

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шейнкман А.Г., Карпенко А.И., Лыжин А.А. и др. Исследование теплогидравлических характеристик реактора БН-600 Белоярской АЭС — Атомная энергия, 1987, т. 62, вып. 6, с. 375—379.
2. Казанский Ю.А., Матусевич Е.С. Экспериментальные методы физики реакторов. М.: Энергоатомиздат, 1984.
3. Брошштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М.: Наука, 1986.
4. Баков А.Т., Евсеев А.Я., Иванов А.П. и др. Определение эффективности стержней СУЗ на реакторе БН-600. Информационные материалы. 4.1. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986.
5. Блинов Ю.А., Карпенко А.И., Тучков А.М. Использование метода относительного взвешивания стержней СУЗ на БН-600 — Атомная энергия, 1991, т. 70, вып. 1, с. 49—50.
6. Айвазян С.А. Статистические исследования зависимостей. М.: Металлургия, 1968.
7. Зизин М.Н. НФБН — комплекс программ для внештатных и эксплуатационных нейтронно-физических расчетов реакторов типа БН-600 в трехмерной геометрии. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика и техника ядерных реакторов, 1985, вып. 9, с. 56—62.

Поступило в Редакцию 23.11.92

УДК539.172.16

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЧЕНИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ МЕТОДОМ АНАЛИЗА КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПРОФИЛЕЙ ТРАНСМУТАЦИОННЫХ НУКЛИДОВ

Дидик В.А., Малкович Р.Ш., Скорятин Е.А. (ФТИ им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук), Козловский В.В. (НИИ «Гириконд»)

Облучение твердого тела высокоэнергетичными заряженными частицами приводит к формированию профилей трансмутационных нуклидов, возникающих в результате ядерных реакций между частицами и ядрами матрицы [1]. Форма и количественные характеристики таких профилей в существенной мере определяются энергетической зависимостью сечения ядерных реакций $\sigma(E)$ [2]. В настоящей работе профили трансмутационных радиоактивных нуклидов, образованных при облучении полупроводниковых соединений $A^{III}B^V$ (GaAs, GaP) [2] и сверхпроводящей керамики $YBa_2Cu_3O_{7-x}$ (YBCO) [3] ядрами ^4He , были использованы для определения зависимости $\sigma(E)$.

Облучение проводилось на циклотроне МГЦ-20 [4]. Использовали плоскопараллельные образцы, размещаемые на водоохлаждаемом латунном держателе. Диаметр пучка 1,1 см, энергия частиц 20 МэВ, плотность потока $6 \cdot 10^{11}$ или $1,2 \cdot 10^{12} \text{ с}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$, время облучения от 1 до 5 ч, монохроматичность пучка не хуже 5%. Профили находили путем механического снятия слоев толщиной от 2 до 10 мкм и измерения их γ -активности калиброванным гамма-спектрометром с Ge(Li)-детектором.

Исследовали профили ^{71}As , ^{72}As и ^{74}As в GaAs и GaP, а также ^{66}Ga и ^{67}Ga в YBCO (рис. 1), образованных по реакциям [5] $^{69}Ga(\alpha, 2n)^{71}As$ (порог реакции 16 МэВ), $^{69}Ga(\alpha, n)^{72}As$ (7,1 МэВ), $^{71}Ga(\alpha, n)^{74}As$ (5,2 МэВ), $^{63}Cu(\alpha, n)^{66}Ga$ (8,2 МэВ), $^{65}Cu(\alpha, 2n)^{67}Ga$ (15 МэВ).

Сечение определяли по соотношению $C(x) = N \Phi \sigma(x) \lambda^{-1} [1 - \exp(-\lambda t)]$, где $C(x)$ — концентрация радионуклида (в момент окончания облучения); N — концентрация стабильного изотопа матрицы; Φ — плотность потока частиц; λ — постоянная распада радионуклида; t — дли-

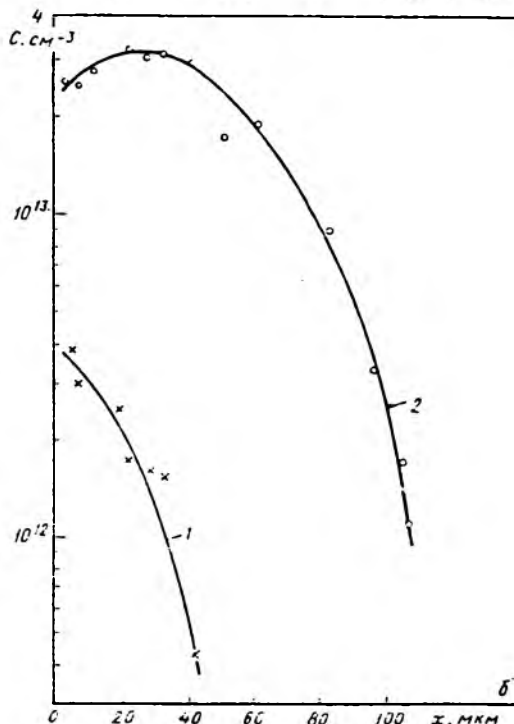
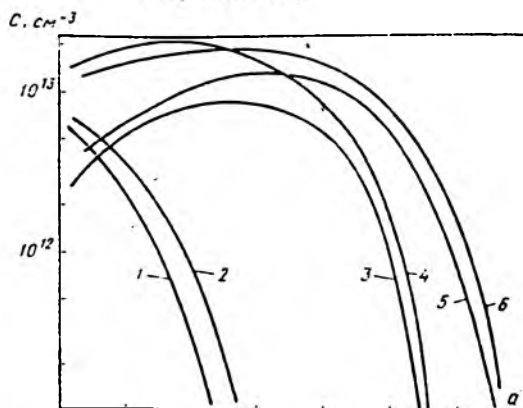
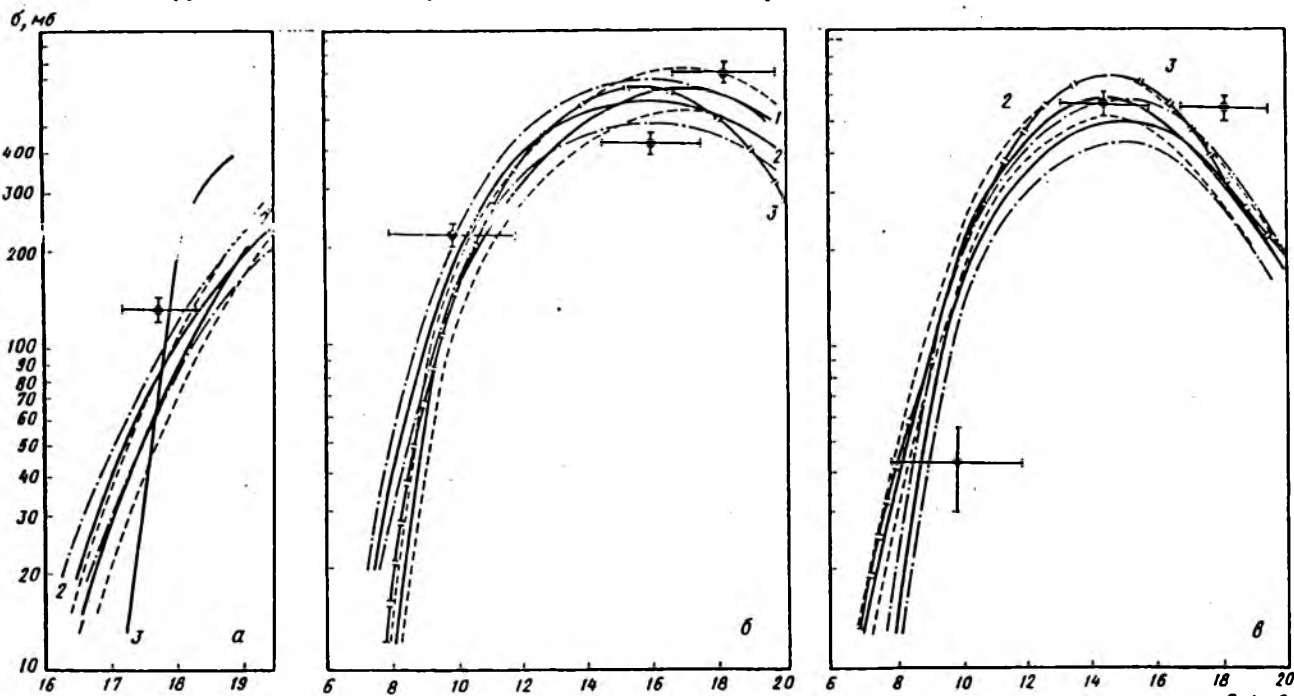
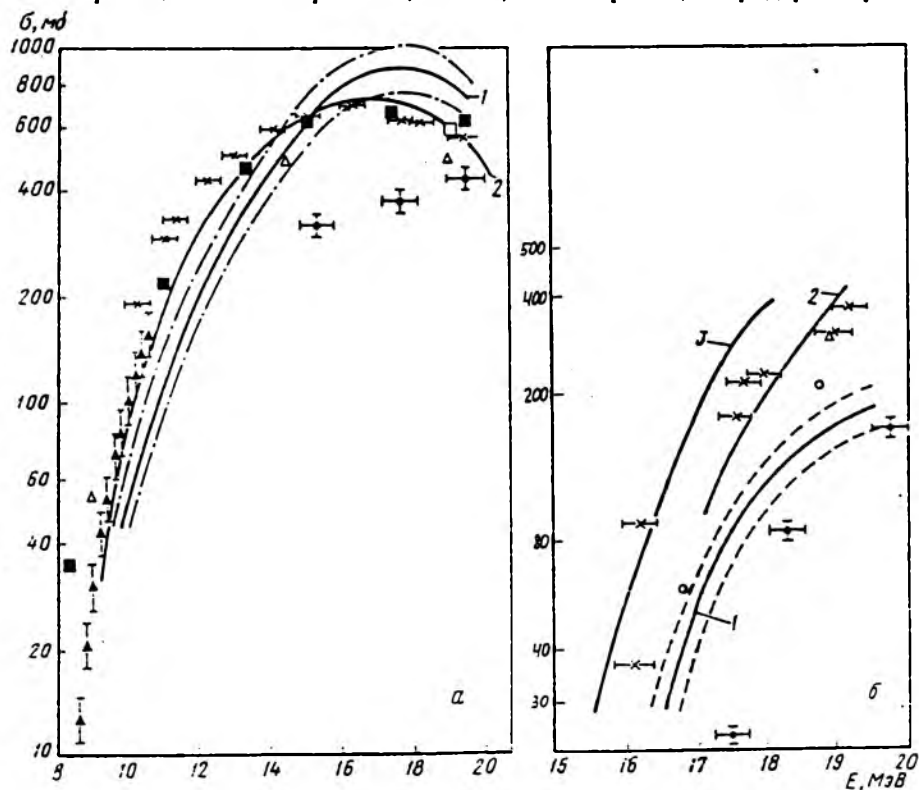


Рис. 1. Профили GaAs (1, 3, 4), GaP (2, 5, 6), ^{71}As (1, 2), ^{74}As (3, 5), ^{72}As (4, 6) (a) и YBCO (б): 1 — ^{67}Ga , 2 — ^{66}Ga

тельность облучения. Из этого соотношения, полагая $\Phi = \text{const}$, по кривой $C(x)$ (см. рис. 1) находили $\sigma(x)$, затем, пользуясь зависимостью $E(x)$, которую рассчитывали с учетом принципа аддитивности [6], определяли $\sigma(E)$. При анализе погрешности сечения реакции принимали во внимание в первую очередь погрешности нахождения потока частиц ($\sim 7\%$), активности снятых слоев ($\sim 5\%$), эффективности гамма-детектора ($\sim 5\%$) и толщины снятого слоя ($\sim 3\%$). С учетом прочих погрешностей ($\sim 10\%$) погрешность сечения реакции составляет ± 15 . Как видно из рис. 2, 3, указанные результаты находятся в удовлетворительном согласии с другими данными, полученными в основном стандартным методом тонких мишеней.



Р и с. 2. Энергетическая зависимость сечения реакций $^{69}\text{Ga}(\lambda, 2n)^{71}\text{As}$ (а), $^{69}\text{Ga}(\lambda, n)^{72}\text{As}$ (б) и $^{71}\text{Ga}(\lambda, n)^{74}\text{As}$ (в); 1, 2 — данные настоящей работы (1 — GaAs, 2 — GaP), 3, ● — данные для Ga_2O_3 [7] (3 — теоретическая кривая, ● — эксперимент); ---, — границы коридора погрешностей



Р и с. 3. Энергетическая зависимость сечения реакций $^{63}\text{Cu}(\lambda, n)^{66}\text{Ga}$ (а) и $^{65}\text{Cu}(\lambda, 2n)^{67}\text{Ga}$ (б); 1 — данные настоящей работы (YBCO); 2 [11], 3 [14] — теоретические кривые; ● [8], × [9], ▲ [10], Δ [11], □ [12], ■ [13], ○ [14]; ---, — см. рис. 2

Отметим в заключение, что анализ концентрационных профилей упрощает процедуру определения зависимости $\sigma(E)$ в тех случаях, когда приготовление тонких мишеней затруднительно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дидик В.А., Козловский В.В., Малкович Р.Ш. и др. — Письма в ЖТФ, 1989, т. 15, вып. 12, с. 19.
2. Дидик В.А., Козловский В.В., Малкович Р.Ш., Скорятин Е.А. — ФТП, 1993, т. 27, с. 265.
3. Шустров Б.А., Дидик В.А., Козловский В.В. и др. Радиационное материаловедение, т. 9. Харьков, 1991, с. 138.
4. Забродин Б.В., Захаренков Л.Ф., Козловский В.В. — Вопросы атомной науки и техники. Сер. Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение, 1991, вып. 3(57), с. 87.
5. Maples C., Goth G., Cerny J. — Nucl. Data, 1967, v. A2, p. 429.
6. Немец О.Ф., Гофман Ю.Ф. Справочник по ядерной физике. Киев: Наукова думка, 1975.
7. Rizvi I., Bhardwaj M., Afzal Ansari M., Chaubey A. — Can. J. Phys., 1989, v. 67, p. 870.
8. Porile N., Morrison D. — Phys. Rev., 1959, v. 116, p. 1193.
9. Bryant E., Cochran D., Knight J. — Phys. Rev., 1963, v. 130, p. 1512.
10. Stelson P., McGowan F. — Ibid., 1964, v. 133, p. B911.
11. Bhardwaj H., Gautam A., Prasad R. Pramana — J. Phys., 1988, v. 31, p. 109.
12. Hille M., Hille P., Uhl M., Weisz W. — Nucl. Phys., 1972, v. 198A, p. 625.
13. Zweit J., Sharma H., Downey S. — J. Appl. Rad. Isotop., 1987, v. 38, p. 499.
14. Rizvi I., Afzal Ansari M., Gautam R. et al. — J. Phys. Soc. Japan, 1987, v. 56, p. 3135.

Поступило в Редакцию 29.12.93

Рефераты статей

Продолжение. Начало см. на с. 78.

УДК 621.039.7

Белов В.З., Константинов Л.К. Использование акустической эмиссии для контроля качества стеклогранул и образцов керамики. — Атомная энергия, 1994, т. 77, вып. 1, с. 22—25.

Приводятся результаты экспериментов по использованию акустической эмиссии для контроля качества модельных образцов конечных продуктов отверждения высокоактивных отходов в процессе их термической обработки.

На основании анализа результатов сделаны выводы о возможности использования акустической эмиссии для неразрушающего контроля качества стеклогранул и образцов керамики. Показана возможность однозначной интерпретации сигналов акустической эмиссии, зарегистрированных в процессе термообработки. Рис. 5, список лит. 2 назв.

УДК 621.039

Зенов С.И., Крылов С.Д., Уткин В.А., Филиппова В.И., Борозденко А.Н., Горелихин С.В., Петкевич Т.И. Дифференциальное определение утечки из защитной оболочки АЭС методом газообразного индикатора. — Атомная энергия, 1994, т. 77, вып. 1, с. 25—29.

Предлагается новый метод интегральной и дифференциальной оценок параметров утечек из защитной оболочки АЭС с ВВЭР-440. Испытания проводились с помощью специального газа-индикатора, содержание которого в воздушной среде определяли на газовом хроматографе с детектором электронного захвата.

Метод позволяет в течение короткого промежутка времени (не более 25 ч) определить совместно с абсолютным методом общую картину утечек, а также места расположения неплотностей защитной оболочки и их расходные характеристики. Метод отработан при испытаниях третьего и четвертого энерго-

блоков Кольской АЭС в 1992—1993 гг. Табл. 1, список лит. 4 назв.

УДК

539.1.074.2:621.39.11:519.28:543.008.047:552.57

Онищенко А.М. Оптимизация γ -метода контроля состава и качества веществ. — Атомная энергия, 1994, т. 76, вып. 5, с. 29—39.

Последовательно описаны основные задачи оптимизации γ -методов контроля состава и свойств веществ с атомным номером меньше 42. Раскрыта сущность получения одинаковой чувствительности к разным элементам вещества в γ -методах. Приведена таблица 29 γ -методов с представлением нормированных к началу зависимостей интенсивностей γ -излучения от толщины слоя, плотности и атомного номера для ослабления, обратного рассеивания, рассеивания вперед, флюоресцентного излучения, когерентного и некогерентного рассеивания γ -излучения для различной энергии γ -излучения. Рис. 3, табл. 1, список лит. 2 назв.

УДК 539.17

Грудзевич О.Т., Зеленецкий А.В., Игнатюк А.В., Пашенко А.Б. Анализ оцененных сечений реакций (n , $2n$), наиболее важных для термоядерного реактора. — Атомная энергия, 1994, т. 77, вып. 1, с. 39—44.

Выполнено сравнение оцененных сечений реакций (n , $2n$), наиболее важных с точки зренияработки долгоживущей активности в термоядерном реакторе. Оценки сечений этих реакций считаются неудовлетворительными. На основе сравнения результатов теоретических расчетов с экспериментальными и оцененными данными показано, что оценки сечений 17 из 20 реакций можно считать удовлетворительными. Рис. 3, список лит. 39 назв.