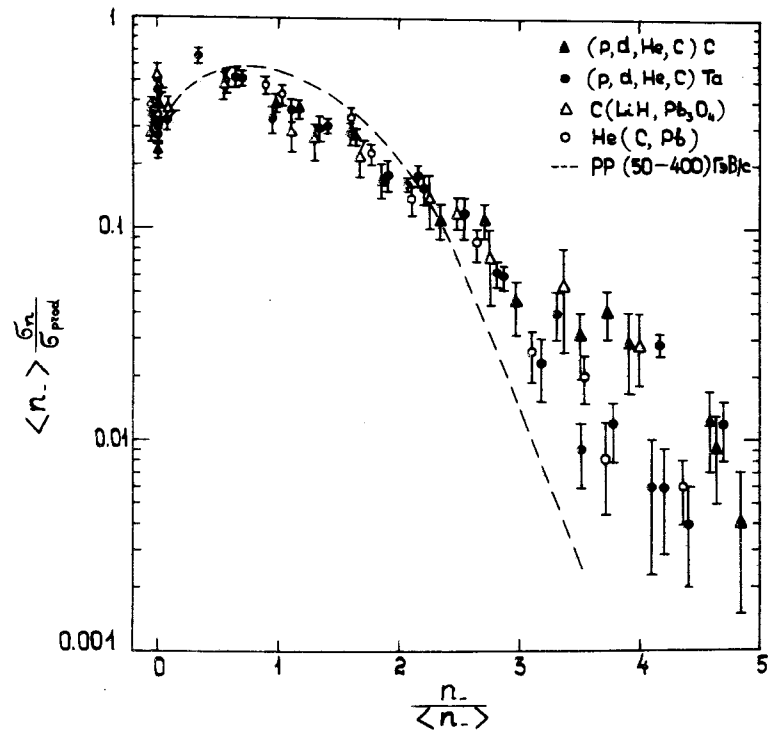


Рис. 4. Распределение по множественности отрицательных частиц в переменных KNO для pp и AA-взаимодействий. Кривая представляет поведение данных по pp-взаимодействиям для энергий выше 50 ГэВ.

ниям ядер гелия с ядрами C, Pb при  $P_0 = 4,5 \text{ ГэВ/с.нукл.}$  <sup>11</sup> и по взаимодействиям ядер углерода с LiH и Pb<sub>3</sub>O<sub>4</sub> при энергии 1,8 ГэВ/нукл. <sup>12</sup>. Кривая соответствует экспериментальным данным по неупругому pp-взаимодействию при  $P_p > 50 \text{ ГэВ/с.}$  Видно, что экспериментальные точки для всех AA-взаимодействий в пределах ошибок группируются вдоль некоторой линии, которая, однако, не совпадает с KNO-зависимостью для pp-взаимодействий при  $P_p > 50 \text{ ГэВ/с.}$



## 5. А-ЗАВИСИМОСТЬ ВЫХОДА $\pi^-$ -МЕЗОНОВ

На рис. 5 представлена зависимость средней множественности отрицательных частиц  $\langle n_- \rangle$  от атомного веса падающего ядра  $A_i$  для двух ядер-мишеней: углерода и тантала. Если в качестве первой точки взять множественность, соответствующую взаимодействию "среднего нуклона"  $N$  с ядерной мишенью, вычисленную на основе существующих данных по  $NN$  и  $pA$  взаимодействиям <sup>/4/</sup>,

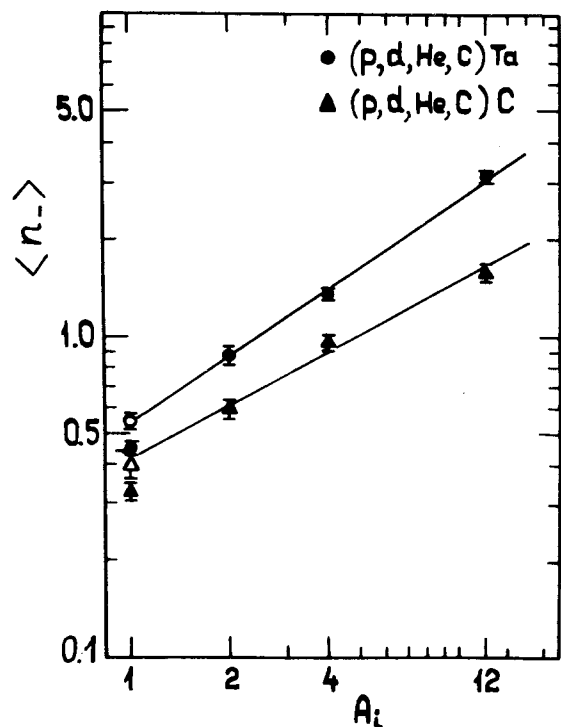


Рис. 5. Зависимость средней множественности отрицательных частиц  $\langle n_- \rangle$  от атомного веса ядра снаряда  $A_i$  для соударений  $p$ ,  $d$ ,  $He$  и  $C$  с углеродом ( $\Delta$ ) и танталом ( $\bullet$ ). Расчетные множественности для взаимодействий "среднего нуклона" обозначены ( $\Delta$ ,  $\circ$ ). Уравнения прямых даны в тексте.

$$\langle n_- \rangle_{NC} = \frac{1}{2}(\langle n_- \rangle_{pC} + \langle n_- \rangle_{nC}) = 0,40 \pm 0,04,$$

$$\langle n_- \rangle_{NTa} = \frac{1}{2}(\langle n_- \rangle_{pTa} + \langle n_- \rangle_{nTa}) = 0,55 \pm 0,03,$$

то оказывается, что зависимость  $\langle n_- \rangle$  от  $A_i$  хорошо описывается степенной функцией

$$\langle n_- \rangle = k \cdot A_i^\alpha. \quad /5/$$

Для взаимодействий с углеродом получаем:

$$k = 0,42 \pm 0,03, \quad \alpha = 0,55 \pm 0,04 \text{ при } \chi^2/n = 1,25,$$

а для взаимодействий с танталом:

$$k = 0,54 \pm 0,03, \quad \alpha = 0,70 \pm 0,03, \text{ при } \chi^2/n = 0,70.$$

Если предположить, что зависимость  $\langle n_- \rangle$  от атомного веса ядра-мишени  $A_t$  тоже степенного вида

$$\langle n_- \rangle \sim A_t^\beta, \quad /6/$$

то по двум экспериментальным значениям  $\langle n_- \rangle$ , соответствующим взаимодействию с углеродом и танталом, можно оценить значения показателя  $\beta$  для имеющихся ядер-снарядов  $p$ ,  $d$ ,  $He$ ,  $C$  /:

$$\beta_p = 0,11 \pm 0,03, \quad \beta_d = 0,14 \pm 0,05,$$

$$\beta_{He} = 0,12 \pm 0,03, \quad \beta_C = 0,25 \pm 0,04.$$

Здесь картина менее четкая, но из совокупности значений показателей  $\alpha$  и  $\beta$  видно, что при  $A_i < A_t$  множественность увеличивается быстрее с ростом  $A_i$ , чем с  $A_t$ . Зависимость от  $A_t$  ( $A_i$ ) тем сильнее, чем больше фиксированное значение  $A_i$  ( $A_t$ ). Так как исследуемые нами процессы должны зависеть симметричным образом от  $A_i$  и  $A_t$ , можно предположить, что формула вида:

$$\langle n_- \rangle = k \cdot A_i^\alpha \cdot A_t^\beta, \quad \alpha(A_i, A_t) = \beta(A_t, A_i) \quad /7/$$

будет подходящей параметризацией зависимости средней множественности генерированных частиц от атомных весов сталкивающихся ядер.

## 6. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основе экспериментальных данных по множественности отрицательных частиц, генерированных в соударениях легких ядер  $p$ ,  $d$ ,  $He$ ,  $C$  с импульсом  $4,2 \text{ ГэВ/с.нукл.}$  с пропаном и танталом, можно сделать вывод о том, что средняя множественность зависит главным образом от атомного веса падающего ядра. Эта сильная зависимость становится ясной, если ее сопоставить с оценками среднего числа  $\langle n_{-} \rangle$  взаимодействующих нуклонов падающего ядра. Такие оценки могут быть получены, если определить средний заряд стриппинговых частиц, и для взаимодействия ядер  $p$ ,  $d$ ,  $He$  и  $C$  с ядром тантала они приводились в нашей предыдущей работе <sup>4</sup>. В табл. 5 даются значения отношения  $\langle n_{-} \rangle / \langle \nu_{1} \rangle$  для соударений "среднего нуклона"  $N$  и ядер  $d$ ,  $He$  и  $C$  с молекулой пропана, ядром углерода и ядром тантала. Это отношение характеризует число генерированных  $\pi^{-}$ -мезонов в пересчете на один провзаимодействовавший нуклон падающего ядра.

Данные для углеродной мишени получены из данных на пропане в предположении, что в случае столкновения с водородом пропана падающего дейтона или ядра гелия только один нуклон от падающей частицы участвует во взаимодействии. Видно, что для определенной мишени отношение  $\langle n_{-} \rangle / \langle \nu_{1} \rangle$  постоянно с точностью нескольких процентов. Такая картина ожидается, если нуклоны падающего ядра взаимодействуют независимо друг от друга.

Таблица 5

Значения отношения  $\langle n_{-} \rangle / \langle \nu_{1} \rangle$ , или число генерированных отрицательных частиц в пересчете на один провзаимодействовавший нуклон падающего ядра

$\begin{matrix} A_t \\ A_i \end{matrix}$	$C_3H_8 -$	$C$	$Ta$
$N$	$0,37 \pm 0,04$	$0,40 \pm 0,04$	$0,55 \pm 0,03$
$d$	$0,37 \pm 0,03$	$0,39 \pm 0,04$	$0,55 \pm 0,05$
$He$	$0,37 \pm 0,03$	$0,39 \pm 0,04$	$0,50 \pm 0,03$
$C$	-	-	$0,52 \pm 0,06$

Более слабая зависимость множественности от атомного веса ядра-мишени качественно тоже может быть понята в рамках геометрических представлений.

Уширение распределений по числу рожденных  $\pi^{-}$ -мезонов, наблюдаемое для углеродного облучения танталовой мишени, указывает на вклад нового источника флуктуаций, который может быть обусловлен случайным характером столкновения нуклонов ядер, а также наличием процессов когерентного типа. По-видимому, здесь проявляется сложная природа взаимодействующих объектов.

Авторы считают своим приятным долгом выразить благодарность обслуживающему персоналу 2-метровой пропановой камеры и лаборантам, принимавшим участие в обработке снимков.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аникина М.Х. и др. ОИЯИ, P1-10590, Дубна, 1977; ЯФ, 1976, 27, с.724.  
Abdurakhimov A.Kh. et al. Report No. 450, European Conference on Particle Physics, Budapest, 1977.
2. Fung S.Y. et al. Phys. Rev.Lett., 1978, 40, p.292.
3. Абдрахманов Е.О. и др. ОИЯИ, P1-10779, Дубна, 1977; ЯФ, 1978, 27, с.1020.
4. Abdrachmanov E.O. et al. JINR, E1-11517, Dubna, 1978. Yad. Fiz., 1978, 28, p.1304.
5. Ахабабян Н. и др. ОИЯИ, 1-12114, Дубна, 1979.
6. Benary O. et al. NN and ND Interactions (above 0.5 GeV/c). A Compilation. UCRL-2000 NN, 1970.  
Bracci E. et al. Compilation of Cross Sections. CERN/HERA, 73-1, 1973.
7. Абдигалиев А. и др. ОИЯИ, 1-8565, Дубна, 1975; Nucl.Phys., 1975, B99, p.445.

Рукопись поступила в издательский отдел  
2 марта 1979 года.