

ВЕРХНИЙ ПРЕДЕЛ СОДЕРЖАНИЯ АНТИЯДЕР В ПЕРВИЧНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ

И. С. Иванова, В. И. Куликов, Е. А. Якубовский

Вопрос о симметрии мира относительно содержания вещества и антивещества во Вселенной является одним из наиболее интересных вопросов современной астрофизики.

Оценки верхнего предела содержания антиядер ($Z \geq 3$) в космических лучах были получены в нескольких фотоэмульсионных работах [1 - 4], использовавших баллоны [1, 2] и спутники [3, 4]. Кроме того, в самое последнее время в двух работах [5, 6] применялась другая методика для обнаружения антиядер с $Z = 2$ [5] и $Z \geq 6$ [6].

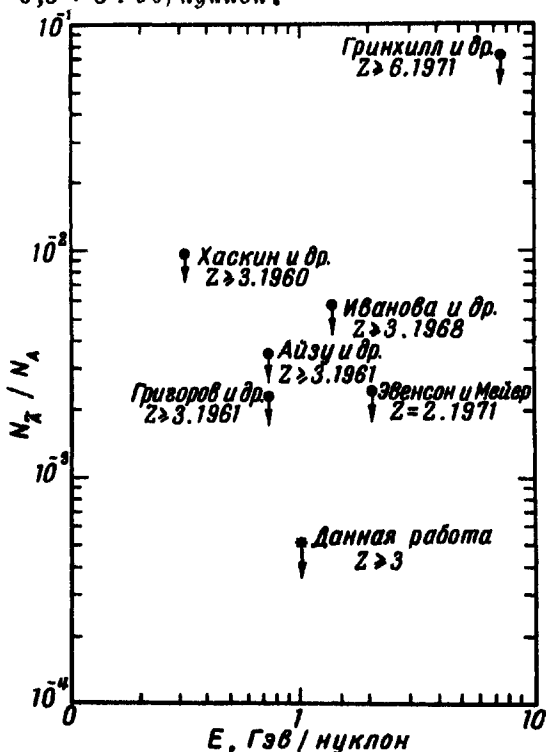
В фотоэмульсии поиски антиядер производились среди останавливающихся многозарядных частиц. В нашей работе [4] рассматривались поправки, которые нужно вводить при определении верхнего предела антиядер, если учитывать разницу в сечениях взаимодействия ядер и антиядер в эмульсии.

В связи с этим для эмульсии было рассмотрено торможение и взаимодействие обычных ядер и торможение и взаимодействие с учетом аннигиляции на лету для антиядер. В результате было показано, что при одинаковых энергетических и зарядовых распределениях ядер и антиядер, попадающих в эмульсионную камеру (глубиной 10 см), число остановившихся антиядер будет примерно в 2 раза (0,48) меньше, чем число обычных многозарядных частиц. Этот коэффициент необходимо учитывать при определении верхнего предела содержания, антиядер. В работе [4] значение $N_{\bar{A}}/N_A < 0,59\%$ было получено на основании исследования останавливающихся первичных ядер, зарегистрированных в эмульсии, облученной на спутнике "Космос-4" с учетом всех необходимых поправок.

В настоящее время, используя данные о числе оканчивающихся многозарядных частиц ($Z \geq 3$), которые были зарегистрированы в процессе других наших работ при просмотре эмульсий, облученных на спутниках ("Космос-213" и "Союз-5") и автоматических межпланетных станциях ("Зонд-5" и "Зонд-7"), можно уменьшить этот верхний предел

на порядок величины. В общей сложности зарегистрировано 2750 оканчивающихся в эмульсии многозарядных ядер¹⁾. С учетом упомянутой выше поправки получим значение верхнего предела антиядер, равное $N_{\bar{A}}/N_A < 0,07\%$. Этот предел может быть еще уменьшен, если объединить с нашими данными результаты других работ [1 - 3] по числу зарегистрированных остановившихся в эмульсии тяжелых ядер. Из этих объединенных данных с учетом поправок получим значение $N_{\bar{A}}/N_A < 0,05\%$, т. е. количество антиядер в окрестностях Земли и Луны, во всяком случае, меньше $5 \cdot 10^{-4}$ от многозарядной составляющей обычных ядер.

На Австралийской Международной конференции по космическим лучам (август 1971 г.) была доложена работа [5] об определении верхнего предела содержания анти- α -частиц в первичном космическом излучении. В данной работе использовался постоянный магнит (5,5 кГс) в сочетании с искровыми и сцинтилляционными счетчиками. Облучение аппаратуры проводилось на баллонах в течение 43,5 час при среднем давлении остаточной атмосферы $3,9 \text{ г/см}^2$. Получен верхний предел содержания анти- α -частиц, $N_{\bar{\alpha}}/N_{\alpha} < 0,24\%$ в интервале энергий $0,3 \pm 3 \text{ Гэв/нуклон}$.



Данные о верхнем пределе относительного содержания антиядер в первичном космическом излучении по результатам разных авторов

В области высоких энергий $5,0 \leq E \leq 9 \text{ Гэв/нуклон}$ поиски антиядер ($Z \geq 6$) проводились в работе [6]. Авторы использовали на низких широтах особенности геомагнитного обрезания по жесткости для положительных и отрицательных частиц, идущих в определенном направлении. Детектором служил телескоп из сцинтилляционных счет-

¹⁾ Исследуемая область энергии ядер, останавливающихся в наших камерах, $E \leq 1 \text{ Гэв/нуклон}$.

чиков в сочетании с газовым черенковским счетчиком. Получено значение $N_A \sim / N_A < 7,5\%$.

На рисунке собраны данные о верхнем пределе содержания антиядер в космических лучах, полученные различными авторами. Точки, полученные фотоэмульсионным методом, отнесены к верхнему значению исследуемого интервала энергии, а результаты работ [5, 6] – к средневзвешенному значению энергии. Отметим, что учет поправки на разницу в сечениях взаимодействия ядер и антиядер в эмульсии сделан лишь в нашей прежней работе [4] и в настоящей работе. Введение такой поправки в данные работ [1 – 3] должно увеличить полученное значение верхнего предела примерно в 2 раза (для глубины эмульсии ~ 10 см).

Из данных, приведенных на рисунке видно, что точность определения верхнего предела антиядер в настоящей работе значительно превышает все, имеющиеся ранее.

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

Поступила в редакцию
23 января 1972 г.

Литература

- [1] Д.М.Хаскин, П.Л.Джейн, Е.Лорман, М.Шейн, М.Тойхер. Труды Московской Междунар. конф. по космическим лучам. 3, 138, 1960.
 - [2] H.Aizu, Y.Fujimoto, S.Hasegawa, M.Koshiha, I.Mito, J.Nishimura, K.Yokoi. Phys Rev., 121, 1206, 1961.
 - [3] Н.Л.Григоров, Д.А.Журавлев, М.А.Кондратьева, И.Д.Рапопорт, И.А.Савенко. Сб. Иск. Спутн. Земли, изд. АН СССР, вып. 10, стр. 96, 1961.
 - [4] Н.С.Иванова, Ю.Ф.Гагарин, В.Н.Куликов. Космические исследования, 6, 83, 1968.
 - [5] P.Evenson, P.Meyer. 12th International Conference on Cosmic Rays (august 1971), Australia, Conference Papers 1, p.138.
 - [6] I.G.Greenhill, A.R.Clarke, H.Elliot. Nature, 230, 170, 1971.
-