

которые дали следующие значения выходов для этих двух источников:

$$Q_{2\text{ЭН}-100} = 1,03 \cdot 10^6 \text{ нейтр/сек} \pm 1,4\%;$$

$$Q_{2\text{ЭН}-500} = 6,28 \cdot 10^6 \text{ нейтр/сек} \pm 1,4\%.$$

Взвешенное среднее по результатам этих двух методов дает следующие значения для выходов источников:

$$Q_{2\text{ЭН}-100} = 1,04 \cdot 10^6 \text{ нейтр/сек} \pm 1,1\%;$$

$$Q_{2\text{ЭН}-500} = 6,30 \cdot 10^6 \text{ нейтр/сек} \pm 1\%.$$

Поступило в Редакцию 18/IV 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. А. Бак, К. А. Петржак, Ю. Ф. Романов. «Усп. физ. наук», 58, 667 (1956).
2. В. М. Безотосный, Ю. С. Замятин. «Атомная энергия», 2, 313 (1957).
3. D. Littler. AERE, Report NP/R 1577, 1957.

4. R. Richmon d. Progr. Nucl. Energy, Series 1, 2, 165 (1958).
5. K. Larsson. J. Nucl. Energy, 6, 322 (1958).
6. J. Jurep, J. Chin. J. Res. Nat. Bur. Standards, 55, 311 (1955).
7. В. И. Фоминых, И. А. Ярицына. «Тр. ин-тов Комитета стандартов, мер и измерит. приборов», вып. 69, 75 (1962).
8. А. А. Константинов, А. Е. Коцин. Там же, вып. 69 (129), 43 (1962).
9. D. Hughes, J. Nagvey. BNL, Report 325, 1955.
10. J. Meadows, J. Whalen. Nucl. Sci. Engng, 9, 132 (1961).
11. A. Trouer, G. Towernier Bull. cl. sci. Acad. roy. Belgique, 40, 2, 50 (1954).
12. M. Muggart. J. Nucl. Energy, A/B14, 212 (1961).
13. K. Geiger, G. Whyte. Canad. J. Phys., 37, 256 (1959).
14. G. Hanna, O. Ruppalls. Canad. J. Phys., 34, 959 (1956).

УДК 539.125.5.083

Абсолютное измерение выхода нейтронного источника методом активации золотых фольг

О. Л. Андреев, А. Е. Коцин, Т. М. Стуков, И. А. Ярицына

Наряду с методом активации марганца, широко применяемым при абсолютных нейтронных измерениях, для абсолютного измерения числа испускаемых источником нейтронов успешно используется также метод активации золотых фольг [1].

В замедлитель достаточно больших размеров (чаще всего дистиллированную воду) помещается исследуемый нейтронный источник и каким-нибудь детектором, обладающим достаточной эффективностью, измеряется распределение тепловых нейтронов. В одной или нескольких точках помечаются золотые фольги и измеряется абсолютная величина полученной под действием нейтронов β -активности этих фольг. Так как распределение тепловых нейтронов не зависит от типа детектора, отношение удельной активности золотой фольги к числу отсчетов детектора, помещенного на том же расстоянии от источника нейтронов, является величиной постоянной для любого расстояния. Полный выход нейтронного источника Q можно получить из соотношения

$$Q = 4\pi \frac{\sigma_H n_H}{\sigma_{Au} n_{Au}} F \int_0^\infty I(r) r^2 dr,$$

где σ_H и σ_{Au} — поперечные сечения захвата тепловых нейтронов водородом и золотом; n_H и n_{Au} — атомные концентрации водорода в воде и золота в фольге; F — отношение удельной активности золотой фольги к числу отсчетов нейтронного детектора на том же расстоянии. Значение интеграла находится путем измерения $I(r)$ на разных расстояниях от источника. Практически интегрирование производится графическим методом. Приведенная формула справедлива только для детекторов, эффективность которых подчиняется за-

кону $1/r$. Для Au^{197} сечение следует этому закону только до энергии 4,95 эВ (первый резонанс), поэтому необходимо учитывать вклад резонансной активности, определяя его с помощью кадмievого экрана.

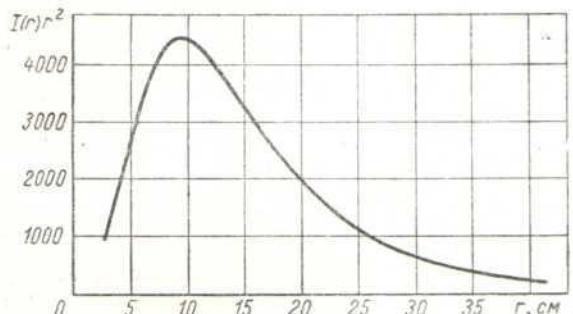
Экспериментальная установка представляла собой бак диаметром немногим более метра, наполненный дистиллированной водой до уровня 100 см. В центре бака на гибкой нити подвешивался нейтронный источник. На баке устанавливались направляющие, по которым передвигалась каретка. Миниатюрный борный счетчик укреплялся на конце полой тонкостенной алюминиевой трубки диаметром 15 мм, противоположный конец которой крепился в каретке. Погрешность в измерении расстояния r между источником и счетчиком не превышала $\pm 0,2$ мм.

Для определения коэффициента F использовали золотые фольги диаметром 20 и толщиной 0,02 мм. Фольги укрепляли в тонкой алюминиевой рамке и подвешивали на гибкой нити. Расстояние от центра источника до фольги определялось с той же точностью и тем же устройством, которое применялось для определения положения борного счетчика. Кадмievое отношение оценивалось с помощью кадмievого экрана толщиной 0,5 мм. Счетчик, которым измерялось распределение тепловых нейтронов, имел следующие параметры: рабочий объем ~ 4 см³; давление газа 400 мм рт. ст. Счетчик заполнялся трехфтористым бором, обогащенным B^{10} до 82,6%.

На рисунке представлена кривая распределения плотности тепловых нейтронов $I(r) r^2$. В области расстояний < 3 см кривая распределения экстраполируется к нулю по Гауссу. В области от 41 см до ∞ кривая распределения экстраполируется экспонентой с показателем $-r/L$, где $L = 9,44$ см. Рассчитанные части

кривой, обусловленные экстраполяцией к нулю и бесконечности, ограничивают лишь около 7% общей площади под кривой $I(r)$.

Константа F определялась в трех точках. Три золотые фольги подвешивались на расстояниях 3,5 и 9 см от источника и экспонировались в течение восьми



Кривая пространственного распределения плотности тепловых нейтронов в воде для Ra—Be-источника.

суток. Затем на этом же расстоянии ставились три другие, практически одинаковые по весу, золотые фольги, покрытые листовым кадмием толщиной 0,5 мм, и экспонировались такое же время.

Активность золотых фольг измерялась методом β — γ -совпадений на установке радиометрической лаборатории ВНИИМ. В качестве детекторов использовались сцинтилляционные счетчики с фотоэлектронными умножителями ФЭУ-13, кристаллом NaJ в γ -счетчике и тонкой сцинтилляционной пластмассой в β -счетчике. Правильность измерений методом β — γ -совпадений проверялась по измерениям на 4-л.счетчике. Контрольные измерения показали, что оба метода дают одинаковые результаты в пределах 0,5%. В таблице приведены основные результаты измерений.

При измерениях выхода нейтронов Ra—Be-источника данным методом необходимо учитывать:

1. Поправку на самоэкранирование нейтронного потока в золотой фольге и возмущение истинного распределения нейтронов в замедлителе при вычислении коэффициента F . Для круглых фольг диаметром 20 и толщиной 0,02 мм эта поправка, по данным работы [2], составляет $(5 \pm 1)\%$.

Результаты измерений с Ra—Be-источником

Расстояние от источника до счетчика, см	Активность золотых фольг, расп/мин·с	Активность золотых фольг, покрытых кадмием, расп/мин·с	Число отсчетов борового счетчика, имп/мин
3	477 400	90 500	87 860
5	353 750	56 730	74 800
9	147 930	16 850	31 580

2. При вычислении коэффициента F должна быть введена поправка на резонансное поглощение нейтронов золотом. Эта поправка вычислялась на основании работы [3]. Для нашего случая она составляет $(0,5 \pm 0,1)\%$.

3. Поправку на поглощение тепловых нейтронов в самом источнике. Эта поправка вычисляется по макроскопическому сечению поглощения источника. Она составляет $(0,7 \pm 0,1)\%$.

4. Поправку на поглощение быстрых нейтронов в кислороде. На основании работ [4—5] она принята равной $(2,2 \pm 0,3)\%$. Кроме того, погрешность определения площади пространственного распределения нейтронов составляет $\pm 1,3\%$, а погрешность в определении сечений $\pm 0,3$ и $\pm 0,6\%$ для σ_{Au} и σ_H соответственно. Погрешность в абсолютном измерении активности равна 1%. Таким образом, среднеквадратичная погрешность метода составляет $\pm 2,1\%$.

С учетом перечисленных выше поправок мы определили, что выход нейтронов Ra—Be-источника Q равен $(3,22 \pm 0,07) \cdot 10^8$ нейтр/сек.

Поступило в Редакцию 18/IV 1963 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. K. Larsson. Arkiv fys., B7, 323 (1954).
2. G. Dalton and R. Osborn. Nucl. Sci. Engng, No. 2, 198 (1961).
3. C. Tittle. Nucleonics, 9, No. 7, 60 (1951).
4. A. de Troyer, G. Tournier. Bull. cl. sci. Acad. roy. Belgique, 40, 2, 150 (1954).
5. K. Geiger, G. Whiite. Canad. J. Phys., 37, 256 (1959).

УДК 539.172.4.162.2:546.76

Сечения захвата нейтронов с энергией до 50 кэВ ядрами Cr, Cr⁵⁰, Cr⁵², Cr⁵³

С. П. Капчагашев, Ю. П. Попов

В настоящей работе приведены кривые энергетической зависимости сечений радиационного захвата нейтронов с энергией до 50 кэВ естественной смесью изотопов хрома и изотопами Cr⁵⁰, Cr⁵², Cr⁵³, измеренные на спектрометре по времени замедления нейтронов в свинце. Разрешение спектрометра $\sim 30\%$ в области $E \leq 1$ кэВ и $\sim 70\%$ при $E = 15$ кэВ. В качестве детектора γ -лучей захвата использовались сцинтилляционный и пропорциональный счетчики. Подробно методика измерений и обработка результатов описаны в рабо-

тах [1—3]. Абсолютная нормировка полученных данных проводилась по тепловым сечениям хрома и сечениям других элементов (уровни вольфрама и тепловое сечение меди).

В табл. 1 приведены данные образцов, используемых в настоящей работе. Измерения с образцами различной толщины из естественной смеси показывают, что эффект самоэкранирования во всей области энергий отсутствует. Малые количества вещества не позволили провести такие измерения с разделенными изотопами,