

## ОБ ОДНОЙ ОСОБЕННОСТИ ГЕНЕРАЦИИ АДРОНОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ АНТИНЕЙТРОНОВ С ЯДРАМИ

В.Ф. Андреев, П.С. Баранов, С.П. Баранов, С.В. Левонян, Ю.С. Поль, Л.В. Фильков

*Аномальная корреляционная зависимость выхода протонов от числа  $\pi$ -мезонов, возникающих в процессе взаимодействия антинейтронов с импульсом 6,1 ГэВ/с с ядрами тантала, анализируется на основе термодинамического подхода к описанию адронной материи.*

В работе /1/ была обнаружена аномальная корреляционная зависимость выхода вторичных протонов от числа  $\pi$ -мезонов, возникающих в процессе взаимодействия антинейтронов с импульсом 6,1 ГэВ/с с ядрами тантала. Отсутствие этой аномалии в ансамбле событий, обогатенных периферическими взаимодействиями  $\bar{n}$  Ta, позволяет связать ее с процессом аннигиляции  $\bar{n}$  внутри ядерного вещества. Сравнение с расчетами по каскадной модели взаимодействия антинуклонов с ядрами, проведенное в работе /2/, указывает на существование другого, альтернативного механизма генерации адронов в процессе внутриядерной аннигиляции.

В настоящей работе продолжен анализ вышеуказанной особенности на основе термодинамического описания ядерной материи.

Экспериментальные результаты /1, 2/ представим в виде диаграммы рис. 1, где по осям отложены множественности протонов  $N_p$  и заряженных пионов  $N_{\pi^\pm}$ , а числа точек на пересечении строк и столбцов указывают количество событий данного типа. На диаграммах отчетливо прорисовываются два максимума: один

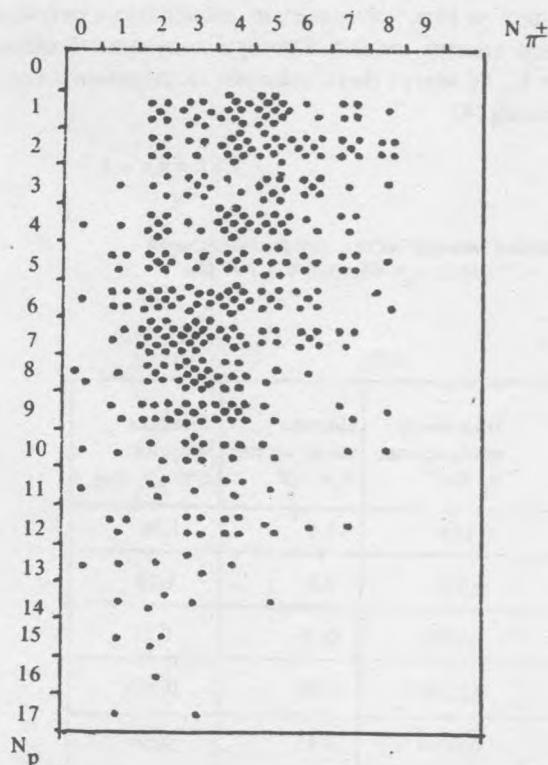


Рис. 1. Распределение событий по множественностям протонов  $N_p$  и  $\pi^\pm$ -мезонов  $N_{\pi^\pm}$  во взаимодействиях  $\bar{n}$  Ta /1/. Полное число событий 370.

расположенный в области  $N_p = 7,5$ ,  $N_{\pi^\pm} = 2,5$ ; другой – в области  $N_p = 1,5$ ,  $N_{\pi^\pm} = 4,5$ . При усреднении числа протонов в каждом столбце получим корреляционную зависимость рис. 2 работы /1/, причем события из области первого максимума и составляют обсуждаемую особенность – аномально большое отношение  $N_p/N_{\pi^\pm}$ . События из области второго максимума хорошо воспроизводятся моделью внутриядерных каскадов /2/.

Диаграмма рис. 1 дает представление о распределении событий. Ширины максимумов по каждой из координат таковы, что качественно не противоречат предположению об их статистическом происхождении.

Рассмотрим возможность интерпретации событий в первом максимуме (с большим  $N_p/N_{\pi^\pm}$ ), основанную на гипотезе об образовании кластера разогретого термодинамически равновесного адронного вещества. Для описания разогретого адронного вещества воспользуемся уравнениями состояния /3/, основанными на распределениях Ферми и Бозе для массивных частиц. Отличная от нуля плотность барионного заряда в ядре учитывается в этих распределениях химическими потенциалами. Все наблюдаемые величины выражаются через три термодинамических параметра: химический потенциал легких кварков  $\mu_u$  (для простоты предполагаем полную изотопическую симметрию), химический потенциал странных кварков  $\mu_s$  и температуру  $T$ . Значения этих параметров находятся из следующих условий: 1) полная странность в системе равна нулю; 2) ядро предполагается несжатым, поэтому плотность барионного заряда  $n_B \approx 0,20 \text{ Фм}^{-3}$ ; 3) соотношение между числом пионов и числом нуклонов должно соответствовать экспериментальной величине.

Рассмотрим первый максимум с  $N_p = 7,5$  и  $N_{\pi^\pm} = 2,5$ . Учитывая ненаблюдаемые нейтроны ( $N_n \approx 1,5N_p$ ) и нейтральные пионы ( $N_{\pi^0} = N_{\pi^\pm} \approx N_p$ ); получим оценку отношения  $N_N/N_\pi \approx 5$ . Указанным значениям соответствует набор параметров  $\mu_u = 277 \text{ МэВ}$ ,  $\mu_s = 66 \text{ МэВ}$ ,  $T = 80 \text{ МэВ}$ . Полный объем разогретой зоны (капли) равен  $100 \text{ Фм}^3$  (при  $n_B = 0,20 \text{ Фм}^{-3}$ ). Получающиеся при этом предсказания для множественностей других частиц приведены в табл. 1. Там же приведены предсказания относительно средней энергии частиц.

Хотя температуры всех сортов частиц полагаются одинаковыми (равновесное состояние), массы этих частиц и их химические потенциалы различны, поэтому и средние энергии частиц различаются. Следовательно, аккуратный учет массы частиц необходим при определении температуры по наклону распределений  $d(\ln N)/dp_T^2$ ,  $d(\ln N)/dE$ .

Предположение о несжатости ядерного вещества (касающееся плотности барионного заряда) в значительной мере произвольно, однако мы остановились на нем, поскольку не располагаем разумными теоретическими соображениями, позволяющими оценить степень сжатия. Размеры излучающей области  $V$  и соответствующая плотность барионного заряда  $n_B = N_N/V$  могут быть найдены экспериментально по наблюдениям корреляций между тождественными частицами /4/.

Таблица 1

*Множественность и средние энергии частиц, предсказываемые при  $T = 80 \text{ МэВ}$ ,  $\mu_u = 277 \text{ МэВ}$ ,  $\mu_s = 66 \text{ МэВ}$ ,  $V = 100 \text{ Фм}^3$*

Тип частиц	Плотность числа частиц $n_i, \text{ Фм}^{-3}$	Полное число частиц $N_i = n_i V$	Средняя энергия $\langle E \rangle_i, \text{ ГэВ}$
$n + p$	0,166	16,6	1,08
$\Delta + \Delta^0 + \Delta^+ + \Delta^{++}$	0,029	2,9	1,23
$\Lambda^0 + \Sigma^- + \Sigma^0 + \Sigma^+$	0,0036	0,36	1,25
$\pi^- + \pi^0 + \pi^+$	0,0108	1,08	0,305
$K^0 + K^+$	0,0044	0,44	0,64

Таким образом, при взаимодействии антинуклонов с тяжелыми ядрами возможны два механизма генерации вторичных частиц: в результате развития внутриядерного каскада и вследствие распада разогретой области (кластера) материи. Вопрос о природе этого кластера требует дальнейшего экспериментального изучения: определения температуры и объема кластера, более детального количественного анализа состава и спектров вторичных частиц. В случае совпадения измеренных характеристик с предсказанными в настоящей работе можно заключить, что образуется горячий адронный кластер. В случае образования капли кварк-глюонной плазмы указанные характеристики были бы качественно другими /5/.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев В. Ф. и др. Письма в ЖЭТФ. 45, 519 (1987).
2. Андреев В. Ф. и др. ЯФ. 51, в. 1 (1990).
3. Баранов С. П., Фильков Л. В. ЯФ. 47, 1423 (1988).
4. Копылов Г. И., Подгорецкий М. И. ЯФ. 18, 656 (1973).
5. Баранов С. П., Фильков Л. В. ЯФ. 48, 985 (1988); ЯФ. 49, 1455 (1989).

Поступила в редакцию 26 июля 1989 г.