

Возможности регистрации тепловых нейтронов детекторами из теллурида кадмия

ВРАДИЙ А. Г., КРАПИВИН М. И., МАСЛОВА Л. В., МАТВЕЕВ О. А., ХУСАИНОВ А. Х., ШАШУРИН В. К.

В настоящее время большое внимание уделяется разработке и применению детекторов ионизирующего излучения из теллурида кадмия [1, 2].

Поскольку в материал CdTe-детекторов входит ^{113}Cd , обладающий большим сечением захвата тепловых нейтронов, предполагается, что они будут иметь значительную эффективность регистрации тепловых нейтронов [3].

Как показали проведенные оценки, основным механизмом, определяющим чувствительность детекторов к тепловым нейтронам, является регистрация мгновенного захватного γ -излучения [4, 5].

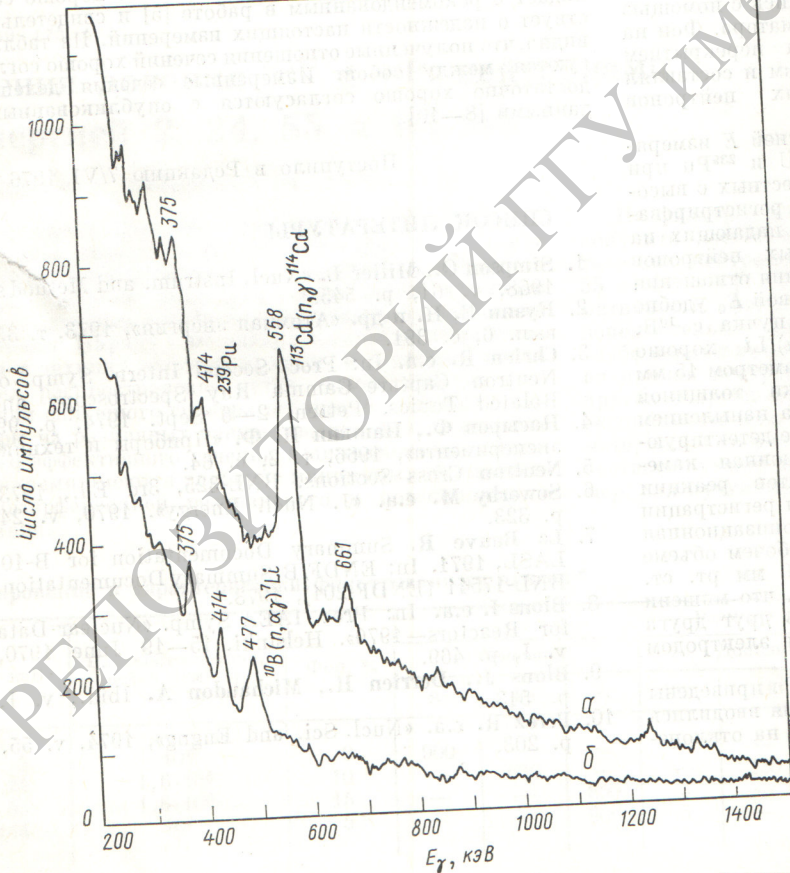
Экспериментальное исследование проведено с детекторами объемом 5—400 мм³, разработанными и изготовленными в ФТИ им. А. Ф. Иоффе АН СССР. Основные характеристики исследованных детекторов пред-

ставлены в таблице. Использовался стандартный $\text{Pu} - \text{Be}$ -источник с выходом $3 \cdot 10^6$ нейтр./с, окруженный парафиновым замедлителем. Плотность потока тепловых нейтронов в канале замедлителя контролировалась градуированным кремниевым детектором ДТН-1. Импульсы с детекторов после усиления и формирования с помощью усилителя «Лангур» подавались на вход 800-канального амплитудного анализатора LP-4840.

На рисунке представлены типичные спектры, полученные при регистрации излучения в канале замедлителя с помощью детектора № 25, закрытого борным фильтром толщиной 2 мм и без него. Борный фильтр благодаря содержанию ^{10}B обеспечивал практически полное поглощение тепловых нейтронов. При отсутствии борного фильтра на спектре отчетливо идентифицируются пики, обусловленные регистрацией γ -излучения энергией 558 и 681 кэВ, соответствующие γ -излучению, сопровождающему радиационный захват тепловых нейтронов ядрами ^{113}Cd . При наличии борного фильтра в спектре не выделяются пики, обусловленные регистрацией захватного излучения, но более отчетливо видны пики, соответствующие собственному γ -излучению ^{239}Pu , входящего в состав нейтронного источника с энергией 375 и 413 кэВ. Появление пика, соответствующего γ -излучению энергией 477 кэВ, связано с регистрацией излучения, сопровождающего снятие возбуждения ядер ^7Li , образующихся при взаимодействии нейтронов с ядрами ^{10}B .

Информация о тепловых нейтронах может быть получена при использовании детекторов из теллурида кадмия в спектрометрическом и в счетном режимах (см. рисунок). При использовании детекторов в спектрометрическом режиме для определения характеристик нейтронных потоков целесообразно использовать наиболее интенсивное излучение энергией 558 кэВ.

В таблице представлены результаты измерений чувствительности детекторов к нейтронам в спектрометрическом режиме по пику полного поглощения излучения энергией 558 кэВ и в счетном режиме при различном уровне дискриминации, выбор которого в счетном режиме существен для более четкой регистрации тепловых нейтронов. Чувствительность исследованных детекторов к тепловым нейтронам возрастает с увеличением их объема и практически не зависит от площади поверхности детекторов. Несоответствие измеренной в спектрометрическом режиме чувстви-



Амплитудные спектры импульсов с CdTe-детектора, помещенного в γ -нейтронное поле:

а — детектор № 25 без фильтра; б — с борным фильтром

Экспериментальные результаты

Характеристика детектора	Номер детектора							
	11	25	Б	2	АХ	6Г	3Г	А
Объем чувствительной области, мм ³	5	5	13	15,7	31	94	391	396
Площадь поверхности, мм ²	20	31	50	58,5	56,4	159	368	285
Энергетическое разрешение при $E = 662$ кэВ	28	24	*	60	*	*	*	60
Чувствительность регистрации тепловых нейтронов, мм ² : в спектрометрическом режиме по линии 558 кэВ в счетном режиме в диапазоне, кэВ:	0,20	0,28	0,32	0,37	1,3	—	—	8,1
100—1500	12	11	24	21	46	67	200	210
400—1500	5,0	5,2	11	10	22	34	115	121

* Счетный детектор, энергетическое разрешение > 60 кэВ.

тельности и геометрических размеров некоторых детекторов, по-видимому, связано с неполным сбором носителей заряда в чувствительном объеме, что затрудняет четкое выделение пиков на фоновом распределении.

Возрастание чувствительности к тепловым нейтронам с увеличением объема CdTe-детекторов подтверждает, что регистрация нейтронов связана с регистрацией захватного γ -излучения.

Дополнительным подтверждением этого является подобие формы амплитудных спектров, полученных при регистрации тепловых нейтронов детекторами, закрытыми кадмиевым фильтром и без него (за вычетом фонового γ -излучения).

Измерение активации CdTe-детекторов, проведенное при быстром удалении детекторов из нейтронного поля и изучении характера изменения наведенной активности со временем, показало, что вклад продуктов активации в чувствительность детекторов к тепловым нейтронам не превышает 1%.

Сравнение исследованных и выпускаемых промышленностью детекторов показывает, что в счетном режиме эффективность детекторов из теллурида кадмия близка к эффективности счетчиков с ³He-наполнением и полупроводниковых детекторов ДТН. В спектрометрическом режиме она сравнима с эффективностью борных счетчиков [6].

Влияние нейтронного потока при спектрометрии γ -излучения может быть оценено, исходя из описанного

механизма взаимодействия и приведенных данных, путем сравнения чувствительности CdTe-детекторов к анализируемому γ -излучению и к нейтронам. Высокая эффективность детекторов из теллурида кадмия к тепловым нейтронам и γ -излучению открывает новые возможности для одновременной избирательной их регистрации в смешанных полях. Из рисунка видно, что на амплитудном спектре, полученном без борного фильтра, отчетливо идентифицируются пики, соответствующие γ -излучению ²³⁹Pu, и пики, обусловленные регистрацией тепловых нейтронов.

Поступило в Редакцию 16/VI 1976 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аркадьева Е. А. и др. «Докл. АН СССР», 1975, т. 221, № 1, с. 77.
2. Jons L., Wollam P. «Nucl. Instrum. and Methods», 1975, v. 124, p. 591.
3. Вавилов В. С. и др. «Атомная энергия», 1970, т. 28, вып. 6, с. 505.
4. Groshev L. e.a. «Nucl. Data Tables», 1968, v. 5, N 1—2.
5. Джеленов Б. С., Пекер Л. К., Сергеев В. О. Схемы распада радиоактивных ядер. М., Изд-во АН СССР, 1963.
6. Горн Л. С., Хазанов Б. И. Избирательные радиометры. М., Атомиздат, 1975.

УДК 539.172.14

Измерение полного сечения реакции $T(t, 2n) {}^4\text{He}$

СЕРОВ В. И., АБРАМОВИЧ С. Н., МОРКИН Л. А.

Тритий — возможное топливо термоядерных реакторов [1], поэтому ядерные реакции с ним при малой энергии взаимодействующих частиц должны быть хорошо изучены.

Сечение реакции $T(t, 2n) {}^4\text{He}$ измерялось в работах [2, 3] при энергии тритонов 40—60 кэВ и выше с использованием газовой мишени. Однако потери энергии тритонами во входном окне были велики (~200 кэВ), поэтому экспериментальные данные при

энергии тритонов ниже 100 кэВ имеют большие погрешности.

В работе [4] было измерено дифференциальное сечение этой реакции под углом 0° при энергии тритонов 40—200 кэВ с использованием тонких скандиевых мишеней, насыщенных тритием. В связи с имеющимися расхождениями вида функций возбуждения реакции $T(t, 2n) {}^4\text{He}$ при малой энергии тритонов (40—100 кэВ) [2, 3, 4] измерены дифференциальное сечение этой