

## ХАРАКТЕРИСТИКИ НУКЛОНОВ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЯДЕР ГРУППЫ ЖЕЛЕЗА С ЯДРАМИ Ag, Вг И ЯВЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ПИОНИЗАЦИИ

*В.В.Варюхин, Ю.Ф.Гагарин, Н.С.Иванова,  
Б.Н.Калинкин<sup>1)</sup>, С.Н.Колточник<sup>2)</sup>, В.Н.Куликов,  
В.Л.Шмонин<sup>2)</sup>, Е.А.Якубовский*

Получены экспериментальные характеристики протонов и  $\alpha$ -частиц — продуктов полного расщепления взаимодействующих ядер в столкновениях с малым параметром удара. Проведено сопоставление с расчетами по модели коллективного механизма взаимодействия — ядерной пионизации.

Наибольший интерес с точки зрения изучения динамики сильных взаимодействий и новых коллективных эффектов представляют столкнове-

---

<sup>1)</sup>ОИЯИ.

<sup>2)</sup>ИФВЭ АН КазССР.

ния ядер с максимальным числом взаимодействующих нуклонов. Важным требованием при этом является получение возможно более полных экспериментальных данных о всех продуктах расщепления сталкивающихся ядер. Такая информация практически отсутствует для взаимодействий ядер с энергией  $E_{\text{кин}} > 2 \div 3$  ГэВ/нуклон.

В данной работе рассмотрены взаимодействия ядер группы железа космических лучей с зарядом  $Z = 20 \div 26$  и  $E_{\text{кин}} = 2 \div 15$  ГэВ/нуклон с ядрами Ag, Вг релятивистской ядерной фотоэмульсии при почти полном перекрытии их геометрических сечений. Отобрано 20 событий с числом взаимодействующих нуклонов падающего ядра  $n_{\text{вз}} \geq 40$  по критерию:  $N_b + N_g = N_h \geq 30$  и  $N_b \leq 10$  [ $N_b$  и  $N_g$  — числа сильноионизирующих заряженных частиц с энергией  $E_{\text{кин}} \leq 31$  МэВ/нуклон и  $31 < E_{\text{кин}} \leq 450$  МэВ/нуклон, соответственно), и 12 событий с  $n_{\text{вз}} \sim 25$  по критерию:  $N_h \geq 30$  и  $N_b > 10$ . Проведен анализ энергетических распределений, распределений по поперечному импульсу  $p_{\perp}$  и быстройте  $y = \frac{1}{2} \ln(E + p_{\parallel}) / (E - p_{\parallel})$  ( $E$  — полная энергия,  $p_{\parallel}$  — продольный импульс) частиц с энергией  $E_{\text{кин}} < 450$  МэВ/нуклон, а также распределений по псевдобыстроте  $x = -\ln \text{tg } \theta/2$  всех протонов и  $\alpha$ -частиц — продуктов полного расщепления сталкивающихся ядер.

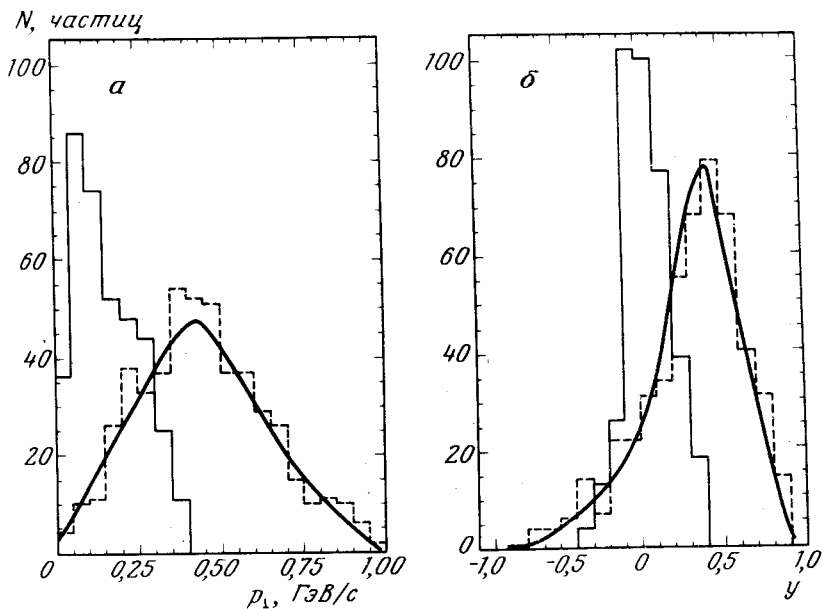


Рис. 1. Распределения частиц-продуктов расщепления ядра-мишени по поперечному импульсу (а) и быстройте (б). Гистограммы — эксперимент: сплошная — частицы с энергией 0 — 75 МэВ, пунктирная — с энергией 75 — 450 МэВ. Кривые — расчет для перекрытой части ядра-мишени. В распределениях частицы с  $Z \geq 2$  заменены соответствующим числом протонов

Целью работы является выделение в экспериментальных распределениях областей, обусловленных распадом различных частей взаимодействующих ядер, и сравнение данных эксперимента с расчетом по модели коллективного механизма взаимодействия [2].

$N$ , частиц

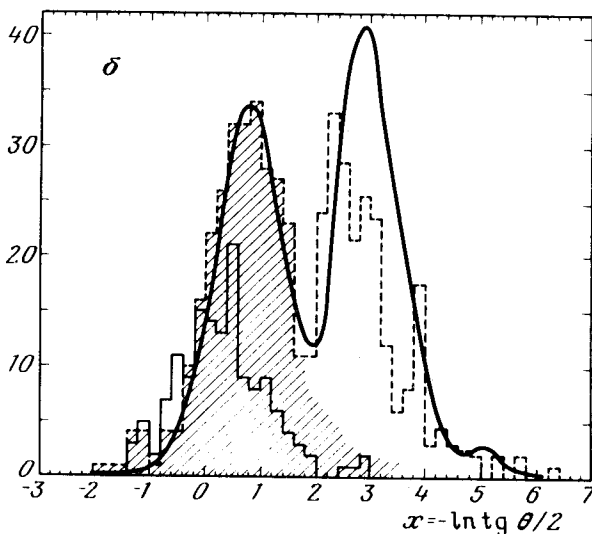
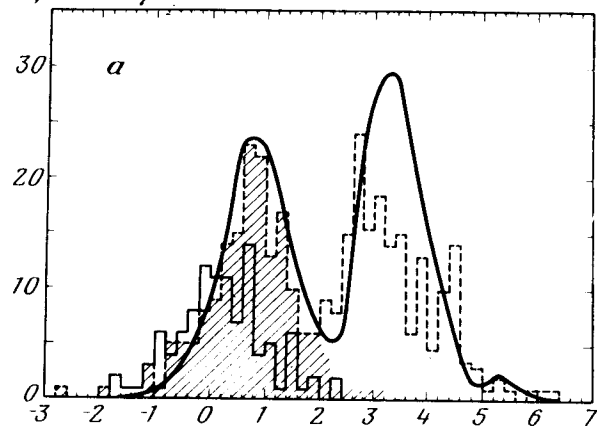


Рис. 2. Распределения по псевдобыстроте протонов и  $\alpha$ -частиц — продуктов полного расщепления сталкивающихся ядер в событиях с  $n_{B3} \geq 40$ : *a* — энергия падающего ядра  $E_{кин} = 7 - 15$  ГэВ/нуклон, 8 событий; *б* —  $E_{кин} = 2 - 7$  ГэВ/нуклон, 11 событий. Гистограммы — эксперимент: сплошная — частицы с  $E_{кин} \leq 75$  МэВ, пунктирная — частицы с  $E_{кин} > 75$  МэВ, заштрихованная гистограмма — частицы с  $E_{кин} = 75 - 450$  МэВ. Кривые — расчет для барионных кластеров, образованных перекрытыми частями ядра-мишени Ag, Br и падающего ядра Fe с  $E_{кин} = 8$  ГэВ/нуклон (*a*) и  $E_{кин} = 5$  ГэВ/нуклон (*б*)

Удобной характеристикой, позволяющей выделить области, в которых преобладает вклад продуктов расщепления перекрытых или неперекрытых в процессе взаимодействия частей ядер, является энергия частиц. Сравнение приведенных нами в работе [1] энергетических спектров в событиях с различной степенью перекрытия ядер,  $n_{B3} \geq 40$  и  $n_{B3} \sim 25$ , позволяет считать, что интервал энергии  $0 - 75$  МэВ/нуклон соответствует, в основном, частицам из неперекрытой части, частицы с энергией  $E_{кин} > 75$  МэВ испускаются, преимущественно, при распаде перекрытой части ядра-мишени. Этот вывод следует и из сопоставления распределений по  $p_x$  и  $y$ , которые существенно различны для частиц с энергией  $0 - 75$  МэВ/нуклон и  $75 - 450$  МэВ (рис. 1, *a, б*). В распределении по псевдобыстротам (рис. 2) наблюдается пространственное и энергетическое разделение протонов из перекрытых частей ядра-мишени (заштрихованная гистограмма) и падающего ядра при энергии  $E_{кин} \sim$

$\sim 450 \text{ МэВ}^1$ ). Энергетические спектры частиц из ядра-мишени ( $E_{\text{кин}} < 450 \text{ МэВ}$ ) в различных угловых интервалах приведены на рис. 3<sup>2)</sup>.

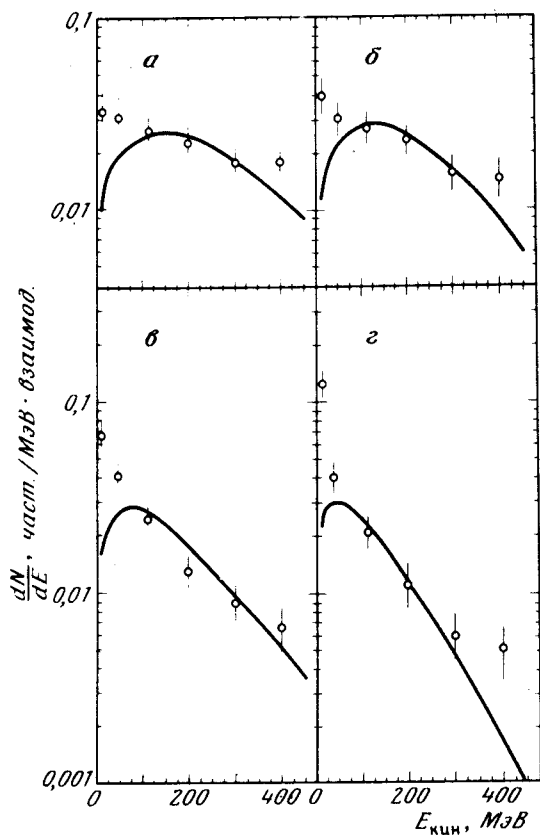


Рис. 3. Энергетический спектр частиц с энергией  $E_{\text{кин}} < 450 \text{ МэВ}$  в различных интервалах  $\cos \theta$ : 1,0 - 0,8 (а), 0,8 - 0,5 (б), 0,5 - 0 (в), 0 - (-1,0) (г), в событиях с  $n_{\text{ВЗ}} > 40$ . Кривые — расчет для перекрытой части ядра-мишени

Экспериментальные характеристики сравниваются с расчетом по модели ядерной пионизации [2]. Механизм ядерной пионизации предполагает коллективный срыв глюонных полей нуклонов из перекрытых частей сталкивающихся ядер и слияние этих полей в единый пионизационный кластер. Кварковая компонента нуклонов реализуется в виде двух возбужденных барионных кластеров, испускающих главным образом, нуклоны. Предполагается трансформация импульса  $\delta P$  глюонного поля адронов в возбуждение пионизационного кластера и сохранение кварковой компонентой импульса  $(1 - \delta)P$ , где  $\delta \approx 0,25$  — доля импульса адрона, принадлежащая его глюонному полю. Скорости и массы пионизационного и барионных кластеров определяются величиной параметра  $\delta$  и степенью возбуждения ядерного вещества, возникающего в результате ядерной пионизации. Распадная температура пионизационного кластера принимается равной  $T = \mu = 0,14 \text{ ГэВ}$ .

<sup>1)</sup> Протоны — продукты расщепления падающего ядра выделены из углового распределения всех ливневых частиц методом, изложенным в работах [3—5].

<sup>2)</sup> Характеристики частиц из ядра-мишени слабо зависят от энергии падающего ядра и на рис. 1 и рис. 3 приведены в интервале  $2 \div 15 \text{ ГэВ/нуклон}$ .

Результаты расчета для протонов — продуктов расщепления барионных кластеров, образованных перекрытыми частями ядер во взаимодействиях  $Fe + Ag, Br$  с параметром удара  $B \leq 2 \Phi$ , представлены на рис. 1 — 3. Наблюдается вполне удовлетворительное согласие данных расчета и экспериментальных характеристик частиц с энергией  $< 75$  МэВ при значении распадной температуры барионных кластеров  $T_N \approx 0,10$  ГэВ.

Проведенное сопоставление данных подтверждает положенный в основу модели [2] механизм ядерной пионизации, предполагающий образование двух барионных кластеров из перекрытых частей падающего ядра и ядра-мишени, и явно противоречит представлению о возникновении единой составной системы — ядерного фэйрбола, включающей перекрытые части сталкивающихся ядер и являющейся источником нуклонов и мезонов.

Физико-технический институт  
им. А.Ф.Иоффе  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
30 апреля 1979 г.

### Литература

- [1] Д.Г.Баранов, В.Г.Бобков, В.В.Варюхин, Ю.Ф.Гагарин, Н.С.Иванова, В.Н.Куликов, В.И.Лягушкин, В.Е.Мышкин, И.Г.Хилупо, Е.А.Якубовский. Письма в ЖЭТФ, 25, 127, 1977.
- [2] Б.Н. Kalinkin, S.N.Koltochnick, V. L.Shmonin. Preprint HEPI 61-78, Alma-Ata, 1978.
- [3] D.G.Baranov, V.V.Varyukhin, Yu. F.Gagarin et al XV Int. Cosmic Ray Conference, Plovdiv, Bulgaria, 1977. Conf. Papers, 7, 163, 1977.
- [4] Д.Г.Баранов, В.В.Варюхин, Ю.Ф.Гагарин и др. Препринт ФТИ № 562, Ленинград, 1977.
- [5] Д.Г.Баранов, В.В.Варюхин, Ю.Ф.Гагарин, Н.С.Иванова, Б.Н.Калинкин, С.Н.Колточник, В.Н.Куликов, В.Е.Мышкин, В.Л.Шмонин, Е.А.Якубовский. Письма в ЖЭТФ, 28, 475, 1978.