

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P1-81-258

А. Абдивалиев, А. Н. Зубарев, Н. А. Коржев,
А. Г. Кочуров, А. В. Никитин, В. Н. Печенов,
Н. А. Смирнов, В. П. Соколов, М. И. Соловьев,
Ю. А. Троян

**ПОИСК РАСПАДОВ СВЕРХПЛОТНЫХ ЯДЕР
В ДВУХМЕТРОВОЙ ПРОПАНОВОЙ КАМЕРЕ**

Направлено в ЖЭТФ

В настоящей работе произведен поиск необычных распадов, которые могли бы происходить в результате образования сверхплотных ядер. С этой целью пропановая двухметровая камера ЛВЭ ОИАИ облучалась потоками протонов, α -частиц и ядер углерода. В камеру помещались мишени из ${}_{73}\text{Ta}^{181}$, ${}_{82}\text{Pb}^{208}$, ${}_{28}\text{Ni}^{58}$, ${}_{29}\text{Cu}^{63}$ с длинами 0,2; 1 и 0,6; 0,6; 0,6 см соответственно.

Суть метода изложена в нашей первой работе [1]. Она заключается в том, что первичные частицы сбрасываются в камеру в то время, когда давление в ней настолько велико, что условия для образования пузырьков еще нет. Частицы активируют мишени и рабочую жидкость камеры. Через некоторое время порядка нескольких миллисекунд, которое мы называем "мертвым временем", когда давление в камере упадет настолько, что есть условия для формирования хорошо видимого трека, начинается регистрация распадов; интервал времени для наблюдения распадов определяется от конца "мертвого времени" до вспышки света /практически он несколько меньше, т.к. надо дать выдержку на рост пузырьков до необходимого размера/.

В этих условиях в камеру можно сбрасывать большие потоки частиц /до $10^6 \div 10^7$ частиц в цикл в данных условиях эксперимента/. Это дает возможность исследовать процессы, идущие с сечениями порядка $10^{-33} \div 10^{-34}$ см². Единственным физическим фоном является фон от космических лучей, в которых могут образовываться энергичные γ -кванты, дающие в мишенях и в пропане камеры в результате комптоновского рассеяния и процесса образования пар электроны и позитроны больших энергий. Однако этот фон легко оценивается в камере, хотя и требует большой просмотровой работы.

В табл. 1 приведены характеристики выполненных экспериментов.

Мишень ${}_{6}\text{C}^{12}$ -углерод, содержащийся в пропане на длине 52 см.

Если в облучениях протонами с импульсом 1,9 ГэВ/с, α -частицами и ядрами углерода поток частиц на камеру в одном цикле был порядка $10^2 - 10^3$ част./цикл и был надежно измерен сцинтилляционными счетчиками, расположенными перед камерой, то в облучениях протонами с импульсами 3,36 и 9,86 потоки частиц были порядка 10^5 , и при длительности сброса ≈ 1 мс возникают просчеты в электронной аппаратуре. Поэтому оценка потока в двух последних случаях производилась по количеству наблюден-

Таблица 1

Сорт ядра-снаряда	ρ	ρ	ρ	α	σ_{C}^{12}
Импульс ядра-снаряда, ГэВ/с (миллон)	1,90	3,36	9,86	0,95	3,36
Сорт ядра-мишени	$^{28}\text{Ni}^{58}$ $^{22}\text{Pb}^{208}$ $^{29}\text{Cu}^{63}$ $^6\text{C}^{12}$	$^{22}\text{Pb}^{208}$ $^6\text{C}^{12}$	$^{73}\text{Ta}^{181}$ $^6\text{C}^{12}$	$^{28}\text{Ni}^{58}$ $^{22}\text{Pb}^{208}$ $^{29}\text{Cu}^{63}$ $^6\text{C}^{12}$	$^{28}\text{Ni}^{58}$ $^{22}\text{Pb}^{208}$ $^{29}\text{Cu}^{63}$ $^6\text{C}^{12}$
Суммарный поток частиц	$6,6 \cdot 10^6$	$1,3 \cdot 10^9$	$2,4 \cdot 10^8$	$6,9 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^6$
число кадров	4370	64000	5200	4350	2500

ных e^+ от распадов радиоактивного азота $^7\text{N}^{12}$. Сечение образования этого ядра в реакции $p + ^6\text{C}^{12} \rightarrow ^7\text{N}^{12}$ оценивалось с использованием данных работы 18 , где оно определено при двух значениях первичной энергии. Т.к., по-видимому, указанная реакция происходит через π -мезонный обмен, то ее сечение должно падать с энергией обратно пропорционально падающему импульсу в некоторой степени. Подгонка к данным работы 21 дает для сечения реакции $p + ^6\text{C}^{12} \rightarrow ^7\text{N}^{12}$ значение $\sigma(P) = 0,086 \cdot (P)^{-0,87}$ мб, где P - импульс в ГэВ/с.

На рис. 1 представлены в относительных единицах спектры распадных позитронов в камере в области пучка первичных протонов для разных импульсов падающих частиц. Видно подобие спектров. Пик при энергии позитронов от 8 до 9 МэВ обязан процессу распада $^7\text{N}^{12}$ /максимальная энергия e^+ в нем равна 16,4 МэВ/. Однако в область энергий позитронов ≥ 8 МэВ дают вклад позитронные распады других ядер, например, $^5\text{B}^8$ /максимальная энергия распада 14 МэВ/. Если принять, что вклад от распадов всех других ядер, кроме $^7\text{N}^{12}$, в область > 8 МэВ составляет половину всех наблюдаемых позитронов, то поток первичных протонов, определенный по количеству наблюдаемых позитронов от $^7\text{N}^{12}$ с использованием сечения образования $^7\text{N}^{12}$ совпадает с потоком, измеренным счетчиками для импульсы падающих протонов 1,9 ГэВ/с. Тогда, исходя из подобия спектров позитронов для протонов с импульсами 1,9; 3,36 и 9,86 ГэВ/с, можно оценить потоки протонов в экспериментах при $P_p = 3,36$ и 9,86 ГэВ/с, принимая, что в спектрах позитронов с $E_{e^+} \geq 8$ МэВ половину случаев дает распад $^7\text{N}^{12}$. Значения потоков, определенных таким образом для первичных протонов с импульсами 3,36 и 9,86 ГэВ/с, приведены в табл. 1.

Во всех облучениях не найдено ни одного случая, который бы можно было однозначно интерпретировать как необычный

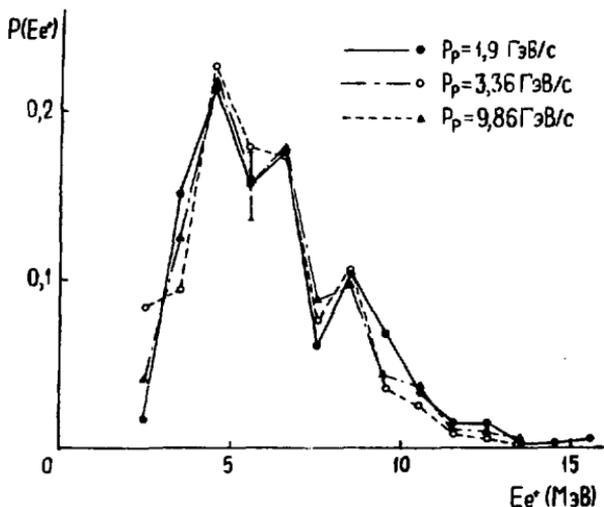


Рис. 1. Спектры позитронов в относительных единицах в пропановой камере для протонных облучений ● — $P_p = 1,9$ ГэВ/с, ▲ — $P_p = 3,38$ ГэВ/с, ○ — $P_p = 9,86$ ГэВ/с.

распад /E распада $> 16,4$ МэВ/. Таким образом, мы определяем только верхние границы образования сверхплотного ядра с последующим его распадом.

Точности вычисления сечений определяются временной шириной пучка ≈ 1 мс / в случаях точного измерения потока и меняются обратно пропорционально времени жизни сверхплотного ядра. Для времени жизни 2 мс точность составляет $\sim 50\%$. Для экспериментов, где поток определен по числу распадов ${}^7\text{N}^{12}$, точность определяется еще и статистикой наблюдаемых распадов и надежностью экстраполяции сечения реакции $p + {}^6\text{C}^{12} \rightarrow {}^7\text{N}^{12}$, которую трудно оценить из-за скудности имеющихся данных в литературе.

В табл. 2-6 даны значения верхних границ сечений $\sigma_{\text{верхн.}}$ образования сверхплотных ядер для некоторых времен их жизни τ_c в различных процессах при разных энергиях первичных частиц. При вычислении сечений учитывалось ослабление пучка частиц при прохождении через камеру и мишени с использованием значений сечений неупругих взаимодействий протонов, α -частиц и ядер углерода при соответствующих энергиях $^{3/}$. Вероятности W_c наблюдения распадов рассчитываются, как и $v^{1/}$. "Мертвые времена" t^c в экспериментах менялись от 9,7 до 17 мс.

Таблица 2

$P_p = 1,90 \text{ ГэВ/с}$					
$\tau_c,$ мс	W_c	Бвектн, 10^{-20} см^2 (на ядро С)	Бвектн, 10^{-20} см^2 (на ядро Ni)	Бвектн, 10^{-20} см^2 (на ядро Cu)	Бвектн, 10^{-20} см^2 (на ядро Pb)
2	$2,5 \cdot 10^{-3}$	30,5	109,0	175,0	391,0
5	$8,6 \cdot 10^{-2}$	2,3	3,1	5,0	11,2
10	$2,3 \cdot 10^{-1}$	0,9	1,2	1,9	4,1
50	$2 \cdot 10^{-1}$	1,0	1,3	2,1	4,8
100	$1,2 \cdot 10^{-1}$	1,6	2,2	3,5	7,8
1000	$1,5 \cdot 10^{-2}$	13,3	18,0	29,0	64,6

Таблица 3

$P_p = 3,36 \text{ ГэВ/с}$			
$\tau_c,$ мс	W_c	Бвектн, 10^{-32} см^2 (на ядро С)	Бвектн, 10^{-31} см^2 (на ядро Pb)
2	$1,5 \cdot 10^{-3}$	894,0	201,0
5	$6,9 \cdot 10^{-2}$	16,0	4,4
10	$2 \cdot 10^{-1}$	5,3	1,5
50	$4,8 \cdot 10^{-1}$	5,9	1,7
100	$1,1 \cdot 10^{-1}$	9,7	2,8
1000	$1,3 \cdot 10^{-2}$	82,2	24,0

Таблица 4

$P_p = 9,86 \text{ ГэВ/с}$			
$\tau_c,$ мс	W_c	Бвектн, 10^{-32} см^2 (на ядро С)	Бвектн, 10^{-30} см^2 (на ядро Ta)
2	$2,0 \cdot 10^{-4}$	27200	2710,0
5	$3,1 \cdot 10^{-2}$	17,6	14,9
10	$1,3 \cdot 10^{-1}$	4,2	3,6
50	$1,5 \cdot 10^{-1}$	3,6	3,0
100	$9,5 \cdot 10^{-2}$	5,7	4,8
1000	$1,2 \cdot 10^{-2}$	46,0	39,2

Таблица 5

$P_{\mu} = 0,95 \text{ ГэВ/с/милон}$					
$\tau_c,$ мс	W_c	Бвектн, 10^{-30} см^2 (на ядро С)	Бвектн, 10^{-28} см^2 (на ядро Ni)	Бвектн, 10^{-29} см^2 (на ядро Pb)	Бвектн, 10^{-29} см^2 (на ядро Cu)
2	$2,5 \cdot 10^{-3}$	138,0	107,0	565,0	245,0
5	$8,6 \cdot 10^{-2}$	4,0	3,1	16,2	9,6
10	$2,3 \cdot 10^{-1}$	1,5	1,1	6,0	3,5
50	$2,0 \cdot 10^{-1}$	1,7	1,3	6,9	4,0
100	$1,2 \cdot 10^{-1}$	2,8	2,1	11,3	6,7
1000	$1,5 \cdot 10^{-2}$	23,0	17,9	95,0	56,1

Таблица 6

$P_c = 3,36 \text{ ГэВ/с/нуклон}$					
τ_c , мс	W_c	Б/врем, 10^{-29} см^2 (на ядро Ni)	Б/врем, 10^{-28} см^2 (на ядро Pb)	Б/врем, 10^{-28} см^2 (на ядро Cu)	Б/врем, 10^{-29} см^2 (на ядро C)
2	$7,5 \cdot 10^{-3}$	219,0	154,0	109,0	63,9
5	$1,0 \cdot 10^{-1}$	15,9	11,2	7,9	4,7
10	$4,8 \cdot 10^{-1}$	9,3	6,5	4,6	2,7
50	$9,8 \cdot 10^{-2}$	16,8	11,8	8,4	4,9
100	$5,5 \cdot 10^{-2}$	29,6	20,8	14,7	8,7
1000	$6,2 \cdot 10^{-3}$	264,0	185,0	131,0	77,0

Авторы благодарят Л.Ф.Мельникову и других лаборантов за просмотр пленки и измерение энергий позитронов, а также всех сотрудников ЛВЭ ОИЯИ, обеспечивших набор материала в данных экспериментах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдивалиев А. и др. ЖЭТФ, 1979, вып. 1 /7/, с. 20.
2. Lindstrom P.J. et al. Preprint LBL-3650, 1975.
3. Бобченко Б.М. и др. ЯФ, 1979, 30, с. 1553; Гаспарян А.П., Чеплаков А.П., Шабельский Ю.М. ОИЯИ, 1-80-853, Дубна, 1980. Ахабабян Н. и др. ОИЯИ, 1-12114, Дубна, 1979.

Рукопись поступила в издательский отдел
16 апреля 1981 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги,
если они не были заказаны ранее.

Д1,2-9224	IV Международный семинар по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1975.	3 р. 60 к.
Д-9920	Труды Международной конференции по избранным вопросам структуры ядра. Дубна, 1976.	3 р. 50 к.
Д9-10500	Труды II Симпозиума по коллективным методам ускорения. Дубна, 1976.	2 р. 50 к.
Д2-10533	Труды X Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Баку, 1976.	3 р. 50 к.
Д13-11182	Труды IX Международного симпозиума по ядерной электронике. Варна, 1977.	5 р. 00 к.
Д17-11490	Труды Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1977.	6 р. 00 к.
Д6-11574	Сборник аннотаций XV совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра. Дубна, 1978.	2 р. 50 к.
Д3-11787	Труды III Международной школы по нейтронной физике. Алушта, 1978.	3 р. 00 к.
Д13-11807	Труды III Международного совещания по пропорциональным и дрейфовым камерам. Дубна, 1978.	6 р. 00 к.
	Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/	7 р. 40 к.
Д1,2-12036	Труды V Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1978	5 р. 00 к.
Р18-12147	Труды III Совещания по использованию ядерно-физических методов для решения научно-технических и народно-хозяйственных задач. Дубна, 1978.	2 р. 20 к.
Д1,2-12450	Труды XII Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Приморско, НРБ, 1978.	3 р. 00 к.
Р2-12462	Труды V Международного совещания по нелокальным теориям поля. Алушта, 1979.	2 р. 25 к.
Д-12831	Труды Международного симпозиума по фундаментальным проблемам теоретической и математической физики. Дубна, 1979.	4 р. 00 к.
Д4-80-271	Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979.	3 р. 00 к.
Д4-80-385	Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980.	5 р. 00 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований



**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники

Вышел в свет очередной номер журнала "Физика элементарных частиц и атомного ядра", том 12, вып. 2. Подписка на журнал проводится в агентствах и отделениях "Союзпечати", в отделениях связи, а также у общественных распространителей печати.

Абдивалиев А. и др. Поиск распадов сверхплотных ядер в двухметровой пропановой камере P1-81-258

Определены верхние границы сечений образования сверхплотных ядер на уровне $5 \cdot 10^{-33} \div 10^{-28} \text{ см}^2$ при облучении мишеней из $^{28}\text{Ni}^{58}$, $^{82}\text{Pb}^{208}$, $^{29}\text{Cu}^{63}$, $^{73}\text{Ta}^{181}$, $^6\text{C}^{12}$ протонами с импульсами 1,90; 3,36; 9,80 ГэВ/с, α -частицами с импульсом 0,95 ГэВ/с/нуклон, ядрами углерода с импульсом 3,36 ГэВ/с/нуклон.

Искались распадающие частицы с энергией больше 16,4 МэВ в двухметровой пропановой камере ЛВЭ ОИЯИ.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1981

Abdivaliev A. et al. Search for Decays of Superdense Nuclei in a Two Meter Propane Chamber P1-81-258

The upper limits of the cross sections for productions of superdense nuclei are determined on the level of $5 \cdot 10^{-33} - 10^{-28} \text{ cm}^2$ at irradiating $^{28}\text{Ni}^{58}$, $^{82}\text{Pb}^{208}$, $^{29}\text{Cu}^{63}$, $^{73}\text{Ta}^{181}$ targets with $^6\text{C}^{12}$ protons with 1.90; 3.36; 9.80 GeV/c momenta; with α -particles of 0.95 GeV/c (nucleon momentum, with carbon nuclei of 3.36 GeV/c), nucleon momentum. The decay particles of an energy above 16.4 MeV were searched for in the LHE 2-meter propane chamber.

The investigation has been performed at the Laboratory of High Energies, JINR.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1981

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.
Заказ 29573. Тираж 620. Уч.-изд. листов 0,54.
Редактор Б.Б. Колесова.
Набор Н.П. Сергеевой, Е.М. раменицкой.
Макет Т.Е. Жильцовой. Подписано к печати 4.05.81.