

## ОСОБЕННОСТИ ДЕЛИМОСТИ ЯДЕР СРЕДНЕ-ТЯЖЕЛЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Л. Н. Андроненко, Л. А. Вайшнине, Б. Л. Горшков  
Г. Г. Ковшевский, А. А. Котов, Г. Г. Семенчук,  
Г. Е. Солякин

Приводятся экспериментальные данные по делимости ядер от U до Sm, демонстрирующие наличие особенности в поведении делимости от параметра  $Z^2/A$  мишени, приходящейся на область редкоземельных элементов.

Экспериментально установлено, что величина делимости  $\sigma_f/\sigma_{in}$ , где  $\sigma_f$  и  $\sigma_{in}$  — сечение деления и полное сечение неупругих взаимодействий, в диапазоне ядер U — W экспоненциально уменьшается с уменьшением параметра  $Z^2/A$  ядер в соответствии с систематикой Перфилова [1]. Экстраполяция этой эмпирической зависимости в область более легких ядер приводит к исчезающе малым значениям делимости. В то же время теоретическое рассмотрение по модели жидкой капли предсказывает возрастание величины делимости для ядер с  $A \lesssim 100$  [2].

Экспериментальные исследования сечений фотоделения [3, 4], выполненные с использованием методики твердотельных детекторов, привели к обнаружению значительного возрастания делимости для ядер легких элементов. При этом делимость ядер Ni оказалась сравнимой с величиной делимости ядер Au. Другие измерения делимости ядер альфа-частицами и ионами азота [5, 6] не подтвердили результатов работ [3, 4]. Причиной указанного разногласия данных является неоднозначность критериев отбора делительных событий из фоновых следов и наличие порога в регистрации осколков по массе. Последнее может привести к искажению измеряемых сечений, особенно при исследовании легких ядер, для которых предполагается возрастание ширин массовых распределений осколков [7, 8].

Целью настоящей работы являлось исследование делимости ядер  $^{238}\text{U}$ ,  $^{209}\text{Bi}$ ,  $^{197}\text{Au}$ ,  $^{184}\text{W}$ ,  $^{187}\text{Yb}$ ,  $^{165}\text{Ho}$ ,  $^{159}\text{Tb}$  и  $^{152}\text{Sm}$  на пучке протонов с энергией 1 Гэв с помощью мозаик из полупроводниковых поверхностно-барьерных Si(Au) детекторов. Применение полупроводниковых детекторов позволяет ввести большее число критериев отбора делительных событий по сравнению с методикой твердотельных детекторов [9]. Это связано с возможностью регистрации полупроводниковыми детекторами спектрометрических и "быстрых" сигналов от парных осколков деления. В частности, в настоящей работе критериями отбора служили: 1) совпадение импульсов от осколков в заданном временном интервале; 2) величина минимальной кинетической энергии регистрируемых осколков; 3) регистрация осколков в диапазоне отношений масс от 1 до 4. Вышеизложенные критерии отбора делительных событий были получены в результате измерения энергетических и массовых распределений осколков из исследуемых мишеней [10]. Отсутствие примесей тяжелых ядер в тонких мишенях средне-тяжелых элементов проверялось с помощью актива-

ционного анализа на пучках реакторных нейтронов. Дополнительным критерием чистоты мишеней служили распределения осколков по величине полной кинетической энергии. Для регистрации осколков использовались 6 детекторов в горизонтальной плоскости пучка и 3 детектора в вертикальной плоскости. Такая геометрия позволила измерить угловые корреляции парных осколков как по углу  $\theta$  в плоскости пучка, так и по углу  $\phi$  — в плоскости, перпендикулярной направлению протонного пучка.

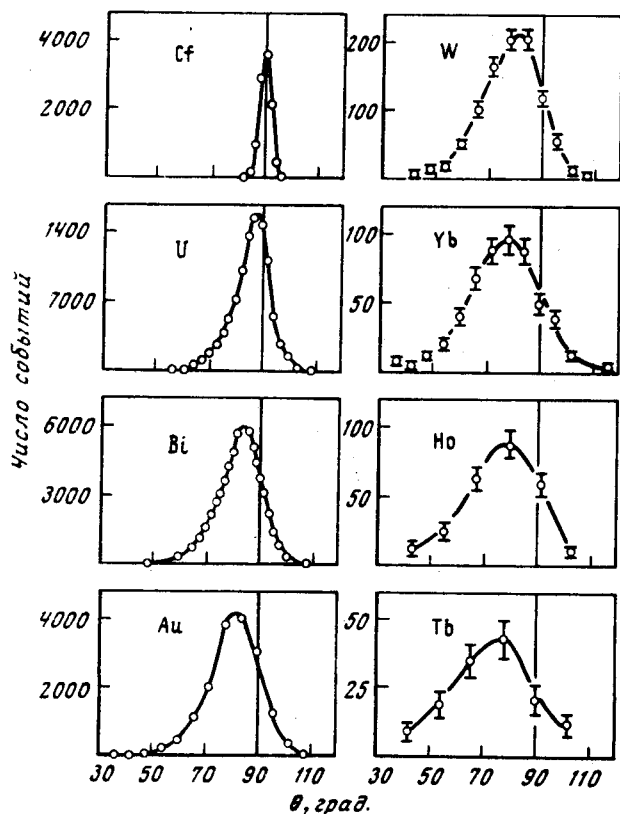


Рис. 1. Угловые корреляции осколков деления ядер в плоскости пучка протонов. Спектр осколков спонтанного деления ядер  $^{252}\text{Cf}$  является реперным при отсчете углов.

На рис. 1 и 2 приведены соответствующие распределения. Относительные сечения деления ядер находились путем сравнения числа зарегистрированных событий, при соответствующем мониторинговании, для исследуемой мишени и мишени  $^{238}\text{U}$ . Переход к абсолютным значениям осуществлялся в результате нормировки на измеренное независимым образом значение полного сечения деления ядер  $^{238}\text{U}$  [11], оказавшееся равным  $\sigma_f = 1140 \pm 65$  мбарн. Для определения делимости  $\sigma_f/\sigma_{in}$  величина полного сечения неупругих взаимодействий  $\sigma_{in}$  вычислялась по формуле [1]:

$$\sigma_{in} = \pi (1,26 A^{1/3} - 0,41)^2 \cdot 10^{-2} \text{ бн}$$

Экспериментальные значения измеренных делимостей изображены на рис. 3 точками. Пунктирная прямая — систематика Перфилова [1], сплошная кривая — один из вариантов расчета работы [2]. Наблюдается значительное возрастание делимости для ядер редкоземельных элементов по сравнению как с систематикой, так и с расчетной зависимостью.

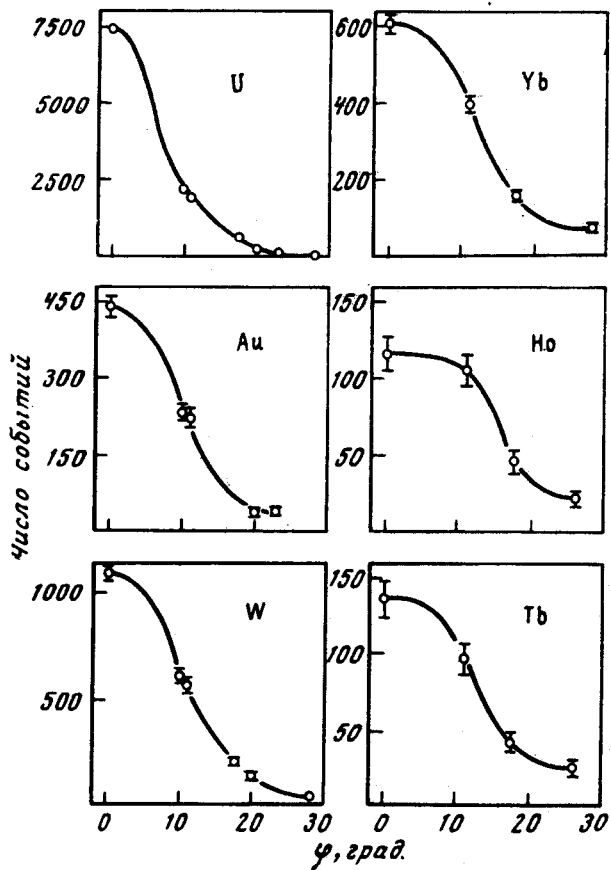


Рис. 2. Угловые корреляции осколков деления ядер в плоскости, перпендикулярной пучку.

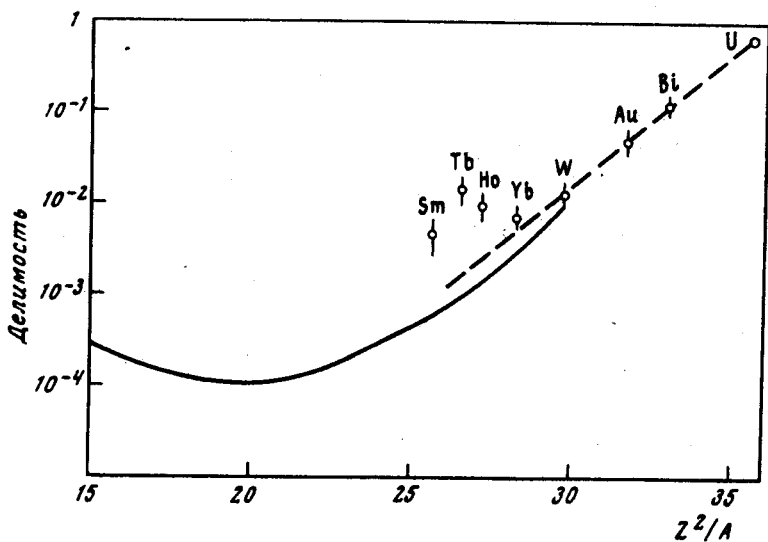


Рис. 3. Зависимость делимости ядер протонами с энергией 1 Гэв от параметра  $Z^2/A$  мишени

Впервые это увеличение было обнаружено в работе [10]. В дальнейшем в работе [12] при использовании в качестве агента деления остановившихся  $\pi^-$ -мезонов, была обнаружена некоторая нерегулярность поведения делимости в области редкоземельных элементов, которая, однако, объяснялась авторами примесью в мишенях ядер Th.

Таким образом, приведенные результаты свидетельствуют о наличии особенности в зависимости делимости от параметра  $Z^2/A$  мишеней, относящейся на область редкоземельных элементов. В то же время, предварительные экспериментальные оценки делимости ядер Te и Ni, выполненные в аналогичной геометрии, позволяют утверждать, что при переходе к легким ядрам увеличения делимости не происходит: делимости этих ядер оказались значительно меньше делимости ядер Sm. Поэтому рост делимости, обнаруженный в работах [3, 4] требует проверки с применением дополнительных критериев отбора делительных событий.

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

Поступила в редакцию  
25 октября 1976 г.

### Литература

- [1] Н.А.Перфилов. ЖЭТФ, 41, 871, 1961.
- [2] J.R.Nix, E.Sassi Nucl. Phys., 81, 61, 1966.
- [3] T.Methasiri, S.A.E.Johansson. Nucl. Phys., A167, 97, 1971.
- [4] V.Emma, S.Lo Nigro, C.Milone. Nucl. Phys., A257, 438, 1976.
- [5] B.D.Pate, J.Peter. Nucl. Phys., A173, 520, 1971.
- [6] C.Cabot, C.Ngo, J.Peter, B.Tamain. Nucl. Phys., A224, 134, 1975.
- [7] U.L.Businaro, S.Gallone. Nuovo Cim., 5, 315, 1957.
- [8] J.R.Nix. Nucl. Phys., A130, 241, 1969.
- [9] Г.Г.Семенчук, Л.Н.Андроненко, Л.А.Вайшнене, Б.Л.Горшков, Г.Г.Ковшевский, А.А.Котов, Г.Е.Солякин. Препринт ЛИЯФ-171, Ленинград, 1975.
- [10] А.А.Котов, Г.Г.Семенчук, Г.Е.Солякин. Препринт ЛИЯФ-135, Ленинград, 1975.
- [11] Л.А.Вайшнене, Л.Н.Андроненко, Б.Л.Горшков, Г.Г.Ковшевский, А.А.Котов, О.Н.Неможенко, Г.Г.Семенчук, Г.Е.Солякин, А.И.Щетковский. Препринт ЛИЯФ-215, Ленинград, 1976.
- [12] Ю.А.Батусов, Ж.Ганзориг, О.Отгонсүрэн, Д.Чултэм. Препринт ОИЯИ Р15-8917, Дубна, 1975.