

ЗАВИСИМОСТЬ МНОЖЕСТВЕННОСТИ ВТОРИЧНЫХ ЧАСТИЦ ОТ АТОМНОГО ВЕСА ЯДРА МИШЕНИ И СЕЧЕНИЕ НЕУПРУГИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ

*М. М. И. Атанелишвили, О. Л. Бердзенишвили,
Ю. Г. Вербецкий, Ю. А. Громов, Д. М. Котляревский,
В. Ф. Мацаберидзе, А. В. Стручалина, Л. Д. Чиковани,
П. В. Цомал, Г. З. Штеманетян*

В работе исследуется зависимость множественности вторичных частиц от энергии первичной частицы и от атомного веса ядра мишени; показано, как осуществляется связь между множественностью вторичных частиц на разных ядрах и сечениями неупругих взаимодействий.

К исследованию энергетической зависимости множественности и поперечных сечений взаимодействий всегда наблюдается большой интерес, как к наиболее фундаментальным вопросам физики сильных взаимодействий. Известна также связь между средней множественностью вторичных частиц и сечениями взаимодействий, которая может быть выражена полным интегралом по инклюзивным одночастичным сечениям

$$\int f(x, P_{\perp}) dx dP_{\perp} = \langle n_s \rangle \sigma. \quad (1)$$

Формула для средней множественности, полученная в работе Канчели [1], может быть записана в виде

$$\frac{\langle n_s(A, E) \rangle \sigma_{in}(A, E)}{\langle n_s(1, E) \rangle \sigma_{in}(1, E)} = A, \quad (2)$$

где $\sigma_{in}(1, E)$ и $\langle n_s(1, E) \rangle$ – полное неупругое сечение и средняя множественность pp -взаимодействия, а $\sigma_{in}(A, E)$ – полное неупругое сечение взаимодействия нуклонов с ядром. Отсюда следует, что можно ожидать некоторую связь между отношениями сечений и множественностью на ядрах и на нуклоне.

Ранее нами исследовались характер зависимости множественности от атомного номера ядра мишени и энергетическое поведение множественности для разных ядер. В работе [2] представлены предварительные данные по энергетической зависимости множественности для ядер $(\text{CH}_2)_n$ и Cu . В настоящей работе мы провели дальнейший анализ этой зависимости, используя полученные за последнее время экспериментальные результаты на ядре Al .

Наши данные получены экспонированием мишеней $(\text{CH}_2)_n$, Al и Cu в космических лучах на искровом магнитном спектрометре лаборатории Цхра-Цкаро им. Г. Е. Чиковани, расположенной на высоте 2500 м над уровнем моря в горах Южного Кавказа. Эти данные базируются на следую-

щем материале: 300 взаимодействий на мишени из полиэтилена (CH_2)_n, 230 – на алюминии и 280 – на меди в интервале энергий первичных частиц $50 + 3000 \text{ Гэв}^{1)}$. Надо заметить, что поток первичных частиц содержит 45% протонов, 40% нейтронов, 15% π^\pm -мезонов, и установка регистрировала их взаимодействия с одинаковой эффективностью.

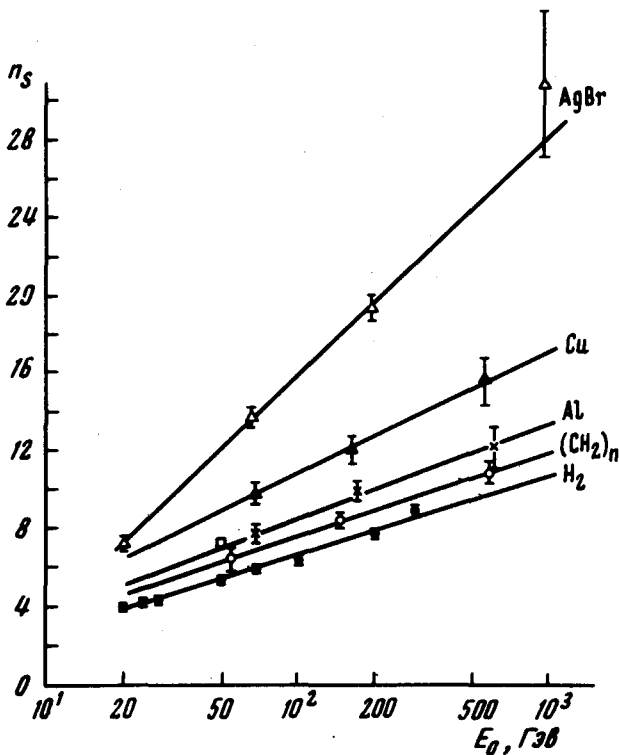


Рис. 1. Зависимость $\langle n_s \rangle$ от энергии, данные по работам: ● – [3]; ○, ×, ▲ – данные настоящей работы; □ – [4] (приведена без ошибки); △ – [12]

Весь анализ проведен в предположении, что энергетическая зависимость имеет вид:

$$\langle n_s \rangle = a + b \lg \frac{E_0}{m_p}, \quad (3)$$

как это следует из мультипериферических моделей. На рис. 1 представлены эти энергетические зависимости для разных ядер и для pp -взаимодействия [3]. В табл. 1 приведены значения параметров a и b . Ошибки этих параметров велики, так как исследуемый интервал энергий мал, а ускорительных данных практически нет, если не считать отдельных эмульсионных работ, которые обладают целым рядом недостатков.

Необходимо отметить, что пока нет хороших данных, которые бы позволили сделать твердый выбор между предсказаниями степенного вида энергетической зависимости множественности, присущими статистическим моделям, и предсказаниями логарифмического типа. Наблюдаемые зависимости могут решить этот вопрос лишь тогда, когда будут получены более точные данные в более широком интервале энергий.

¹⁾ Большинство данных (95%) находится в интервале $50 + 1000 \text{ Гэв}$.

	H	CH ₂	Al	Cu
<i>A</i>	1	10	27	63,5
<i>a</i>	-1,26 ± 0,10	-0,8 ± 0,7	-1,1 ± 1,0	-1,7 ± 1,4
<i>b</i>	3,91 ± 0,17	4,2 ± 1,6	4,8 ± 2,1	6,2 ± 3,0
<i>f</i> (10)	1	1,28	1,39	1,70
<i>f</i> (∞)	1	1,07	1,23	1,58
$\frac{f(\infty)}{f(10)}$	1	0,84	0,89	0,93

Полученные нами данные, во всяком случае, позволяют сделать вывод о слабой зависимости отношения $f = \frac{\langle n_s(A, E) \rangle}{\langle n_s(1, E) \rangle}$ от энергии (см.

табл. 1) в области $E > 10$ Гэв. Это наблюдение разрешает провести параметризацию зависимости указанного отношения от A в виде

$$\frac{\langle n_s(A, E) \rangle}{\langle n_s(1, E) \rangle} = c_1 A^\alpha. \quad (4)$$

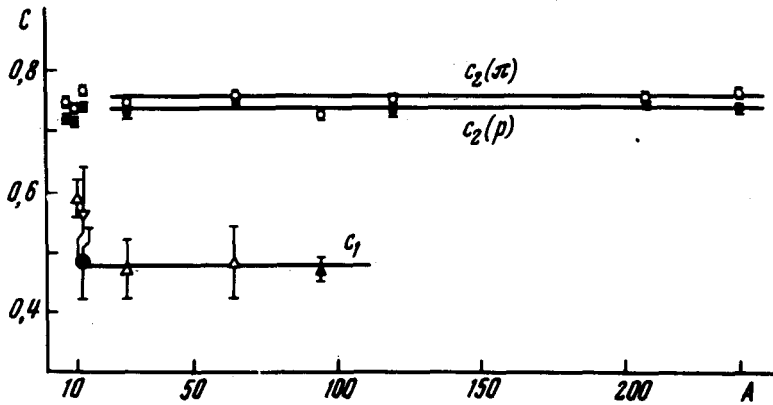


Рис. 2. Зависимость $\frac{\sigma_{in}(1, E)}{\sigma_{in}(A, E)} A^{0,7}$ и $\frac{\langle n_s(A, E) \rangle}{\langle n_s(1, E) \rangle} A^{-0,3}$ от

атомного веса ядра мишени, данные по работам: \circ , \bullet - [5]; \square - [6]; \blacktriangle - [7]; \circ - [8]; \blacktriangle - [9]; ∇ - данные настоящей работы

Как видно из рис. 2, отношение множественностей действительно допускает подобную параметризацию, при этом $c_1 = 0,47 \pm 0,05$, $\alpha = 0,30 \pm 0,09$ ¹⁾.

¹⁾ Для $A \geq 27$.

Как следует из (2) и (4), должно выполняться соотношение

$$\frac{\sigma_{in}(1, E)}{\sigma_{in}(A, E)} A^{1-\alpha} = c_2 = \text{const.} \quad (5)$$

На основании данных по сечениям, полученным в Серпухове [5], исследовалось и это отношение (рис. 2).

Т а б л и ц а 2

$E, \Gamma\text{эв}$	H	CH_2	Al	Cu	Среднее ядро эмульсии [12]
70	$2,1 \pm 0,1$	—	$2,4 \pm 0,3$	$2,3 \pm 0,3$	$1,65 \pm 0,07$
170	$2,00 \pm 0,05$	$1,9 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,2$	$1,60 \pm 0,05$
600	—	$2,1 \pm 0,2$	$1,91 \pm 0,20$	$1,7 \pm 0,3$	$1,4 \pm 0,2$

Из параллельности функций c_1 и c_2 можно сделать заключение, что для средних и тяжелых ядер формула (2) верна в виде

$$\frac{\langle n_s(A, E) \rangle}{\langle n_s(1, E) \rangle} \frac{\sigma_{in}(A, E)}{\sigma_{in}(1, E)} = kA, \quad (6)$$

где $k = 0,65 \pm 0,07$.

Таким образом, проведенный нами анализ позволяет делать предсказания о поведении сечений на легких ядрах при высоких энергиях на основании данных по сечениям в pp-столкновениях, полученных на встречных пучках [10]. В частности, вычисляемый из (6) рост сечения на углероде согласуется с данными, полученными на спутниках серии "Протон" [11].

В табл. 2 нами приведены значения $\langle n_s \rangle / D$ (нормированное среднее), где $D = (\langle n_s^2 \rangle - \langle n_s \rangle^2)^{1/2}$ — стандартное отклонение. Для ядер Al и Cu не исключается небольшое падение этой величины, которая, как и для нуклона, колеблется вблизи характерного значения, равного 2,0. Тенденцию падения обнаруживают и эмульсионные данные [12], однако, само значение занижено, что можно было бы объяснить отсутствием чистоты ядра-мишени.

В заключение авторы выражают глубокую благодарность академику АН ГССР Э.Л. Андроникашвили за постоянное стимулирование работы лаборатории, О.В. Канчели, И.Д. Манджavidзе и В.В. Абрамовскому за полезные обсуждения.

Литература

- [1] О.В.Канчели. Письма в ЖЭТФ, **18**, 465, 1973.
 - [2] М.И.Атанелишвили, О.Л.Бердзенишвили, Ю.Г.Вербецкий, Л.П.Гарсеванишвили, Ю.А.Громов, Т.А.Ломтадзе, Д.М.Котляревский, И.Д.Манджавидзе, В.Ф.Мацаберидзе, А.В.Стручалина и др. Письма в ЖЭТФ, **18**, 490, 1973.
 - [3] V.V.Ammosov et al. Nucl. Phys., **B58**, 77, 1973.
 - [4] E.R.Awunor-Remur et al. Nuovo Cim., **17**, 134, 1960.
 - [5] Ю.П.Горин и др. ЯФ, **18**, 336, 1973.
 - [6] З.В.Анзон, М.Г.Антонова, Э.Г.Боос, А.А.Горячих, Э.К.Каныгина, Г.С.Колячкина, П.В.Морозова, Н.П.Павлова, Ж.С.Такибаев, А.В.Холмецкая и др. Письма в ЖЭТФ, **17**, 655, 1973.
 - [7] Gotfrid. Ref. TH 1735-CERN, 1973.
 - [8] S.Lal et al. Report of Tata Institute for Fundamental Research, Bombay, 1961.
 - [9] G.R.Rao et al. Phys. Rev., **45**, 3211, 1967.
 - [10] E.Leader, U.Maor. Phys. Lett., **43B**, 505, 1973.
 - [11] Н.Л.Григоров и др. Доклад на международной конференции по космическим лучам, Будапешт, 1969, препринт НИИЯФ, МГУ, 1969.
 - [12] S.Babecki et al. Institute of Nuclear Physics, Cracow, Poland, Preprint INP, Report No842/PN, 1973.
-