

Распределение плотности поглощения нейтронов по высоте стержня из карбида бора, измеренное полупроводниковым счетчиком.

В таблице приводятся результаты, полученные с помощью разных детекторов. При расчете использовали сечения деления U^{235} и сечение захвата бора $\sigma_B^T = 721,5(18,8\% \cdot B^{10})$ для тепловых нейтронов [3, 4] при $q_B = 2,34 \text{ Мэв}$. Как видно из таблицы, значения удельного энерговыделения, полученные двумя типами

детекторов, совпадают в пределах экспериментальных ошибок.

На рисунке представлено распределение плотности поглощения нейтронов по высоте стержня из карбида бора, измеренное полупроводниковым счетчиком. Оно может быть полезно при расчете полного энерговыделения в стержне.

Разработанный нами метод измерения удельного энерговыделения в борсодержащих стержнях является достаточно надежным и простым. Для подобных измерений удобно использовать как полупроводниковый счетчик, так и твердые трековые детекторы.

Поступило в Редакцию 31/1 1972 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Leipunskiy et al. Physics of Fast and Intermediate Reactors, SM-18/80, Vienna, IAEA, 1962.
2. А. И. Могильнер, В. А. Осипов, Г. Н. Фокин. «Атомная энергия», 24, 42 (1968).
3. И. В. Гордеев и др. Ядернофизические константы. М., Госатомиздат, 1963.
4. J. Stehn et al. Neutron Cross Section. BNL-325. Suppl. No. 2, vol. III, z = 88 to 98, 1965.

Радиационно-резонансный детектор нейтронов для геофизических исследований

Б. С. ВАХТИН, В. С. ИВАНОВ, А. В. НОВОСЕЛОВ, Е. М. ФИЛИПШОВ

УДК 539.1.074.88.004.1

Для детектирования нейтронов используются в основном две реакции: упругое рассеяние нейтронов протонами и захват нейтронов ядрами бора, гелия или лития. Кроме того, детектирование нейтронов может осуществляться путем регистрации наведенной β - и γ -активности фольг из определенных металлов (метод резонансных индикаторов) [1] или путем регистрации γ -квантов радиационного захвата [2]. Этот принцип авторы использовали в радиационно-резонансном детекторе, который применили для исследования скважин, пересекающих пласты с высокими концентрациями бора.

Известно [3], что для определения бора в скважинах применяется нейтрон-нейтронный (ННК) и нейтронный гамма-кортаж (НГК). При проведении ННК в качестве детекторов нейтронов применяются люминофоры на основе Т-1 и Т-2, имеющие низкую эффективность, или сцинтилляторы типа ЛДНМ. Эти детекторы нейтронов позволяют определять содержание бора до концентраций не выше 3—5% B_2O_3 .

При проведении НГК в качестве детектора γ -излучения применяются в основном сцинтилляционные счетчики. НГК, как и ННК, применяется только при низких концентрациях бора, так как его показания тоже определяются степенью поглощения тепловых нейтронов в породах.

Радиационно-резонансный детектор состоит из фольги и сцинтилляционного счетчика. В качестве фольг могут применяться серебро, родий, индий, тулий и другие элементы, имеющие резонансы поглощения нейтронов и испускающие при резонансном захвате γ -кванты.

С помощью таких детекторов можно регистрировать нейтроны в области резонансов этих элементов, где сечение поглощения нейтронов бором составляет не 755 *барн*, как для тепловых нейтронов, а 100 *барн* в области резонансов родия и индия, 52 *барн* в области резонанса серебра и т. д. [4]. Таким образом, диапазон определяемых концентраций бора в породах можно расширить.

Детектор, показанный на рис. 1, состоит из фольги и сцинтилляционного счетчика, помещенных в гильзу. На корпусе гильзы укреплен свинцовый экран, который ослабляет γ -излучение, выходящее из скважины. Другой свинцовый экран служит для защиты детектора от γ -излучения нейтронного источника. Фольга имеет вид стаканчика, который надевается на сцинтиллятор.

Для определения оптимальных параметров этого детектора были проведены лабораторные исследования. Критерием выбора фольги для данного детектора служило, во-первых, наличие резонансов у этого элемента в области энергий 0,025—10 *эв*. Из исследуемых фольг таким условиям удовлетворяли кадмий (энергия резонанса $E_p = 0,18 \text{ эв}$), родий ($E_p = 1,26 \text{ эв}$), индий ($E_p = 1,45 \text{ эв}$), тулий ($E_p = 3,9 \text{ эв}$), тантал ($E_p = 4,28 \text{ эв}$), золото ($E_p = 4,94 \text{ эв}$) и серебро ($E_p = 5,23 \text{ эв}$). Вторым критерием являлось наличие в спектре γ -излучения достаточно интенсивных линий в области энергий 0,1—0,2—2—3 *Мэв*. Как показали результаты измерений, наиболее четко выраженные спектры наблюдаются у кадмия, серебра, родия и тулия в области энергий 0,5—1,0 *Мэв*.

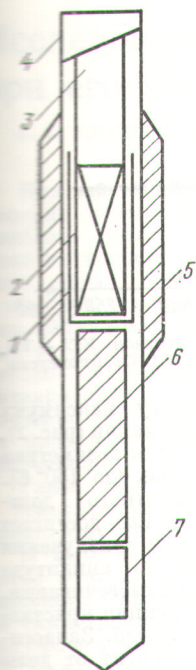


Рис. 1. Схема радиационно-резонансного детектора нейтронов:

1 — фольга; 2 — сцинтиллятор; 3 — фотоэлектронный умножитель; 4 — гильза; 5, 6 — свинец; 7 — источник нейтронов.

вался плутоний-бериллиевый источник с выходом $1,1 \cdot 10^6$ нейтр/сек.

На рис. 2 приводятся градуировочные кривые, построенные по данным измерений в скважине с известными данными химического опробования керна. Кривая 1 построена по результатам НГК, кривая 2 — по данным ННК с использованием радиационно-резонансного детектора (ННК-р). Видно, что кривая НГК имеет резкий спад в области низких концентраций бора

Сопоставление результатов измерений с фольгами и без них в моделях, содержащих 0; 12 и 25% B_2O_3 , проводилось по группам из пяти каналов, соответствующих энергиям γ -квантов 0,5—1,0 Мэв. Кривые зависимости скорости счета от содержания бора, построенные по данным измерений без фольг, выполняются в области концентраций 12—25% B_2O_3 более значительно, чем кривые, полученные при измерениях с фольгами. Наибольшая разница в скорости счета для моделей с содержанием 12 и 25% B_2O_3 наблюдается для фольг из серебра, родия и тулия, т. е. эти фольги могут использоваться в радиационно-резонансных детекторах для определения высоких концентраций бора. Фольга из кадмия наиболее интенсивно реагирует на изменение концентраций бора в диапазоне от 0 до 12% B_2O_3 . Следовательно, в таком детекторе кадмиевая фольга может применяться при определении низких концентраций бора.

Для исследований в скважинах был собран снаряд с детектором, состоящим из шести фольг (кадмий, родий, индий, тулий, тантал и серебро), перекрывающих диапазон приблизительно от 0,1 до 6 эв. Расстояние от центра детектора до центра нейтронного источника (длина зонда) было выбрано равным 25 см. Использо-

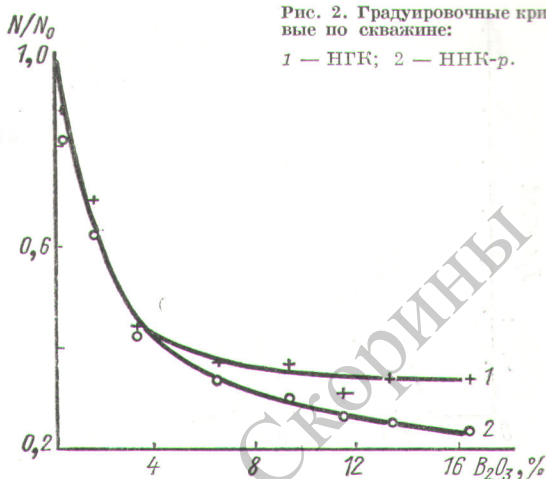


Рис. 2. Градуировочные кривые по скважине:

1 — НГК; 2 — ННК-р.

(до 4% B_2O_3) и выполаживается начиная с 8—10% B_2O_3 . Аналогично выглядят кривые ННК по тепловым нейтронам (ННК-т) [3]. Кривая ННК-р в области концентраций 0—4% B_2O_3 идентична кривой НГК. В области высоких концентраций бора эта кривая имеет почти линейный характер. Следовательно, применение радиационно-резонансных детекторов нейтронов позволяет расширить диапазон определения бора.

Порог чувствительности метода составляет 0,2—0,3% B_2O_3 .

Радиационно-резонансные детекторы могут использоваться для определения в породах некоторых редкоземельных и других элементов.

Поступило в Редакцию 10/1 1972 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Голубев и др. «Атомная энергия», 23, вып. 2, 130 (1967).
2. В. Д. Аллен. Регистрация нейтронов. Пер. с англ. М., Госатомиздат, 1962.
3. В. И. Баранов и др. Нейтронные методы поисков и анализов борного сырья. М., «Наука», 1964.
4. Атлас нейтронных сечений. М., Атомиздат, 1952.

Использование монокристаллов KCl, активированных европием, для радиотермомлюминесцентной дозиметрии

В. И. АВДОНИН, О. Ю. БЕГАК, И. А. ВАСИЛЬЕВ, В. П. ГЛИНИН, Г. А. МИХАЛЬЧЕНКО, Б. Т. ПЛАЧЕНОВ

УДК 539.12.05

Исследование радиолуминесценции некоторых щелочно-галогидных кристаллов, активированных лантаноидами, показало, что некоторые из них могут быть использованы в качестве термомлюминесцентных дозиметров ионизирующих излучений. Настоящее сообщение посвящено исследованию свойств такого дозиметра, полученного на основе кристаллов KCl — Eu и обладающего уникальной чувствительностью по сравнению с обычно используемыми системами.

Спектр термовысвечивания KCl — Eu независимо от вида возбуждающей радиации (α , β или γ) состоит из одной полосы с максимумом при ~ 420 нм. Кривая термовысвечивания кристаллов, облученных в нормальных условиях, имеет два пика: $\sim 100^\circ$ и 190° С (рис. 1). Низкотемпературный пик, как было показано [1], связан с освобождением электронов с активаторных центров, и величина его линейно возрастает с увеличением концентрации активатора. Высокотемпературный