

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



6/2-78
Р6 - 11030

Н - 636

653/2-78

В.Г.Николенко, А.Б.Попов, Г.С.Самосват,
Хван Чер Гу

ПОИСКИ СВЕРХПЛОТНЫХ ЯДЕР
В АКТИВНОЙ ЗОНЕ РЕАКТОРА

1977

P6 - 11030

В.Г.Николенко, А.Б.Попов, Г.С.Самосват,
Хван Чер Гу

ПОИСКИ СВЕРХПЛОТНЫХ ЯДЕР
В АКТИВНОЙ ЗОНЕ РЕАКТОРА

Направлено в "Письма в ЖЭТФ"



Поиски сверхплотных ядер в активной зоне реактора

Описана попытка обнаружить переход ядер в сверхплотное состояние, сопровождающийся большим энерговыделением. Установлено, что выходы γ -квантов с энергией 30-100 МэВ и нейтронов с энергией 40-200 МэВ не превышают соответственно $3 \cdot 10^{-8}$ и $9 \cdot 10^{-7}$ на акт деления в импульсном реакторе ИБР-30.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1977

Search for Superdense Nuclei in the Reactor Core

An attempt was made to observe the transition of nuclei into superdense state which was accompanied by great energy release. It is established that the yield of ~ 30 -100 MeV γ -quanta and ~ 40 -200 MeV neutrons does not exceed, respectively, $3 \cdot 10^{-8}$ and $9 \cdot 10^{-7}$ per act of fission in a pulsed fast reactor IBR-30.

The investigation has been performed at the Neutron Physics Laboratory, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1977

1. Несмотря на отрицательные результаты экспериментов^{/1-8/} по поиску гипотетических сверхплотных ядер /СПЯ/, фундаментальность этой проблемы побуждает искать новые пути их наблюдения. В настоящей работе описана попытка обнаружить СПЯ с повышенной энергией связи в активной зоне реактора путем наблюдения вылетающих из него γ -квантов и нейтронов аномально высоких энергий. Этот опыт дает оценку вероятности деления ядер зоны $\sim 75\%$ ^{239}Pu и 25% ^{235}U /, при котором один или оба осколка оказываются в СП состоянии. При таком делении избыток энергии может привести к повышенным энергиям нейтронов и γ -квантов деления. Не исключена также возможность задержанного высокоэнергетического γ -излучения радиоактивных СП осколков^{/8/}. Заметим, что целесообразность поиска СПЯ среди осколков деления отмечалась в^{/9/}.

2. Поиск жестких γ -квантов проводился при средней мощности импульсного реактора ИБР-30 ~ 20 кВт и полуширине его всплеск ~ 100 мкс с помощью двух цилиндрических кристаллов NaJ(Tl) размерами 10×10 см, установленных в 70 м от реактора. При пороге регистрации 30 МэВ для подавления наложения импульсов от мягких γ -лучей в пучок пришлось поместить водяной фильтр толщиной 275 см. Первая серия измерений состояла в 120-часовом накоплении временного спектра импульсов в неизменных условиях. Во второй серии было зарегистрировано 160 пар спектров, соответствующих чередовавшимся 15-минутным экспозициям с детектором в пучке и вне пучка^{/10/}. Участок спектра, полученного в первой серии измерений, показан на рис. 16

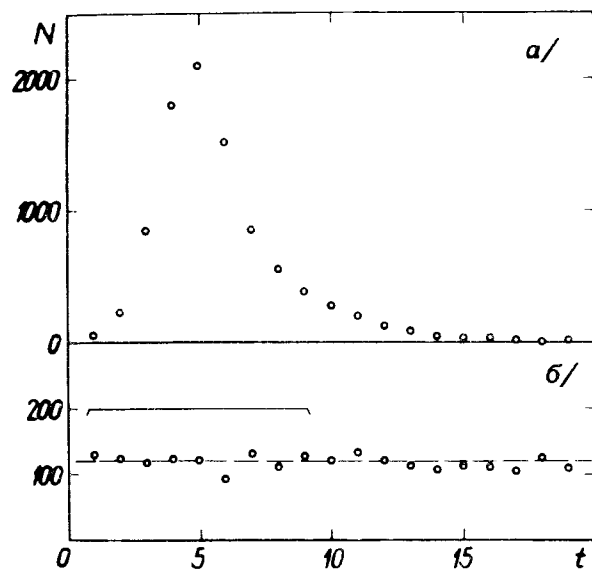


Рис. 1а,б

/t - номер канала шириной 32 мкс, N - число отсчетов в канале/; на рис. 1а для сравнения показан спектр, снятый при пороге детектора 10 МэВ.

3. Спектр нейтронов деления исследовался по времени пролета базы 1000 м при мощности ~6 кВт и полуширине вспышек ~3 мкс с помощью пластического сцинтиллятора ϕ 10 см и толщиной 9 см. Для снижения γ -фона в пучок помещался свинцовый фильтр толщиной 12,5 см. На рис. 2 показаны временные спектры импульсов, полученные при разных амплитудных порогах за 175 часов при ширине канала 0,5 мкс. На ровном фоне космического происхождения в области спектра, соответствующей каналам 32-37, наблюдается пик от вспышки тормозного γ -излучения бустера, за ним - "хвост" от γ -лучей деления /на спектре рис. 2б он подавлен порогом/; в области, соответствующей каналам от ~55 и далее, расположен нейтронный пик. Шкала E_n на рис. 2 - энергия нейтронов.

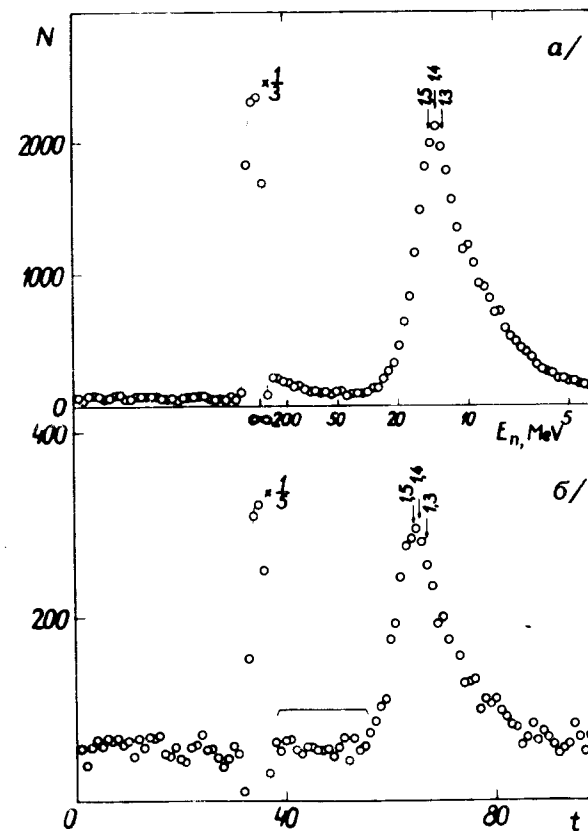


Рис. 2а,б

4. Оценка выхода частицы на акт деления δ получается из соотношения

$$A = 3 \cdot 10^{13} W T \delta \kappa \epsilon \frac{\omega}{4\pi}, \quad /1/$$

где A - счет детектора, W - мощность реактора в кВт, κ - пропускание веществ, разделяющих точку рождения и детектор частицы, ω и ϵ - телесный угол и эффективность детектора, T - время измерения в секундах. Для

мгновенных γ -квантов / $\tau_{1/2} \lesssim 100$ мкс/ за А принималась разность отсчетов в области спектра на рис.16, соответствующей 9 первым каналам, и среднего фона по следующим 4000 каналам, которая составила 3 ± 33 . При $A < 33$, $\kappa \approx 2 \cdot 10^{-5}$ /с учетом конструкции реактора/ из /1/ получается

$$\delta_{\gamma} / \tau_{1/2} \lesssim 100 \text{ мкс} / < 3 \cdot 10^{-8}.$$

Горизонтальность спектра во всем диапазоне анализатора $\sim 0,13$ с позволяет оценить выход и задержанного излучения. Так,

$$\delta_{\gamma} (100 \lesssim \tau_{1/2} \lesssim 10000) < 3 \cdot 10^{-9} \sqrt{\tau_{1/2}},$$

где $\tau_{1/2}$ - в мкс. Результат второй серии измерений / $A = -650 \pm 780$ /, полученный как разность отсчетов детектора в пучке и вне его, дает оценку выхода еще более задержанных γ -квантов:

$$\delta_{\gamma} / 1 \text{ с} \lesssim \tau_{1/2} \lesssim 1 \text{ день} / < 3 \cdot 10^{-6}.$$

5. Величина эффективности регистрации нейтронов извлекалась из сравнения площади и положения пика с расчетом при приемлемых температурах θ испарительного спектра /на рис. 2 стрелками отмечены расчетные положения максимумов для $\theta = 1,3; 1,4; 1,5$ МэВ/. Средний выход нейтронов

$$\delta_n < 9 \cdot 10^{-7}$$

в интервале 40-200 МэВ был получен из /1/ при $A < 39$ /разность счета в области спектра на рис. 26, соответствующей каналам 38-54, и фона составила 2 ± 39 / в средних $\kappa \approx 0,02$, $\epsilon \approx 0,03$.

6. Результаты первой серии измерений позволяют также оценить предельное содержание СПЯ, предполагая реакцию (n, γ) на них. Поскольку тепловые нейтроны имеют только в замедлителе ИБРа-30, в расчетах интенсивности реакции внутри реактора вместо сечения 1000 барн⁴ бралось сечение 0,1 барн для спектра де-

ления. Оказалось, что атомные концентрации СПЯ в водяном замедлителе, вольфрамовом отражателе и делящемся материале реактора не превышают $2 \cdot 10^{-12}$, $2 \cdot 10^{-8}$ и $5 \cdot 10^{-7}$ соответственно.

Авторы благодарны Л.Б.Пикельнеру за полезные обсуждения, Ш.Салаи и В.А.Вагову за автоматизацию измерений и В.Т.Руденко, Е.П.Шабалину, А.Д.Рогову за информацию о реакторе ИБР-30.

ЛИТЕРАТУРА

1. Price P.B., Stevenson J. *Phys.Rev.Lett.*, 1975, 34, p.409.
2. Price P.B. *Bull.Am.Phys.Soc.*, 1975, 20, p.594.
3. Frankel S. e.a. *Phys.Rev.*, 1976, C13, p.737.
4. Holt R.J. e.a. *Phys.Rev.Lett.*, 1976, 36, no.4, p.183.
5. Frankel K., Stevenson J. *Phys.Rev.*, 1976, C14, p.1455.
6. Алешин В.И. и др. *Письма в ЖЭТФ*, 1976, 24, с.114.
7. Бугорский А.П. и др. *ОИЯИ*, 13-10216, Дубна, 1976.
8. Kulikov A., Pontecorvo B. *Phys.Lett.*, 1977, 66B, p.136.
9. Migdal A.V. e.a. *Phys.Lett.*, 1976, 65B, p.423.
10. Вагов В.А., Жуков Г.П., Салаи Ш. В сб.: *I Всесоюзное совещание по автоматизации научных исследований в ядерной физике*. Изд. ИЯИ АН УССР, Киев, 1976, с.19-21.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 октября 1977 года.