

МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ АНАЛИЗИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ АТОМНЫХ ЯДЕР ПРИ УПРУГОМ РАССЕЯНИИ ПОЛЯРИЗОВАННЫХ НЕЙТРОНОВ С ЭНЕРГИЯМИ 15–18 МЭВ

Б.А. Бенецкий, А.В. Клячко, М.Н. Лифанов, В.В. Нефедов, П.П. Радев

УДК 539.172.4

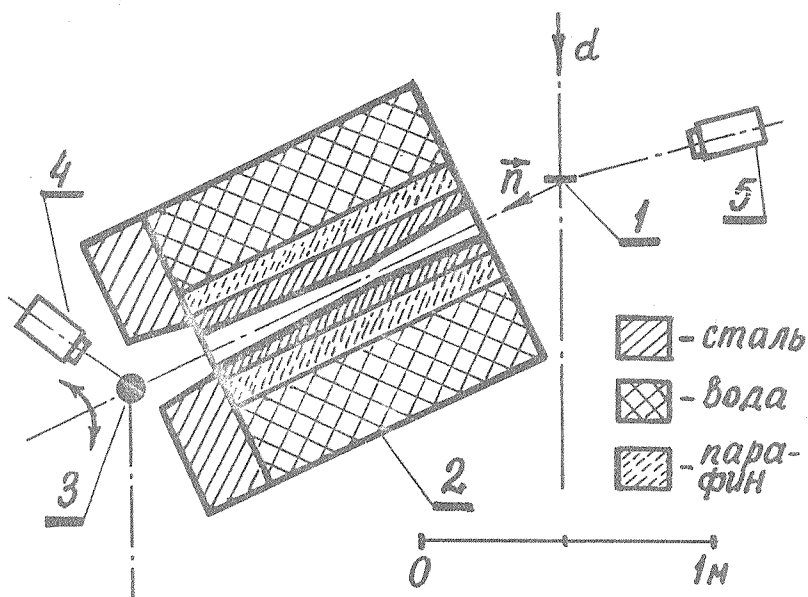
Описана методика измерения анализирующей способности ядер в упругом рассеянии быстрых поляризованных нейтронов. Проведены измерения угловой зависимости анализирующей способности ядер ^{12}C при энергии нейтронов 16,34 МэВ.

В связи с ранее проводившимися исследованиями входных состояний при рассеянии быстрых нейтронов /1/ были оценены возможности поляризационных экспериментов. Измерения анализирующей способности при упругом рассеянии быстрых нейтронов представляют интерес и для уточнения параметров оптического потенциала. Между тем экспериментальных данных в области энергий нейтронов 10-20 МэВ в настоящее время мало, и в ряде случаев, например, даже для наиболее исследованного ядра ^{12}C , они носят противоречивый характер.

В нашем эксперименте использовалась реакция $T(d, n)^4\text{He}$. При работе на пучке неполяризованных дейтронов 2-2,5 МэВ поляризация нейтронов, вылетающих под углами $60^\circ - 75^\circ$, достигает величин 0,15-0,20 /2,3/, что позволяет проводить измерения с поляризованными нейтронами в области 15-18 МэВ.

Толщины тритиевых мишеней и энергия ускоренных дейтронов калибровались и контролировались по энергетической зависимости выхода нейтронов из реакции $T(p, n)^3\text{He}$ вблизи порога. Использовались мишени толщиной 100-200 кэВ для дейтронов с энергией 2 МэВ. Рабочая область мишени представляла собой круг диаметром около 7 мм.

Геометрия эксперимента показана на рис. 1. Рассеиватель в форме бочонка располагался на оси коллиматора на расстоянии 160 см от мишени и 17 см от детектора. Высота образца 6,0 см, максимальный диаметр 6,0 см, минимальный — 4,0 см. В эксперименте использовались два сцинтилляционных спектрометра с кристаллами стильбена 40×40 мм и ФЭУ-93 со схемой дискриминации гамма-фона по форме импульсов. Энергетическое разрешение спектрометров для нейтронов 16 МэВ около 5%, степень подавления



Р и с. 1. Схема экспериментальной установки. 1 — мишень ТiТ, 2 — коллиматор, 3 — рассеиватель, 4 — спектрометр, 5 — монитор

гамма-фона порядка 10^5 . Мониторный спектрометр располагался под углом вылета нейтронов 115° , что обеспечивало независимость энергии регистрируемых им нейтронов (в пределах энергетического разрешения) от энергии бомбардирующих дейтронов. Спектрометр для измерения право-левой асимметрии располагался за защитой и периодически перемещался из одного положения (рассеяние направо) в другое (рассеяние налево). Применялась система компенсационной амплитудной стабилизации спектрометрического тракта по реперному импульсу от генератора точной амплитуды. В целом амплитудная стабильность спектрометра в течение 5 суток непрерывных измерений была порядка 1%. Аппаратурные спектры (спектры протонов отдачи) накапливались в памяти 4096-канального анализатора. Мерой счета служила жесткая часть спектра, пределы суммирования которой выбирались в зависимости от требований эксперимента. При измерениях с образцом ^{12}C спектр суммировался в интервале энергий протонов $12 \text{ МэВ} \leq E_p \leq 16,5 \text{ МэВ}$.

Измерения ложной асимметрии проводились периодически путем умень-

шения энергии дейтронного пучка до $E_d \leq 0,5$ МэВ при сохранении прочих условий эксперимента. При таких энергиях поляризация вылетающих нейтронов близка к нулю [3]. Уменьшение E_d достигалось как уменьшением потенциала на кондукторе ускорителя КГ-4, так и изменением состава ионного пучка, выводимого на мишень. При переходе от пучка атомарных дейтронов D^+ на пучок комплексов D_2D^+ энергия, приходящаяся на один дейтрон, уменьшается втрое. Другой способ получения неполяризованного пучка нейтронов — применение толстых мишеней, в которых дейтроны полностью тормозятся. Оба способа дали совпадающие результаты. Ложная асимметрия в интервале углов рассеяния $37^\circ \leq \nu \leq 87^\circ$ составляла в среднем $0,4 \pm 0,4\%$. Введение соответствующих поправок лишь несущественно изменяет значение истинной асимметрии, измеренной в среднем с точностью 1,5%. Искомая величина — анализирующая способность изменяется при этом на доли экспериментальной среднеквадратичной ошибки.

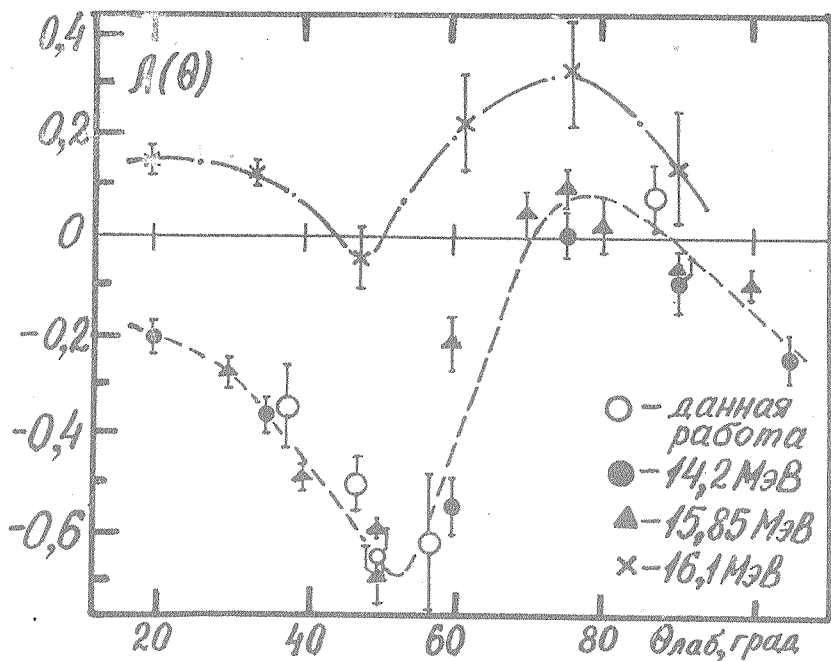
Для исключения систематических погрешностей, связанных с нестабильностью аппаратуры, измерения проводились короткими циклами в автоматическом режиме. Погрешности измерений вычислялись из серий порядка 300 циклов и близки к статистическим.

Основным узлом системы автоматизированных измерений является регистрирующее устройство — 4096-канальный анализатор, режим работы которого может видоизменяться в зависимости от состояния коммутаторов ввода-вывода и встроенного таймера. Коммутаторы переключают области памяти анализатора в соответствии с положениями рассеивателя и детектора. Таймер определяет время набора спектра в зависимости от заданного числа отсчетов монитора. По истечении этого времени таймер прерывает набор спектра и отсчитывает паузу для вывода информации и перемещений образца и детектора. Информация выводится на цифropечать в виде суммы по каналам заданной части спектра. Выдачу запрограммированных в циклическую последовательность команд на перемещения детектора и образца, ввод и вывод информации, а также блокировку набора в случае сбоев выполняет датчик операций, объединяющий описанные устройства в единую автоматизированную систему. Элементом памяти с записью на нем команд является диск датчика "угол поворота — код". Эта простая конструкция обеспечивает достаточно высокое быстродействие и надежность, позволяет производить модернизацию и усложнение эксперимента без существенной перестройки системы.

Полный цикл измерений состоит из набора и первичной обработки четырех спектров: спектра нейтронного фона в положении детектора справа, спектра "фон + эффект от образца" в том же положении детектора и анало-

гичных спектров слева. Эти спектры постоянно накапливаются в памяти анализатора в течение многократно повторяющихся циклов.

Результаты наших измерений угловой зависимости анализирующей способности $A(\theta)$ в упругом рассеянии нейтронов с энергией 16,34 МэВ на ядрах ^{12}C представлены на рис. 2 в сопоставлении с данными других авторов.



Р и с. 2. Анализирующая способность ядер ^{12}C . Кривые по точкам проведены от руки

Видно, что наши данные находятся в хорошем согласии с результатами измерений при энергиях нейтронов около 14 МэВ [4] и 15,85 МэВ [5,6]. В то же время наблюдается расхождение всех этих данных с измерениями [7], проведенными при энергии 16,1 МэВ.

Полученные нами предварительные данные об энергетической зависимости анализирующей способности $A(E)$ при угле рассеяния 47° указывают на существование резонанса в ходе $A(E)$ при энергии около 16,1 МэВ, что может быть причиной упомянутого расхождения результатов.

Поступила в редакцию 19 января 1984 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б.А. Бенецкий и др., Письма в ЖЭТФ, 32, вып. 6, 447 (1980). В.А. Benetskii et al., JETP Lett., 32, No 6, 423 (1980).
2. J.R. Smith, S.T. Thornton, Nucl. Phys., A 187, 433 (1972).
3. G. Hentshel, Z. Phys., 219, 32 (1969).
4. R. Casparis et al., Nucl. Phys., A 263, 285 (1976).
5. G. Mack, Z. Phys., 212, 365 (1968).
6. M. Thumm et al., Nucl. Phys., A 344, 446 (1980).
7. Amena Begum, R.B. Galloway, F.K. McNeil-Watson, Nucl. Phys., A 332, 349 (1979).