

## ЛИТЕРАТУРА

1. V. Viola, T. Sikkeland. Phys. Rev., 130, 2044 (1962).
2. I. Halpern. Ann. Rev. Nuc. Sci., 9, 245 (1959).
3. В. К. Горшков, Л. Н. Львов, Г. А. Хрулев. в а. «Атомная энергия», 28, 73 (1970).
4. U. Hörrp et al. Nucl. Instum. and Methods, 74, 285 (1969).

5. В. Н. Околович, Г. И. Смиренкин, И. И. Бондаренко. «Атомная энергия», 12, 461 (1962).
6. F. Plasil et al. Phys. Rev., 142, 697 (1966).
7. R. Vandenberg, J. Huijzen. Phys. Rev., 127, 212 (1962).
8. J. Nix, W. Swiatecki. Nucl. Phys., 71, I (1965).

## Среднее число нейтронов, испускаемых при спонтанном делении $Cm^{244}$ , $Cm^{246}$ и $Cm^{248}$

В. В. ГОЛУШКО, К. Д. ЖУРАВЛЕВ, Ю. С. ЗАМЯТИН, Н. И. КРОШКИН, В. Н. НЕФЕДОВ

УДК 539.173.7

Изотопный состав мишеней

Таблица 1

Мишень	Содержание изотопов, %				
	242	244	245	246	248
$Cm^{244}$	0,03	99,24	0,42	0,31	—
$Cm^{246}$	—	0,25	0,29	99,46	—
$Cm^{248}$	—	5,57	—	1,85	92,58

К моменту постановки настоящих экспериментов по измерению  $\bar{v}_p$  — среднего числа мгновенных нейтронов, испускаемых в акте деления, — при спонтанном делении четно-четных изотопов кюрия только для  $Cm^{244}$  было проведено значительное число измерений, на основании которых в обзоре Коньшина [1] рекомендовано значение  $\bar{v}_p = 2,691 \pm 0,032$ . Для изотопов  $Cm^{246}$  [2] и  $Cm^{248}$  [3] было известно по одному измерению, выполненному с невысокой точностью (3—7%). Поэтому представляло интерес измерить  $\bar{v}_p$  для всех перечисленных выше ядер в одинаковых условиях на одной и той же экспериментальной установке с целью выяснения зависимости  $\bar{v}_p$  от массового числа при делении изотопов кюрия. Аналогичные измерения проводились параллельно Г. Н. Смиренкиным и др. [4].

Нейтроны деления регистрировались 48 пропорциональными счетчиками СНМ-18, помещенными в параллельный замедлитель диаметром и длиной по 500 мм, со сквозным центральным каналом (диаметр 90 мм), предназначенным для установки детектора осколков. Для уменьшения фона рассеянных нейтронов нейтронный детектор помещался в защиту из карбида бора толщиной 50 мм. Эффективность регистрации нейтронов спонтанного деления  $Cf^{252}$  была равна 29%. Использовался нейтронный детектор, аналогичный описанному в работе [5], разрешающее время составляло  $\sim 3$  мксек. Осколки деления регистрировались газовым сцинтилляционным детектором. Делившееся вещество наносили на подложку из нержавеющей стали. Диаметр пятна мишени на превышал 10 мм. Изотопный состав мишеней приведен в табл. 1.

При измерении  $\bar{v}_p$  импульсы осколков открывали схему пропускания на время 180 мксек, в течение которого регистрировались импульсы нейтронов. Изменения  $\bar{v}_p$  исследуемых изотопов велись относительно  $Cf^{252}$ ,  $v_p$  которого принималось равным  $3,756 \pm 0,010$  [1]. Для каждого исследуемого изотопа было проведено по 10 серий измерений. От эталонной мишени  $Cf^{252}$  регистрировалось 12 делений/сек, а число делений в кюриевых мишенях составляло 1,5—3 делений/сек.

В полученные экспериментальные результаты вносились поправки, учитывающие фон случайных совпадений и изотопный состав мишеней. Аналогично работе [5] вводилась поправка, учитывающая наложение импульсов нейтронов от одного акта деления. Роль энергетической зависимости эффективности нейтронного детектора оценивалась из сравнения величины

$\bar{v}_p$  для  $Cm^{244}$ , полученной в настоящей работе, с рекомендованным значением [1]. Хорошее совпадение указанных величин показывает, что поправка на энергетическую зависимость не выходит за пределы ошибок измерений. Максимальная величина других поправок, обсуждаемых в работе [5], в условиях нашего эксперимента не превышает 0,1%.

В табл. 2 для сравнения приведены результаты настоящих измерений и данные других авторов. Видно, что результаты настоящей работы хорошо совпадают с данными [4] и свидетельствуют о линейном росте  $\bar{v}_p$  для четных изотопов кюрия при увеличении массового числа  $A$ . Этот результат можно рассматривать как экспериментальное подтверждение расчетов зависимости  $\bar{v}_p(Z, A)$ , выполненных в работе [6].

В заключение авторы благодарят Л. И. Прохорову и Г. Н. Смиренкина за ценные советы при изготовлении нейтронного детектора, а также А. П. Дружнова за помощь в измерениях.

Поступило в Редакцию 31/VII 1972 г.

Значения  $\bar{v}_p$  для изотопов кюрия

Таблица 2

Изотоп	Настоящая работа	[4]	Данные, полученные в 1970—1971 гг.
$Cm^{244}$	$2,680 \pm 0,027$	$2,700 \pm 0,014$	$2,691 \pm 0,032$ [1]
$Cm^{246}$	$2,927 \pm 0,027$	$2,950 \pm 0,015$	$3,20 \pm 0,22$ [2]
$Cm^{248}$	$3,173 \pm 0,022$	$3,157 \pm 0,015$	$3,11 \pm 0,09$ [3]

## ЛИТЕРАТУРА

- V. Konshin, F. Maneiro. Energy Dependent  $\bar{v}$ -Values for  $U^{235}$ ,  $Pu^{239}$ ,  $U^{233}$ ,  $Pu^{240}$ ,  $Pu^{241}$  and the Status of  $\bar{v}$  for Spontaneous Fission Isotopes. Vienna, IAEA, 1970.
- Majorg C. Thompson. Phys. Rev., C 2, 763 (1970).

## Abstracts of Articles in this Issue

UDC 621.039.564.2

**Discrete Monitoring of the In-Core Power Distribution in Nuclear Reactors** by I. Ya. Emelyanov, V. N. Vetyukov, L. V. Konstantinov, V. G. Nazaryan, I. K. Pavlov and V. V. Postnikov. Atomnaya energiya, 34, 75 (1973).

In most reactors in-core detectors located discretely are used to monitor power distribution. In this paper, there are presented two techniques of detector data handling—an empirical one, based on the application of simple empirical relations, and an experimental method, based on physical calculations. In both cases, random function theory and correlation analysis are used. Resulting errors have been estimated. Data obtained at the Beloyarsk Nuclear Power Station serve to illustrate the application of these two techniques. (4 figures, 7 references)

UDC 621.039.524.4—97:621.03.955.336

**Deposits on Fuel Elements in the BK-50 Reactor** by A. I. Zabelin, B. V. Pschentchikov and T. S. Svyatysheva. Atomnaya energiya, 34, 81 (1973).

Spectrometric, chemical and radiochemical techniques are described for the investigation of the composition of deposits on fuel elements in the BK-50 reactor. The deposit composition of corrosion products and their activity ratios at the time of reactor shut-down are given. The basic activity (more than 90%) of deposits after a ten-month exposure period is due to the isotope zinc-65. (2 figures, 3 tables, 2 references)

UDC 537.311.31:669.822:539.67

**Physical Properties of Uranium-Zirconium Alloys at Low Temperatures** by G. B. Fyodorov, M. T. Zuev, E. A. Smirnov and A. E. Kissil. Atomnaya energiya, 34, 85 (1973).

The physical properties (resistivity, integral thermoelectrical moving forces, internal friction and modulus of elasticity of annealed uranium-zirconium alloys have been investigated. The resistivity was measured at temperatures of 295, 77.4 and 4.2 °K; the other properties were measured in the temperature interval from that of liquid nitrogen to room temperature.

The maximum resistivity and thermal e. m. f., as well as an anomalous (negative) resistivity temperature coefficient, were observed in the composition range corresponding to the  $\delta_1$  phase.

On the basis of the obtained results and previously published data, the authors conclude that there exists a hybrid-type metallic-covalent chemical bond in the  $\delta_1$  phase of uranium-zirconium alloys. (5 figures, 16 references)

UDC 669.293.5

**Investigation of the Phase Structure of Niobium Alloys of the Niobium-Tungsten-Zirconium-Carbon System** by E. M. Savitski and K. N. Ivanova. Atomnaya energiya, 34, 89 (1973).

Niobium-rich alloys of the niobium-tungsten-zirconium-carbon system, containing up to 4 at.% zirconium, up to 2 at.% carbon and a constant 10 at.% (18 wt.%) tungsten, have been investigated by means of metallographic and X-ray analysis. The hardness and micro-hardness of these alloys have been measured.

The isothermal section of the indicated portion of the niobium-tungsten-zirconium-carbon system at 1800°C has been plotted. At this temperature in equilibrium with quaternary niobium solid solution the following phases have been found: hexagonal  $Nb_2C$ , FCC(Zr, Nb, WC), and the chemical compound  $W_2Zr$  (Laves FCC structure of the  $MgCu_2$  type). In the investigated phase with FCC structure of the  $MgCu_2$  type). In the investigated alloys, the solid solubility of carbon at 1800°C decreases from 0.5 to 0.2 at.% when 1—4 at.% zirconium is introduced. The concentration regions of ductility have been established for the investigated alloys. The phases found in the niobium-tungsten-zirconium-carbon system can be used to effectively strengthen the material, especially in conjunction with appropriate heat treatment. (4 figures, 1 table, 12 references.)

- C. Orth. Nucl. Sci. and Engng, 43, 54 (1971).
- L. I. Prokhorova and dr. «Atomnaya energiya», 33, 767 (1972).
- L. I. Prokhorova and dr. «Atomnaya energiya», 30, 250 (1971).
- I. I. Bondarenko and dr. II. Jenevskaya konferencija (1958). T. 1. M., Atomizdat, 1959. str. 438.

UDC 539.16.04:621.039.512.5

**Experimental Reduction of Graphite Reactor Irradiation Data to the Universal Scale of Damaging Fast-Neutron Flux** by V. I. Klimenkov and V. G. Dvoretski. Atomnaya energiya 34, 93 (1973).

The problem considered arises from the need to correlate graphite irradiation data for various parameters of neutron medium—irradiation in different reactors or at various locations of the same reactor.

The case is considered when the neutron flux spectra are not known at reactor locations where graphite irradiation occurs. In such a case, the reduction to the universal scale of damaging fast-neutron flux cannot be performed by calculation. Experimental reduction methods based on the dependence of the radiation on change in graphite electrical resistivity on the neutron irradiation dose expressed in the universal scale are described.

The experiment consists of the short-term irradiation of a graphite specimen together with a threshold-activation monitor at the reactor location for which the reduction is carried out.

The irradiated graphite specimen provides information on the irradiation temperature and damaging neutron flux, and the activation monitor—on the equivalent fission neutron flux. The comparison allows to determine the factor for converting the integrated fluxes to which the graphite was exposed during irradiation at the given reactor location to the universal scale.

There is introduced a criterion of similitude of irradiation conditions, allowing easy determination of an equivalent pair—temperature and density of neutron flux. To simplify the iteration calculations a nomogram is presented.

The experiment on the CM-2 reactor yielded results which agree well with the calculation of a conversion factor based on a known neutron flux spectrum. (2 figures, 1 reference, 1 table.)

UDC 543.53:539.1.07.543

**Industrial Aggregates of Nuclear Instruments for Activation Analysis** by B. G. Egiazarov, V. V. Matveyev and Yu. P. Seldyakov. Atomnaya energiya, 34, 97 (1973).

The basic principles of designing activation complexes are considered in this paper. It is shown that in the overwhelming majority of cases their designs are similar. The characteristics of individual units of aggregate systems for instrumental activation analysis are presented. The possibility of constructing 14 activation assemblies is shown. The basic complexes KOA 1-01 and KAMA 4-01, consisting of units of an aggregate system, are described. These complexes serve to perform two basic tasks of activation analysis. The main parameters of these complexes are given. (2 figures, 6 references.)

UDC 543.42

**Nuclear Spectroscopy at the Institute of Radium** by B. S. Dzhelapov, N. N. Zhukovskii, R. B. Ivanov and V. P. Prikhodtseva. Atomnaya energiya, 34, 105 (1973).

Over the years, a number of magnetic spectrometers for the investigation of  $\alpha$ ,  $\beta$ - and  $\gamma$ -spectra have been constructed in the Nuclear Spectroscopy Laboratory of the Institute of Radium. A considerable amount of data on nuclear decay of various isotopes has been obtained by means of these spectrometers. The authors discuss the stages of magnetic spectroscopy development and measuring possibilities at the present time. (4 figures, 29 references.)