

В.М.Назаров, С.С.Павлов, В.Ф.Переседов,
М.В.Фронтасьева

КАНАЛЫ ДЛЯ ОБЛУЧЕНИЯ И ПНЕВОТРАНСПОРТНАЯ УСТАНОВКА НА ИБР-2

Описаны пять каналов для облучения на ИБР-2, два из которых предназначены, в основном, для активационного анализа. Средняя плотность потока тепловых и резонансных нейтронов в первом канале $1,1 \pm 0,14 \cdot 10^{12}$ и $0,23 \pm 0,03 \cdot 10^{12}$ н/см².с соответственно. III, IV и V каналы предназначены для радиационных исследований и получения радиоактивных изотопов. Спектры нейтронов в IV и V каналах близки к параметрам I канала, а спектр нейтронов в III канале, расположенном в центре активной зоны реактора, близок к спектру деления со средней плотностью потока нейтронов $180 \cdot 10^{12}$ н/(см².с). Описаны основные блоки пневмотранспортной установки "Регата" и в качестве примера приведены результаты элементного анализа волос человека.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

Channels for Irradiation and Pneumotransport System at IBR-2

V.M.Nazarov et al.

The pulsed reactor IBR-2 is supplied with 5 channels for sample irradiation, two of which are intended mainly for activation analysis. The mean values of the thermal flux density and epithermal neutrons in the I channel are $(1.1 \pm 0.14) \cdot 10^{12}$ and $(0.23 \pm 0.03) \cdot 10^{12}$ n/(cm².s), respectively. The III, IV, and V channels are intended for radiational investigations and production of radioactive isotopes. The neutron spectra in the IV, V channels are similar to that in the I one, and the neutron spectrum in the III channel installed in the centre of the reactor active core is similar to the neutron spectrum of fission, the mean neutron flux density being $180 \cdot 10^{12}$ n/(cm².s). The principal units of the pneumatic system "Regata" are described and the results of the elementary analysis of human hair are presented for illustration.

The investigation has been performed at the Laboratory of Neutron Physics, JINR.

Для проведения активационного анализа, радиационных исследований и получения радиоактивных изотопов реактор ИБР-2 оборудован пятью каналами для облучения образцов /рис.1/. Два канала /K1 и K2/ расположены у торцов гребенчатого замедлителя, просматриваемого 4,5 и 6 пучками

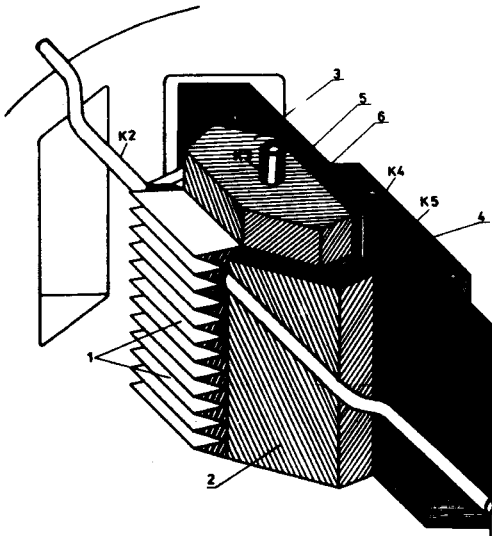


Рис.1. Расположение каналов облучения на ИБР-2. 1 - водяной гребенчатый замедлитель /8/, 2 - водяной плоский замедлитель, 3 - активная зона, 4 - стационарные отражатели, 5, 6 - подвижной отражатель, K1-K5 - каналы облучения.

реактора. Канал K3 расположен в центре активной зоны /пока не используется/, а каналы K4 и K5 - в замедлителе, расположенном за подвижным отражателем. Характеристики каналов для облучения при мощности реактора 2,0 МВт приведены в табл.1.

Таблица 1

№ канала	Плотность потока нейтронов, $n / (cm^2 \cdot c) \cdot 10^{12}$			t, °C в канале	Диаметр канала, мм	Примечания
	тепловые	резонансные	быстрые			
K1	1,1 \pm 0,14	0,23 \pm 0,03	1,4 \pm 0,16	70	28	эксперим. данные
K2	0,54 \pm 0,06	0,12 \pm 0,014	0,64 \pm 0,04	50	28	эксперим. данные
K3	10 $^{-5}$	0,015	180	400	16	расчетные данные
K-4 K-5	4,0 \pm 0,5	0,4 \pm 0,04	4,2 \pm 0,5	30-40	30	эксперим. данные

Все перечисленные каналы внутри сухие, 1 и 2 каналы охлаждаются воздухом, 3 - натрием, 4 - водой. Подача образцов в каналы 1 и 2 осуществляется системой пневмотранспорта "Регата". Блоки загрузки, выгрузки, хранения, измерения и переупаковки расположены вдали от реактора /длина трассы 30-40 м/ и размещены в 2 специальных помещениях. Время транспортировки образцов на облучение или обратно 5-10 с. В каждом канале можно облучать одновременно до 5 контейнеров. Время облучения образцов в полиэтиленовых контейнерах ограничивается радиационной стойкостью полиэтилена и составляет 30 мин при мощности реактора 2 МВт. Более длительные облучения образцов производятся в алюминиевых контейнерах.

Установка "Регата" снабжена автоматами для быстрого /1,5 с/ извлечения капсул с облучаемой пробой из полиэтиленовых транспортных контейнеров. Часто транспортный контейнер используется как рабочая капсула. Внутренний объем его около 5 см³ при внешнем диаметре 26 мм. Алюминиевые контейнеры по размерам близки к полиэтиленовым, но имеют в 2,5 раза больший полезный объем.

Для целей активационного анализа установка "Регата" снабжена измерительно-вычислительным модулем на базе ЭВМ МЕРА-60 с тремя независимыми трактами амплитудного анализа. Один из них располагает программой управления

Таблица 2

Анализируемый радионуклид	Диапазон концентраций элемента, PPM (10 ⁻⁶ г/г)	Анализируемый радионуклид	Диапазон концентраций элемента, PPM(10 ⁻⁶ г/г)
1 24Na	140÷1100	13 76As*	2,0÷20
2 28Al	100÷400	14 75Se*	0,4÷8,0
3 38Cl	100÷700	15 82Br*	7÷35
4 48K	110÷430	16 88Rb	15
5 46Sc	0,06÷1,0	17 110mAg*	0,6÷10
6 52V	0,4÷5,0	18 111mCd*	6÷90
7 51Cr	10÷200	19 116mIn*	0,13÷0,3
8 56Mn	3,0÷9,0	20 124Sb*	2,0÷10
9 59Fe	1000÷6000	21 128I*	0,1÷10
10 60Co	1,2÷8,7	22 187W*	0,1÷2,6
11 66Cu	8÷30	23 198Au*	0,2÷1,5
12 65Zn	400÷2600	24 203Hg	8÷10

* активация определяется резонансными нейтронами.

проботеклой "Регаты", которая позволяет поочередно измерять и обрабатывать до 32 образцов. При наличии эталонного спектра программа выдает данные о составе анализируемых проб по тем элементам, которые присутствуют в эталоне. Более полная обработка гамма-спектров осуществляется на ЭВМ PDP-11/70 по программам АСТIV^{1/1} и SAMP0^{2/2}.

В табл.2 и на рис.2 показаны, в качестве примера, результаты элементного анализа волос человека на установке "Регата". Образец /вес 0,2 г/ активировался тепловыми и

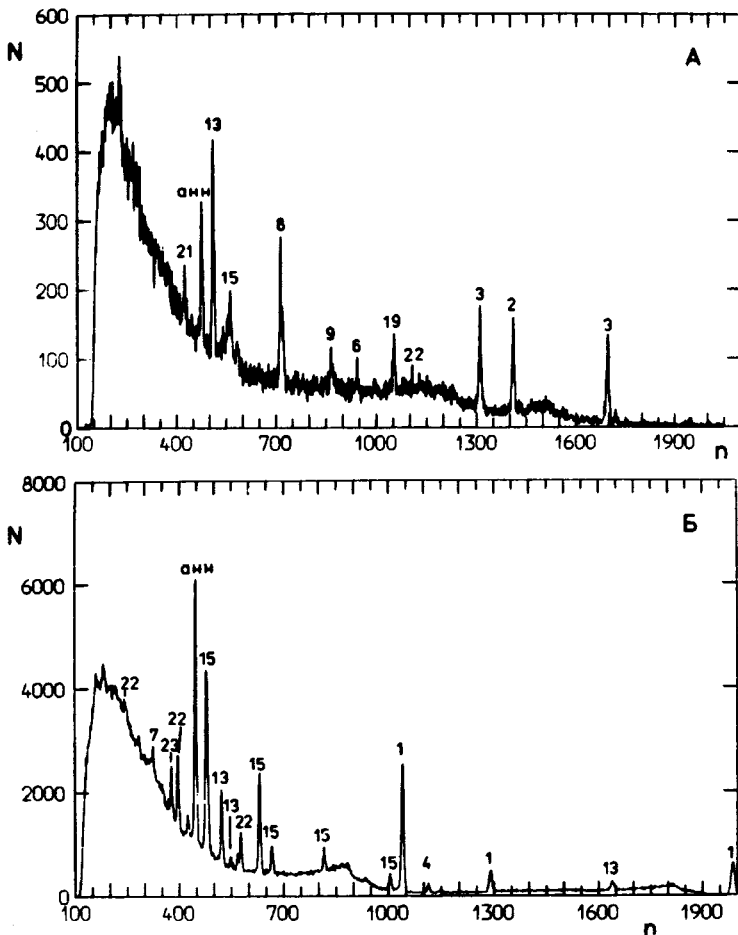


Рис.2. Аппаратурные гамма-спектры активированных образцов волос человека. По оси абсцисс - энергия гамма-квантов /произв. единицы/, по оси ординат - число событий. /Ge(Li)-детектор 50 см³/. Цифрами отмечены пики, соответствующие нумерации химических элементов в табл.2; "анн" - пик аннигиляции позитронов. Условия измерения кривых А и Б описаны в тексте.

резонансными нейтронами. Спектр А /см. рис.2/ измерен после 5-минутного облучения и последующей 5-минутной выдержки, спектр Б - после активации продолжительностью 4 часа и 5-суточной выдержки.

Канал 4, так же как в будущем и 3, используется для радиационных исследований при флюенсах нейтронов больше 10^{17} н/см². Загрузка и выгрузка образцов в них осуществляется механическими захватами при остановленном реакторе. Для работы с высокоактивными образцами на ИБР-2 имеются три горячие камеры.

Литература

1. Zlokazov V.B. Comp. Phys.Comm., 1982, 28, p. 27-40.
2. Routti J.T., Prussin S.G. Nucl.Instr. and Meth., 1964, 72, p. 125.
3. Гундорин Н.А., Назаров В.М. ОИЯИ, РЗ-80-721, Дубна, 1980.