

2215/2-79



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

СЗУЧ. 1М  
Б-19

11/VI-79  
3 - 12231

Т.П.Бакалов, А.А.Богдзель, Г.Л.Илчев,  
Д.П.Левтеров, М.Г.Маринов, Е.Й.Заргова,  
В.Г.Тишин, С.А.Тошков, В.Ф.Украинцев,  
Чан Хань Май, Н.Ф.Чиков, Н.Б.Янева

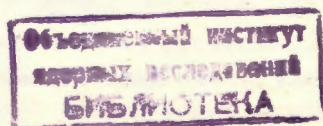
ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫХ  
КРЕМНИЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ  
КИНЕТИЧЕСКИХ ЭНЕРГИЙ ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ  
В НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСАХ

1979

3 - 12231

Т.П.Бакалов, А.А.Богдзель, Г.Л.Илчев,  
Д.П.Лэфтеров, М.Г.Маринов, Е.Й.Заргова,  
В.Г.Тишин, С.А.Тошков, В.Ф.Украинцев,  
Чан Хань Май, Н.Ф.Чиков, Н.Б.Янева

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-БАРЬЕРНЫХ  
КРЕМНИЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ  
КИНЕТИЧЕСКИХ ЭНЕРГИЙ ОСКОЛКОВ ДЕЛЕНИЯ  
В НЕЙТРОННЫХ РЕЗОНАНСАХ



Применение поверхностно-барьерных кремниевых детекторов для измерения кинетических энергий осколков деления в нейтронных резонансах

На нейтронном времяпролетном спектрометре реактора ИБР-30 проведена экспериментальная проверка возможности измерения кинетических энергий осколков деления для нейтронных резонансов 3 и 8 эВ с применением поверхностно-барьерных кремниевых детекторов и мишени из урана-235.

Полученные результаты показывают, что на высокопоточных импульсных источниках нейтронов, одним из которых является новый импульсный быстрый реактор ИБР-2, возможно осуществление измерения кинетических энергий осколков деления в выделенных резонансах. Представленные результаты позволяют сделать вывод о возможности применения подобных Si-детекторов и используемой электроники в виде составной части аппаратуры для многопараметрических измерений процесса деления в резонансной области энергии нейтронов.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1979

Application of Surface Barrier Silicon Detectors of Measuring Kinetic Energies of Fission Fragments in Neutron Resonances

The experimental measurement of kinetic energy of fission fragments for 3 and 8 eV neutron resonances with the help of a Si-semiconductor detector and bombardment of  $^{235}\text{U}$  target has been carried out in a neutron time-of-flight mass spectrometer at the IBR-30 pulsed reactor. The obtained results indicate that it is possible to carry out measurements of kinetic energy of fission fragments for individual resonances with the help of a high stream pulsed source, such as a new IBR-2 pulsed reactor.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1979

Экспериментальные данные о вариации кинетической энергии осколков деления в резонансной области энергии нейтронов содержат ценную информацию о связи этой величины с квантово-механическими характеристиками резонансных состояний делящегося ядра. Они могут также быть полезными для расчета энергетического баланса деления и, соответственно, для повышения точности ядерных данных, необходимых для реакторных расчетов. Ожидаемые вариации кинетической энергии осколков деления в нейтронных резонансах небольшие по величине. Результаты измерений, проведенных недавно <sup>1,2/</sup>, расходятся существенным образом. Все это предъявляет очень высокие требования к точности измерения кинетической энергии осколков с указанной целью.

Методически измерения кинетических энергий осколков деления в нейтронных резонансах очень усложняются тем, что для хорошей спектрометрии осколков необходимо использовать тонкие слои делящегося вещества. Соответственно такие измерения можно проводить только на высокопоточных импульсных источниках нейтронов, одним из которых явится новый импульсный быстрый реактор ИБР-2 <sup>3/</sup>. В связи с большими методическими трудностями при постановке данной задачи полезными представляются исследования измерительной методики на реакторе ИБР-30 в условиях, близких к реальному эксперименту.

На нейтронном времяпролетном спектрометре Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ /Дубна/ была проведена экспериментальная проверка возможности измерения кинетической энергии осколков деления в выделенных нейтронных резонансах. Для спектрометрирования осколков применялись поверхностно-барьерные Si-детекторы, изготовленные в Институте ядерных исследований и ядерной энергетики Болгарской АН. Измерения

проводились в реакторном режиме на пролетной базе 75 м /ширина вспышки - 80 мкс/. Измерительная аппаратура, расположенная на нейтронном пучке, состояла из камеры, в которой находилась мишень из делящегося вещества  $^{235}\text{U}$  и Si-детектор, предусилителя и спектрометрического усилителя /рис. 1/. Импульсы с выхода усилителя подавались в измерительный центр ЛНФ, где проводился амплитудный анализ в двух временных окнах.

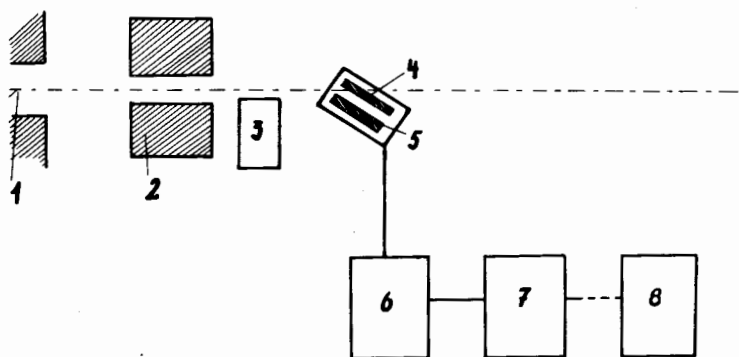


Рис.1. Схема эксперимента для измерения кинетических энергий осколков деления в нейтронных резонансах. 1 - активная зона ИБР-30, 2 - коллиматор, 3 - свинцовая защита для детектора, 4 - урановая мишень, 5 - Si-детекторы, 6 - предусилитель, 7 - усилитель, 8 - анализатор.

Делительные мишени из урана-235 были получены методом электрораспыления уранил нитрата на позолоченную /слой золота имеет толщину  $20 \text{ мкг/см}^2$ / пленку коллодия с толщиной  $20 \text{ мкг/см}^2$ . Толщина активного слоя мишени составляет  $30 \text{ мкг/см}^2$  с площадью  $30 \text{ см}^2$ . Урановый слой располагается на расстоянии 3-4 см от детектора. Объем камеры непрерывно откачивался форвакуумным насосом. Коллимация нейтронного пучка и расположение камеры на пучке подбирались таким образом, чтобы детектор был защищен по мере возможности от прямого попадания нейтронов. Для защиты детектора от

гамма-лучей вспышки реактора и тепловых нейтронов пучок был перекрыт слоем свинца /10 см/ и кадмия.

Детектор, с которым проводились измерения, изготовлен из кремния n-типа с сопротивлением от 850 до 950 Ом/см. Активная поверхность детектора составляет  $15,2 \text{ см}^2$  /диаметр равен 44 мм/. Конструкция детектора показана на рис. 2. Выпрямляющий контакт /золото/ и второй контакт /задний, из алюминия/ нанесены путем испарения в вакууме  $10^{-5} \text{ мм рт ст.}$

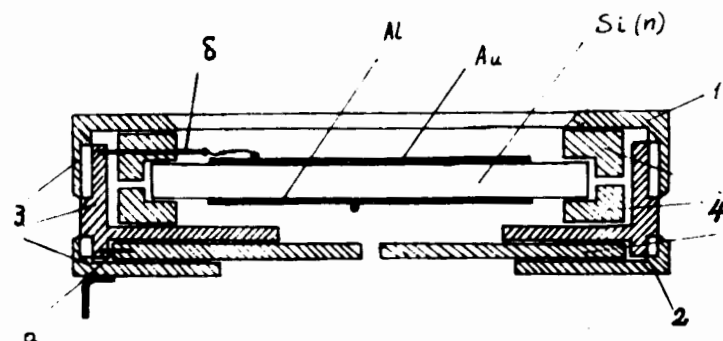


Рис.2. Конструкция Si-детектора. а и б - фиксаторы, 1 и 2 - гайки, 3 - дюралюминий, 4 - тефлон.

Выводы электродов сделаны из тонких медных или золотых проволок, прикрепленных серебряной пастой. Фиксаторы "а" и "б" обеспечивают механическую прочность выводов. Благодаря им можно избежать смещения и вращения шайбы и тефлоновых колец при закручивании гаек 1 и 2. На детектор подавалось напряжение от 40 до 50 В, при этом ток детектора в вакууме был 4,6 мкА, емкость от 1500 до 2000 пФ.

Импульсы с детектора подавались на зарядочувствительный предусилитель с полевыми транзисторами /два ТИС-75/ на входе. Характерной особенностью такого ПУ является возможность устойчивой работы с детекторами, имеющими большую емкость, до 10000 пФ, с хорошим разрешением по энергии  $^{1/4}$ . Собственное энергетическое разрешение спектрометрического тракта с использованием стандартного спектрометрического усилителя

при  $C_{BX} \approx 2000$  пФ составляло 80-90 кэВ. В измерениях применялся также спектрометрический усилитель типа NE 5259 с двумя интегрирующими и одной дифференцирующей цепочкой.

Энергетическое разрешение описанного тракта, определенное при измерении  $\alpha$ -спектра естественной активности урановой мишени, составляет 112 кэВ. Времяпролетный нейтронный спектр, полученный на пролетной базе 75 м в реакторном режиме, показан на рис. 3. Ширина канала 16 мкс. На рисунке отмечены временные окна, в которых получены амплитудные спектры

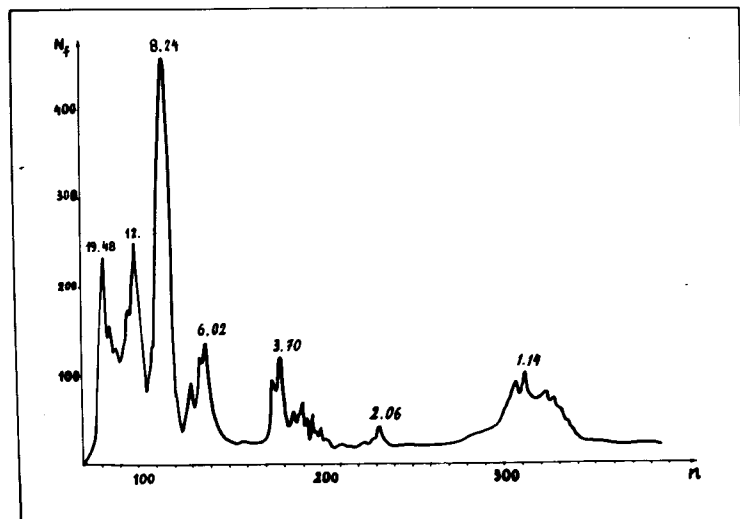


Рис.3. Времяпролетный нейтронный спектр, полученный на пролетной базе 75 м в реакторном режиме.

осколков деления. Сами спектры кинетических энергий осколков деления показаны на рис. 4: кривая "а" соответствует группе резонансов 3 эВ, а кривая "б" - резонансу 8 эВ. Полное время измерения, соответствующее результатам, показанным на рис. 4, - 28,5 часов. При этом в области 3 эВ накоплено 9000 осколков и для резонанса 8 эВ - 29000 осколков, скорость счета соответственно для 3эВ - 5 имп./мин, для 8 эВ - 17 имп./мин. Данный детектор находился на нейтронном пучке

больше 15 сужок, причем его параметры за это время не изменились существенным образом.

Полученное в энергетических распределениях осколков, показанных на рис. 4, отношение пик-провал  $\approx 9 \div 10$ . Оно слегка

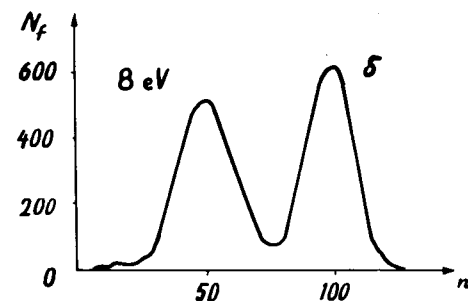
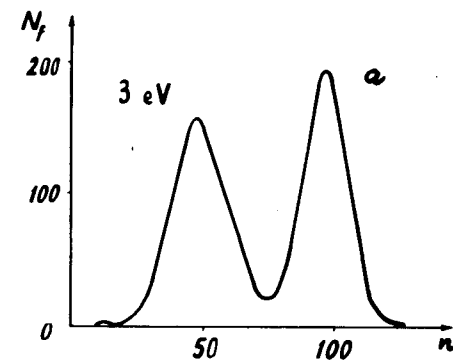


Рис.4. Спектры кинетических энергий осколков деления. Кривая "а" соответствует резонансу 3 эВ, кривая "б" - резонансу 8 эВ.

ухудшалось в процессе измерений. В промежуточных результатах, выведенных после 7,5 часов измерений, это отношение равняется 11-12 и может быть улучшено путем дополнительной стабилизации электронного тракта.

Полученные результаты показывают, что при помощи описанного тракта возможно осуществление на реакторе ИБР-2 измерения кинетических энергий осколков деления в выделен-

ных нейтронных резонансах. Описанная аппаратура в состоянии обеспечить необходимую для этой цели статистику и энергетическое разрешение. При помощи двух таких спектрометрических трактов можно осуществить и двусторонние измерения кинетических энергий осколков деления, т.е. получить распределение кинетических энергий осколков для выделенных участков массового распределения и тем самым повторить измерения типа<sup>1,2/</sup>. Представленные результаты позволяют сделать вывод о возможности применения подобных Si -детекторов и используемой электроники в виде составной части аппаратуры для многопараметрических измерений процесса деления в резонансной области энергии нейтронов. Проведение таких измерений на существующих в настоящее время импульсных нейтронных источниках представляется очень трудным.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Felvinci J.P., Melkonian E., Havens W.W. Jr. *Bul.Am.Phys.Soc.*, 1975, 20, p. 159.
2. Weigmann H., Wartena J.A., Wagemons C. *Phys.Rev.Lett.*, z 1975, 35, 18, p. 1213.
3. Ананьев В.Д. и др. ОИЯИ, РЗ-10888, Дубна, 1977.
4. Gatti E., Manfredi P.F. *Proc. 2nd JSPRA Nucl. Symp.*, 1975, p. 33.

Рукопись поступила в издательский отдел  
20 февраля 1979 года.