

ПОИСК НЕЙТРОННОЙ АКТИВНОСТИ МИШЕНЕЙ, ОБЛУЧЕННЫХ 70 ГэВ ПРОТОНАМИ

*А. П. Бугорский*¹⁾, *Г. С. Висякин*, *В. Н. Выродов*,

И. И. Гуревич, *Б. Ф. Кириллов*, *Ю. В. Козлов*,

В. П. Мартемьянов, *С. В. Сухотин*, *В. Г. Тарасенков*,

С. Х. Хакимов

Проведены измерения γ и нейтронной активностей мишеней через два года после их облучения 70 ГэВ протонами. Определена граница сечения образования нейтронных излучателей в протон-ядерных столкновениях.

Эта работа была инициирована проблемой сверхплотных ядер. Теория пионной конденсации, развитая в работах Мигдала [1, 2] обращает внимание на то, что, начиная с некоторой критической плотности, ядерное вещество может перейти в состояние с пионным конденсатом. Существующая неопределенность в выборе некоторых констант не позволяет однозначно решить вопрос о величине энергии связи на нуклон для аномальных ядер в сравнении с обычными ядрами. Большинство экспериментов по проблеме сверхплотных ядер [3 и обзор в этой работе] было нацелено на поиск аномальных ядер с энергией связи большей (иногда существенно), чем для обычных ядер. В данном эксперименте осуществлен

¹⁾ Сотрудник института физики высоких энергий.

поиск метастабильных сверхплотных ядер по спонтанным переходам в обычные ядра.

Для получения сверхплотных ядер мишени Al, Cu, Sn с числом ядер по $\sim 10^{23} \text{ см}^{-2}$ и РЬ ($5 \cdot 10^{22} \text{ см}^{-2}$) были облучены протонами с энергией 70 ГэВ при интегральной интенсивности $\approx 1,1 \cdot 10^{16}$. Хотя облучение энергичными тяжелыми ионами представляется более обещающим с точки зрения синтеза сверхплотных ядер [4], нельзя исключить их образования и в протонном пучке за счет менее вероятных каналов реакции и вторичных процессов, особенно, учитывая большие интегральные интенсивности протонных пучков.

Методика эксперимента была основана на наблюдении нейтронной и γ -активностей облученных образцов в предположении, что время жизни образовавшихся сверхплотных метастабильных ядер $\gtrsim 1$ года.

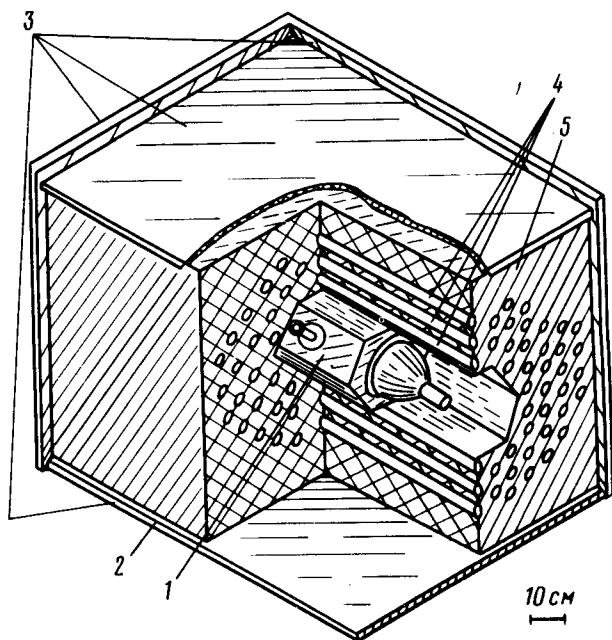


Рис. 1. Общий вид комбинированного детектора: 1 — сцинтилляционный детектор, 2 — облученная мишень, 3 — пластины активной защиты от космических μ , 4 — нейтронные счетчики (He^3), 5 — замедлитель нейтронов

Эксперимент проводился на комбинированной установке (рис. 1), состоящей из нейтронного и сцинтилляционного детекторов. Последний содержит примерно 15 кг сцинтилляционного фторбензола C_6F_6 . Эффективность регистрации нейтронов спектра деления была равна $\sim 0,5$. В эксперименте измерялась энергия γ -квантов и число (кратность) нейтронов, зарегистрированных в течение временного окна, стартом для которого мог служить как импульс от сц. детектора (γ -старт), так и импульс от первого нейтрона. Стартовый импульс вырабатывался только при условии, что перед ним не было никаких импульсов в течение времени не меньшего, чем временное окно регистрации нейтронов.

Режим работы с γ -стартом был использован в предположении наличия коррелированных " γ - n " событий (аналогично спонтанному делению ядер), что дает более полную картину исследуемых переходов.

Интервал измеряемой энергии γ -квантов составлял [$\sim 1,5 \div 10 \text{ МэВ}$] и определялся в основном загрузками аппаратуры ($600 \div 700 \text{ имп} \cdot \text{сек}^{-1}$).

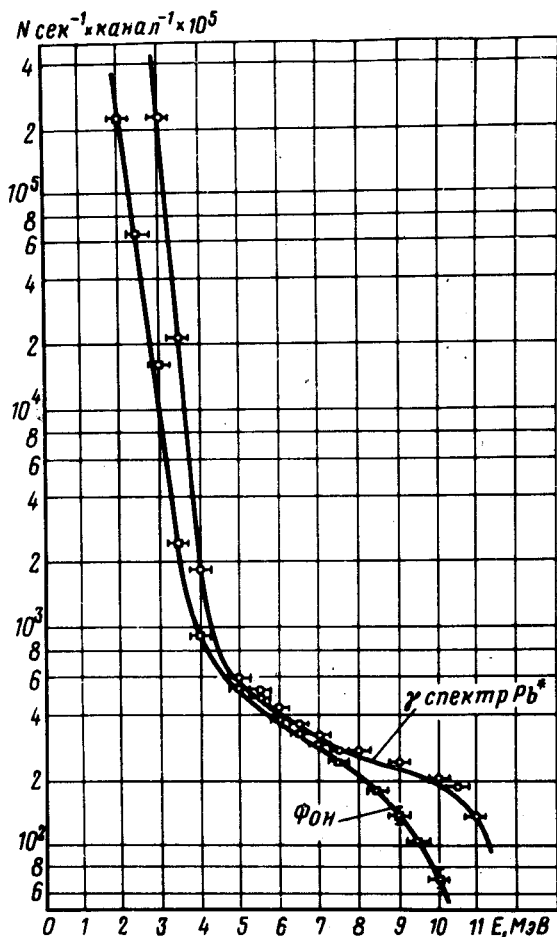


Рис. 2. Дифференциальные γ -спектры Pb^* и фона при нулевой кратности нейтронов:
 ● — γ -спектр Pb^* , □ — γ -спектр фона, ширина канала 0,5 МэВ

Эффект. Нейтронная активность (события $\text{сек}^{-1} \cdot 10^5$)

Кратность нейтронов \ Мишень	1	2	3	4	5
Al*	-164 ± 88	8 ± 21	$5,7 \pm 10,4$	$5,4 \pm 5,0$	$2,7 \pm 2,0$
Cu*	9 ± 91	51 ± 22	$-4,3 \pm 10,5$	$2,9 \pm 4,9$	$-0,3 \pm 1,6$
Sn*	162 ± 91	58 ± 21	$1,4 \pm 10,5$	$-4,3 \pm 4,6$	$-0,7 \pm 1,6$
Pb*	104 ± 90	43 ± 22	$8,9 \pm 10,4$	$-5,9 \pm 4,3$	$3,7 \pm 2,1$

Длительность временного окна регистрации нейтронов была выбрана 200 мксек. Для учета случайных совпадений использовалась методика генератора, старты от которого статистически подмешивались к нейтронным и γ -стартам. Измерения проводились отдельно с каждым облу-

ченным металлом (Al^* , Cu^* , Sr^* , Pb^*), длительность набора статистики в каждом случае составляла $2 \cdot 10^5$ сек по "живому времени". Фоновые измерения с необлученными образцами общей длительностью $3,6 \cdot 10^5$ сек проводились периодически в процессе эксперимента.

На рис. 2 представлены результаты измерений с поправкой на случайные совпадения, приведенные ко времени 10^5 сек. В таблице представлен эффект по измерению нейтронной активности вне зависимости от типа старта.

Полученные результаты для каждого элемента в отдельности не выявляют положительного эффекта с достаточной степенью достоверности. Верхняя граница сечения образования метастабильных сверхплотных ядер на 95-% уровне достоверности оценивается величиной:

$$\frac{\sigma}{\tau} \leq 3 \cdot 10^{-34} \text{ см}^2/\text{год}$$

где τ — время жизни аномального ядра в годах.

Наблюдаемое различие в γ -спектрах Pb^* и фона в интервале энергий $5 \div 10$ МэВ (рис. 2) требует более тщательных измерений в низкофоновых условиях с использованием спектрометра полного поглощения.

Следует заметить, что даже из достоверного наблюдения нейтронной активности еще не следует однозначного вывода о существовании сверхплотных ядер, однако, учитывая сравнительно большой промежуток времени после облучения на ускорителе (2 года) это представляло бы несомненный интерес.

Институт атомной энергии
им. И.В.Курчатова

Поступила в редакцию
8 августа 1980 г.

Литература

- [1] A. V. Migdal. Rev. Mod. Phys., **50**, 107, 1978.
- [2] A. V. Migdal. et al. Phys. Lett., **65B**, 423, 1976.
- [3] К.Я. Громов и др. "Эксперименты по поиску суперплотных ядер". Препринт Р1-12527, Дубна 1979.
- [4] В.М. Галицкий. УФН, 1976 г., стр. 138; Письма в ЖЭТФ, **25**, 175, 1977; В.М. Галицкий, И.Н. Мишустин ИАЭ-2783, 1977.