

Ж 53
А92

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ
АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР

Атомная энергия

Ежемесячный журнал
год издания двенадцатый

АТОМИЗДАТ ■ МОСКВА ■ 1968

Том 24 ■ Июнь ■ Вып. 6

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А. И. АЛИХАНОВ, А. А. БОЧВАР, А. П. ВИНОГРАДОВ, Н. А. ВЛАСОВ (зам. главного редактора),
И. Н. ГОЛОВИН, Н. А. ДОЛЖЕЖАЛЬ, А. П. ЗЕФИРОВ, В. Ф. КАЛИНИН, Н. А. КОЛОКОЛЬЦОВ
(зам. главного редактора), А. К. КРАСИН, А. И. ЛЕЙПУНСКИЙ, В. В. МАТВЕЕВ, М. Г. МЕЩЕ-
РЯКОВ, М. Д. МИЛЛИОНЩИКОВ (главный редактор), П. Н. ПАЛЕЙ, Д. Л. СИМОНЕНКО,
В. И. СМЕРНОВ, В. С. ФУРСОВ, В. В. ШЕВЧЕНКО.

СОДЕРЖАНИЕ

СТАТЬИ

Н. В. Губкин, Д. Т. Десятников, И. К. Руднева. Пре- имущество применения метода подземного выще- лачивания урана в условиях обводненных пла- стовых месторождений	511
А. И. Zubov, Г. Н. Котельников. Жильные твердые битумы в урановом месторождении	514
М. Х. Ибрагимов, А. В. Жуков. Метод расчета нерав- номерностей температур в пучках твэлов, охлаж- даемых жидкими металлами	520
М. Н. Ивановский, Ю. В. Милованов, В. И. Субботин. О характере зависимости коэффициента тепло- отдачи при капельной конденсации от темпера- турного напора	523
И. Т. Мишев, М. Г. Христова. Исследование концен- трации радиоактивного газа Ag^{41} в воздухе, выбра- сываемом через трубу реактора ИРТ-1000	530
И. А. Кондуров, А. И. Егоров, Д. М. Каминкер, Е. М. Коротких, А. М. Никитин. Измерение сеч- ний захвата нейтронов радиоактивными ядрами Co^{58m} , Cu^{64} и Sc^{46}	533
В. И. Белоглазов, Ю. М. Базаев, А. К. Вальтер, В. А. Вишняков, Ф. С. Гороховатский, И. А. Гри- шаев, Ю. И. Добродобов, Е. В. Еременко, А. И. Зы- ков, В. М. Кобезский, В. В. Кондратенко, Г. Ф. Кузнецов, Н. И. Мочешников, В. Б. Муфель, В. И. Мякота, В. В. Петренко. Линейный ускоре- тель электронов на 2 Гэв. Физико-технического института АН УССР	540
В. Б. Красовицкий, В. И. Курилко, М. А. Стржеме- чный. Нелинейная теория взаимодействия моду- лированного пучка с плазмой	545
Ю. В. Скворцов, Э. И. Юрченко. Движение пролетных частиц в системе с минимумом V	549
Ф. В. Кондратьев, Г. В. Синютин. Исследование рабо- ты цезиевого термоэмиссионного преобразователя с вольфрамовым катодом	553
В. С. Кессельман. Аналитические соотношения для расчета глубины проникновения ионов в вещество	557

АННОТАЦИИ ДЕПОНИРОВАННЫХ СТАТЕЙ

М. П. Леончук. Расчет переходных режимов парогене- ратора на ЦВМ	364
С. А. Козловский, В. С. Кзыбуров, А. А. Сметанин. Определение потока быстрых нейтронов детекто- ром $ZnS(Ag)$ + плексиглас и детектором Бассона	564
В. А. Брисман, В. П. Савина. Исследование объем- ных полей поглощенных доз нейтронных излу- чений в полиэтиленовом образце	565
В. А. Брисман, В. П. Савина. Экспериментальное исследование объемных полей поглощенных доз реакторного γ -излучения в полиэтиленовом образце	566
В. П. Громов, Ю. Ф. Zubov, Д. Б. Подднеев. Рассеяние быстрых нейтронов железными и алюминиевыми барьерами	567

ПИСЬМА В РЕДАКЦИЮ

Л. Н. Москвин, В. И. Портнягин. Влияние солей Na , K , Mg и Ca на экстракцию Se и Y ДЭГФК из кислых растворов	568
М. К. Юг. Коррозия сталей и никелевых сплавов в расплавах натрийборсиликатных стекол при тем- пературах 1000 и 1200°С	570
Г. Н. Маслов, Ф. Насыров, Н. Ф. Пашкин. Гамма- излучение при взаимодействии нейтронов с энер- гией 14 Мэв с ядрами атомов B , C , N , O , F , Al	573
Г. И. Михайлов, Л. П. Старчик. Анализ лития по вы- ходу реакции $Li^7(\alpha, \alpha')Li^*$	575
В. А. Толстиков, В. П. Королева, В. Е. Колесов, А. Г. Довбенко, Ю. Н. Шубин. Радиационный захват быстрых нейтронов ядрами Sn^{122} , Sn^{124} и Sb^{121} , Sb^{123}	576
Р. В. Джагацаниян, Ю. Г. Ляскин, Л. И. Хейфец, В. И. Косоротов, В. И. Мукосей. Расчет коэффи- циента полезного действия шарового источника β -излучения	580
О. В. Федоров. Слождково-молибдатный тип зоны окис- ления	582



п 235609
225473/м

РЕПОЗИТОРИЙ Ф. СКОРИНЫ

обусловленными, по-видимому, излучением свинца и материала кристаллов под действием нейтронов.

Результаты исследования γ -излучения N, C, O, Al, возникающего под действием нейтронов с энергией 14 Мэв, приведены в работах [1—10]. В большинстве случаев сечения выходов γ -квантов настоящих опытов мало отличаются от полученных ранее. Подобные данные для В и F авторам не известны, поэтому сравнение результатов не проводилось.

Поступило в Редакцию 5/IX 1967 г.
В окончательной редакции 23/XI 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Anderson et al. Phys. Rev., **111**, 572 (1958).
2. V. Scherrer, R. Theus. Phys. Rev., **91**, 1476 (1953).
3. В. В. Нефедов и др. В сб. «Нейтронная физика». М., Госатомиздат, 1961.
4. В. М. Безотосный и др. «Ядерная физика», **3**, 861 (1966).
5. L. Thompson, J. Risser. Phys. Rev., **94**, 941 (1954).
6. W. Deuchars, D. Dandy. Proc. Phys. Soc., **75**, 855 (1960).
7. A. Hofmann. Z. Phys., **173**, 402 (1963).
8. В. Н. Бочкарев, В. В. Нефедов. «Ядерная физика», **1**, 803 (1965).
9. W. McDonald et al. Nucl. Phys., **75**, 353 (1966).
10. F. Engesser et al. J. Nucl. Energy, **21**, 487 (1967).

Анализ лития по выходу реакции $\text{Li}^7(\alpha, \alpha')\text{Li}^{7*}$

Г. И. МИХАЙЛОВ, Л. П. СТАРЧИК

УДК 543.53

Для определения состава некоторых веществ применяются ядерные реакции $(\alpha, n\gamma)$ и $(\alpha, p\gamma)$ [1, 2], которые не могут быть использованы для определения лития. Анализ лития проводится при помощи реакции (n, α) , а также по поглощению потока нейтронов. Недостатки этих методов — самоэкранирование и влияние на анализ других элементов, присутствующих в пробе и обладающих большим сечением захвата нейтронов. Селективное определение содержания лития может быть проведено по выходу реакции $\text{Li}^7(\alpha, \alpha')\text{Li}^{7*}$, величина которого зависит от количества ядер изотопа Li^7 в исследуемом продукте. Этот метод можно применять и при изотопном анализе состава литиевых проб. Из различных реакций, которые могут проходить на ядрах Li^6 и Li^7 под действием α -частиц с энергией приблизительно 5 Мэв, наибольшие сечения наблюдаются для реакций:



По данным работы [3], сечение реакции (1) равно приблизительно 275 мбарн при энергии α -частиц 3,06 Мэв. Выход указанной реакции имеет несколько резонансов, причем сечения для резонансных энергий α -частиц составляют не менее 400 мбарн. Сечение реакции (2) не превосходит 4 мбарн/стер (для $\theta_{\text{лаб}} = 0^\circ$) при $E_\alpha \leq 5$ Мэв. Остальные возможные реакции на Li^6 и Li^7 имеют значительно меньшие сечения. При разрядке возбужденного состояния Li^{7*} испускаются γ -кванты с $E_\gamma = 478$ кэв. Линия 478 кэв четко выявляется при исследовании γ -излучения нейтронных источников Po — Li [4, 5].

В настоящей работе в качестве источника α -частиц использовали Po^{210} на подложке из платины размером $2,0 \times 2,0$ см; активность источника составляла около 10 мкюри. Регистрация γ -излучения проводилась спектрометром с кристаллом NaJ(Tl) диаметром 4,0 см и высотой 4,0 см. Спектрометр калибровался по линиям 60 кэв (Am^{241}), 662 кэв (Cs^{137}), 1,17 и 1,33 Мэв (Co^{60}). Энергетическое разрешение для пика Cs^{137} составляло 10%.

Анализируемую пробу засыпали в кассету диаметром 25 см. Поверхностная плотность проб должна

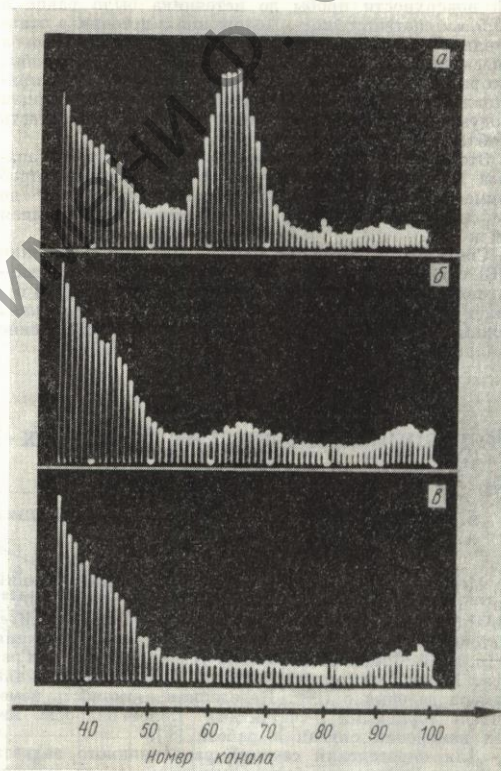


Рис. 1. Амплитудный спектр γ -излучения: а — мишень LiCl естественного состава; б — мишень LiCl, обогащенная по Li^6 ; в — мишень SiO_2 .

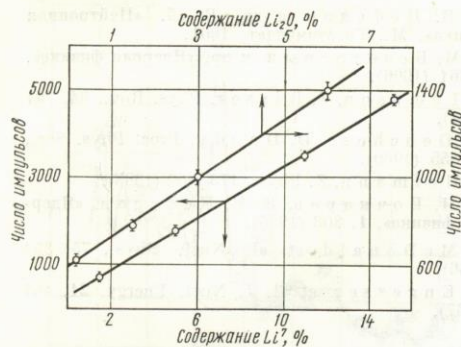


Рис. 2. Градуировочный график для определения содержания Li_2O и изотопа Li^7 .

быть не меньше полного пробега α -частиц в данном веществе. Расстояние от кристалла до пробы и от верхней поверхности пробы до источника было равно 5 и 0,5 мм соответственно. Положение α -источника относительно пробы и всей системы источник — проба относительно кристалла точно фиксировалось. Пробы, которые использовались для определения лития, приготовлялись последовательным разбавлением кварцем сподумена с содержанием окиси лития 6%. Крупность проб 250—300 меш.

Этот метод был опробован и для изотопного анализа лития. В этом случае для приготовления проб применялся хлористый литий, обогащенный Li^6 до 90%, и хлористый литий с естественным соотношением Li^6 и Li^7 .

Спектры γ -излучения, полученные при облучении LiCl естественного состава, обогащенного Li^6 и кварца, показаны на рис. 1. Спектры исследовались при помощи анализатора АИ-100. Во всех трех случаях режимы измерения и фотографирования совершенно аналогичны.

Пик в районе 65-го канала соответствует энергии γ -квантов 478 кэв. В районе 53-го канала имеется небольшой пик (390 кэв), соответствующий разрядке возбужденного состояния V^{10*} , образующегося в результате реакции $\text{Li}^7(\alpha, n)\text{V}^{10}$. Для того чтобы оценить вклад, который вносят в фотопик 478 кэв γ -кванты, излучаемые при захвате или неупругом рассеянии в кристалле NaJ(Tl) нейтронов из реакции (2) с энергией $E_{\text{н.ср}} = 0,4 \text{ Мэв}$, после пробы перед кристаллом помещались свинцовые пластинки толщиной до 2 см. Пластинки почти прозрачны для нейтронов, но выводят из пучка γ -кванты. Оказалось, что этот вклад незначителен.

Градуировочный график для определения содержания Li_2O показан на рис. 2. На этом же рисунке приведен график для определения изотопа Li^7 .

При анализе содержания указанных продуктов получены следующие результаты:

- 1) относительная погрешность: для $\text{Li}_2\text{O} \leq 15\%$ при концентрации $\text{Li}_2\text{O} < 1\%$; для Li^7 8% при концентрации Li^7 порядка 1%;
- 2) порог чувствительности: для Li_2O 0,11%; для Li^7 0,06%.

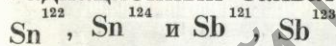
Эти значения погрешности и чувствительности получены при анализе, который проводился в течение 100 сек. Увеличивая время анализа и активность источника, можно получить более высокую точность и лучшую чувствительность.

Поступило в Редакцию 24/XI 1967 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. И. Н. Плаксин, Л. П. Старчик. Ядерно-физические методы контроля вещественного состава. М., Наука, 1966.
2. И. Н. Плаксин, В. Н. Смирнов, Л. П. Старчик. «Атомная энергия», 9, 361 (1960).
3. H. Vichsel, T. Vonner. Phys. Rev., 108, 1025 (1957).
4. Ю. А. Немилов, А. Н. Писаревский. «Тр. Радиового ин-та», 9, 61 (1959).
5. R. Vegen, M. Hert z. Phys. Rev., 98, 599 (1955).

Радиационный захват быстрых нейтронов ядрами



В. А. Толстиков, В. П. Королева, В. Е. Колесов, А. Г. Довбенко, Ю. Н. Шубин

УДК 539.125.5

Методом активации измерены сечения реакций $\text{Sn}^{122}(n, \gamma)\text{Sn}^{123g}$, $\text{Sn}^{124}(n, \gamma)\text{Sn}^{125g}$, $\text{Sb}^{121}(n, \gamma)\text{Sb}^{122}$, $\text{Sb}^{123}(n, \gamma)\text{Sb}^{124}$ для нейтронов с энергией 0,3—2,7 Мэв. Источником быстрых нейтронов служила реакция $\text{T}(p, n)\text{He}^3$, осуществляемая на ускорителе Ван де Графа. Монитором потока быстрых нейтронов служила камера деления с U^{235} . Наведенная активность измерялась торцовыми β -счетчиками. Более подробно метод измерений описан в работе [1].

Для определения сечений радиационного захвата быстрых нейтронов были использованы следующие сечения захвата тепловых нейтронов: $\text{Sn}^{122}(T_{1/2} = 40 \text{ мин})$ $0,180 \pm 0,040 \text{ барн}$ [2]; $\text{Sn}^{124}(T_{1/2} = 9,4 \text{ мин})$ $0,140 \pm 0,03 \text{ барн}$ [2]; $\text{Sb}^{121}(T_{1/2} =$

$= 2,8 \text{ суток})$ $6,5 \pm 0,8 \text{ барн}$ [2]; $\text{Sb}^{123}(T_{1/2} = 60,2 \text{ суток})$ $2,5 \pm 0,5 \text{ барн}$ [2].

Сечение деления U^{235} тепловыми нейтронами было принято равным $577,1 \pm 0,8 \text{ барн}$ [3]. Значения сечений деления U^{235} быстрыми нейтронами были взяты из работы [4].

Результаты измерений приведены на рис. 1—4. Указанные на рисунках ошибки состоят из ошибок эксперимента и погрешностей, с которыми известны опорные сечения. Вертикальными стрелками показаны положения возбужденных уровней ядер-мишеней.

Данных по сечениям реакций $\text{Sb}^{123}(n, \gamma)\text{Sb}^{124}$ и $\text{Sn}^{124}(n, \gamma)\text{Sn}^{125g}$ в диапазоне энергий нейтронов 0,2—3 Мэв в литературе не имеется. Сечение, получен-