

## РЕАКЦИЯ „ВЗРЫВА” ЯДЕР, ВОЗНИКАЮЩАЯ В МИШЕНЯХ ИЗ $^{238}\text{U}$ , $^{232}\text{Th}$ и $^{197}\text{Au}$ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРОТОНОВ С ЭНЕРГИЕЙ 1 ГэВ

*Б.Л.Горшков, А.И.Ильин, Б.Ю.Соколовский,  
Г.Е.Солякин, Ю.А.Честнов*

При изучении процесса ядерного деления протонами с энергией 1 ГэВ с помощью двухплечевого времяпролетного спектрометра в мишенях из  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и  $^{197}\text{Au}$  обнаружены события „взрыва” ядер, характеризующиеся большой нуклонной эмиссией и наличием двух осколков с кинематикой, резко отличающейся от делительной.

Двухплечевой времяпролетный спектрометр <sup>1</sup>, принципиальная блок-схема которого изображена на рис. 1, был использован для изучения зависимости механизма деления ядер  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{197}\text{Au}$  и  $^{184}\text{W}$  под действием протонов с энергией 1 ГэВ от величины нуклонных потерь. Дополнительные осколки, вылетающие перпендикулярно направлению протонного пучка, регистрировались двумя мозаиками из полупроводниковых детекторов. Временные измерения проводились с использованием независимого устройства стартового сигнала. Толщины мишеней изменялись в пределах от 100 до 500 мкг · см<sup>2</sup>, базы пролета осколков были равны 70 см. Энергетическая и временная калибровки прибора производились с помощью тонкого источника спонтанно делящегося изотопа  $^{252}\text{Cf}$ . В эксперименте определялись энергии  $E$ , массы  $M \sim ET^2$  и импульсы  $P \sim ET$  коллинеарно разлетающихся дополнительных осколков, где  $T$  – измеряемое для каждого из них время пролета заданно

<sup>1)</sup> На эту возможность указал автору Л.Б.Окунь.

базы. Аппаратурное разрешение характеризовалось величинами стандартных отклонений  $\sigma_M = (4,0 \pm 0,7)$  ат. ед. массы для массы одиночных осколков,  $\sigma_{M_L + M_H} = (6,0 \pm 1,0)$  ат. ед. массы для суммы масс дополнительных осколков.

Распределения событий по величине суммы масс осколков, эквивалентной величине нуклонных потерь, изображены на рис.2. Наряду с событиями деления ядер, характеризующимися средней величиной потери нуклонов около 20 ат. ед. массы, наблюдаются такие события, у которых нуклонные потери значительно превосходят делительные и достигают почти половины первоначальной массы ядра-мишени. На рис.2 спектры этих событий изображены гистограммами, причем они отстоят от основных распределений на пять и более стандартных отклонений. Наиболее отчетливо эффект проявляется для ядер  $^{238}\text{U}$ , постепенно ослабевая по мере уменьшения массового числа ядра-мишени.

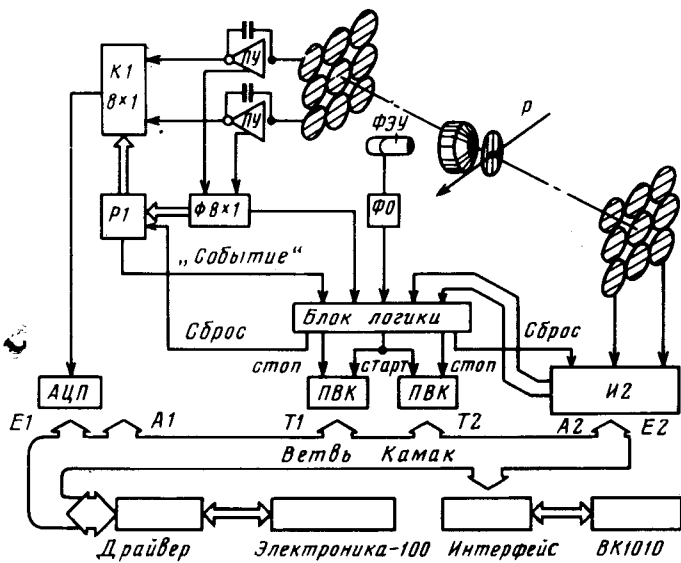


Рис.1. Принципиальная блок-схема двухплечового время-пролетного спектрометра

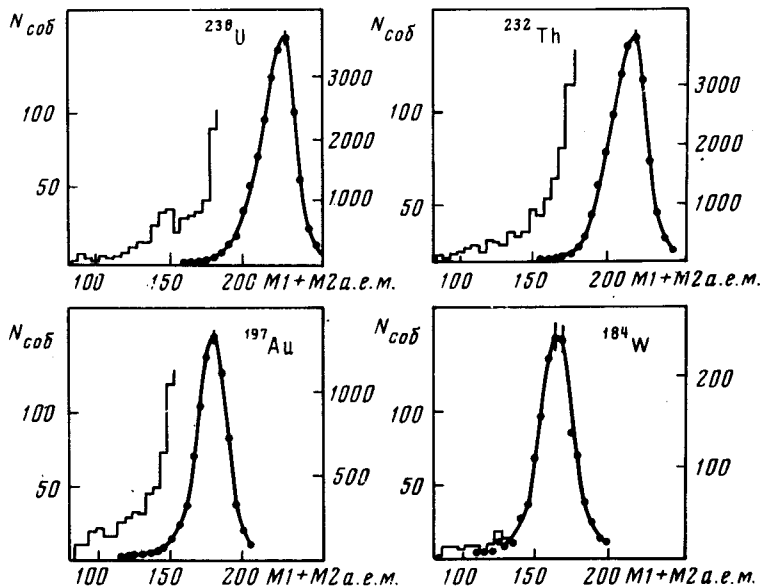


Рис.2. Распределения событий по величине суммы масс осколков. Точки и шкала слева для процесса деления, гистограммы для реакции „взрыва” ядер

События с большой потерей нуклонов характеризуются также своеобразной кинематикой разлета. Полная кинетическая энергия в таких событиях превышает делительную для той же

суммы масс образующихся осколков. Второй отличительной чертой кинематики двух осколков с большими нуклонными потерями является перераспределение кинетических энергий между ними таким образом, что для большинства событий полностью нарушается соотношение  $E_H \cdot M_H = E_L \cdot M_L$ , характерное для распада покоящегося ядра на две части. Для объяснения этой особенности кинематики дополнительных осколков требуется предположить наличие переносного перпендикулярного импульса  $P_T$ , сравнимого по величине с импульсом осколка деления. На рис. 3 приведены гистограммы разности импульсов тяжелого и легкого осколков  $P_T = P_H - P_L$  для событий, у которых нуклонные потери превышают величину 60 ат. ед. массы. Там же изображены аналогичные распределения для делительных событий с малыми нуклонными потерями. Характер гистограмм свидетельствует о возможности передачи поперечного импульса до 3 ГэВ/с в процессе взаимодействия протона с энергией 1 ГэВ с тяжелым ядром.

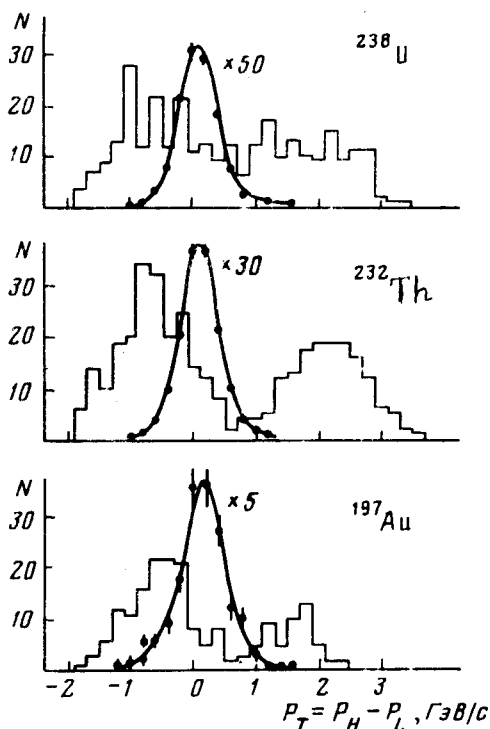


Рис. 3. Распределения по величине разности импульсов  $P_T = P_H - P_L$  для событий с нуклонными потерями, превышающими 60 ат. ед. массы (гистограммы). Экспериментальные точки и сплошные кривые относятся к делительным событиям с малыми потерями нуклонов

В связи с резким отличием характера описываемого процесса от ядерного деления предлагается называть его процессом „взрыва“ ядра. Нам представляется, что такой же процесс наблюдался при облучении ядер  $^{238}\text{U}$  протонами с энергией 11,5 ГэВ<sup>2</sup>. Авторы этой работы приписали все увеличение кинетической энергии уменьшению расстояния между осколками в момент их образования. Однако импульсные распределения дополнительных осколков, измеренные в настоящей работе свидетельствуют о том, что по крайней мере частично увеличение суммарной кинетической энергии происходит за счет переносного движения в направлении перпендикулярном первичному пучку. Это движение по-видимому является результатом сложения импульсов отдачи при испускании большого числа нуклонов, дейтонов,  $\alpha$ -частиц и других легких ядер, суммарная масса которых равна наблюдаемой нуклонной потере. Процессы с образованием большой множественности вторичных ядерных частиц, вплоть до полного распада ядер под действием быстрых частиц, наблюдались экспериментально<sup>3</sup>. Связь между импульсом, переданным одному из продуктов ядерной реакции и полной множественностью образовавшихся частиц может оказаться существенной для объяснения процессов с кажущейся аномальной импульсной передачей.

## Литература

1. Андроненко М.Н., Синогеев И.Н., Солякин Г.Е., Честнов Ю.А., Шашмин В.Е. ПТЭ, 1977, №4, 51; ПТЭ, 1977, №4, 53, ПТЭ, 1977, №4, 41.
2. Wilkins B.D., Kaufman S.B., Steinberg E.P., Urbon J.A., Henderson D.J. Phys. Rev. Lett., 1979, 43, 1080.
3. Ахроров О., Банник Б.П., Попова А.К., Саломов Дж.А., Толстов К.Д., Шабратова Г.С., Шериф М., Эль-Наги А. Препринт ОИЯИ, Р1-9963, 1976.

Институт ядерной физики  
им. Б.П.Константинова  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
27 ноября 1982 г.