

В.М.Назаров, В.Ф.Переседов, В.П.Сысоев

БИОФИЗИЧЕСКИЙ КАНАЛ НА ИБР-2

Описаны позиции облучения биофизического канала на ИБР-2 и устройства, обеспечивающие возможности проведения радиационных исследований, радиографии и элементного анализа с использованием (n, γ) , (n, α) и (n, p) -реакции. Приведены характеристики пучков при мощности реактора 2 МВт, максимальное значение плотности потока тепловых нейтронов $(60+5) \cdot 10^8 \text{ н}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$, резонансных нейтронов $(40+5) \cdot 10^7 \text{ н}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ при средней мощности дозы 30 Гр/мин. В этих условиях можно определять содержание золота в образцах с чувствительностью анализа $2 \cdot 10^{-8} \text{ г/г}$. На выходе зеркального нейтронотода при плотности потока тепловых нейтронов $(2,5+0,3) \cdot 10^6 \text{ н}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$ чувствительность анализа горных пород по бору 10-15 мкг/г.

Работа выполнена в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

The Biophysical Channel of IBR-2

V.M.Nazarov, V.F.Peresedov, V.P.Syisoev

The sites of irradiation in the biophysical channel of IBR-2 together with the facilities, providing the radiational investigations, radiography and element analysis using (n, γ) , (n, α) and (n, p) reactions are described. The beams parameters at the reactor power of 2 MWt are the following: the maximum value of the thermal flux density is $(60+5) \cdot 10^8 \text{ n}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$, epithermal - $(40+5) \cdot 10^7$ at the mean power doze of 30 gray/min. Under such conditions one can obtain the content of gold in the investigated samples with the sensitivity of $2 \cdot 10^{-8} \text{ g/g}$. The sensitivity of the analysis of boron current in rock samples at the exit of the mirror neutron guide under thermal flux density of $(2.5+0.3) \cdot 10^6 \text{ n}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$ is 10-15 $\mu\text{g/g}$.

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

Биофизический канал /БФК/ /см. рисунок/ предназначен для радиационных исследований /радиобиология, импульсный радиолиз твердых тел и жидкостей/, радиографии и элементного анализа с использованием (n, γ) -, (n, α) - и (n, p) -реакций ^{1,2/}. Для этих целей БФК имеет три позиции для облучения образцов. Позиция №1 расположена в 300 см от активной зоны /в кольцевом коридоре в 20 см от шибера/.

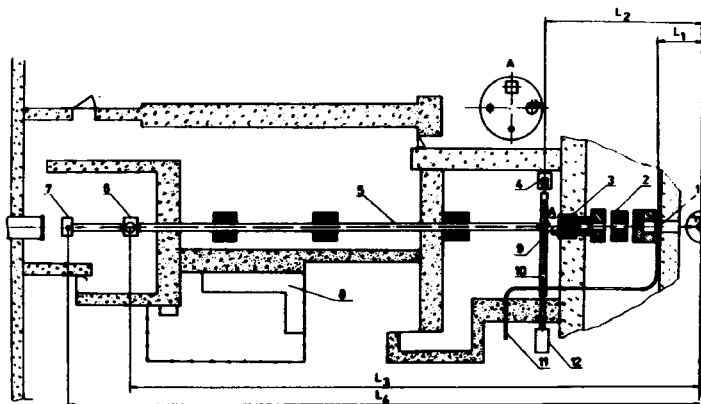


Схема биофизического канала. 1 - первая позиция; 2 - фильтры; 3 - механизм сменных коллиматоров; 4 - импульсный источник света; 5 - зеркальный нейтронный канал; 6 - Ge(Li)-детектор /3 позиция облучения/; 7 - место для радиографии; 8 - пульт управления и измерения; 9 - вторая позиция облучения; 10 - оптическая скамья; 11 - пневмотранспорт; 12 - спектрофотометр; L_1 - 3,0 м; L_2 - 7,2 м; L_3 - 25,7 м; L_4 - 28,0 м.

Образцы в эту точку доставляются сжатым воздухом в полиэтиленовых транспортных контейнерах "Регаты". Одновременно можно облучать до 7 контейнеров. Мощностью дозы нейтронного и гамма-излучений в этой позиции можно управлять с помощью неполного открытия шибера.

Позиция №2 расположена в 720 см от активной зоны вплотную к дополнительной защите реактора. Она имеет экспериментальный павильон для размещения физической аппаратуры. В этот павильон нейтроны и гамма-лучи выводятся через устройство "сменный коллиматор", которое позволяет дистанционно и быстро устанавливать любой из 4 коллиматоров, один из которых - вращающийся. "Сменный коллиматор" позволяет формировать поля излучения с сечением $20 \times 15 \text{ см}^2$, $10 \times 10 \text{ см}^2$, $5 \times 5 \text{ см}^2$. Вращающийся коллиматор - прерыватель с полем $5 \times 5 \text{ см}^2$ используется для дискретного /2,5; 1,67;

1,25; 1,0; 0,83; 0,71; 0,625/ уменьшения частоты следования импульсов реактора на образце, а также для уменьшения фона между импульсами реактора. В кольцевом коридоре располагаются фильтры из полиэтилена с бором, свинца и В₄С. Механизм для перестановки фильтров выполнен в виде 3 дисков, независимо поворачиваемых с шагом 90°. На каждом диске имеется 4 отверстия Ø 300 мм, в три из которых вставляются фильтры из одного и того же материала, но различной толщины. Имеется следующий набор толщин: для полиэтилена и свинца - 60, 40 и 20 мм, для В₄С - 40, 20 и 10 мм. С помощью этого механизма быстро выбирается состав фильтра с необходимой функцией пропускания нейтронов и гамма-лучей.

В позицию №3 выводятся только тепловые нейтроны с помощью изогнутого зеркального нейтроновода ^{3/}. Он представляет собой 20-метровую трубку прямоугольного сечения 1,5x15 см². Зеркальный нейтроновод изготовлен из стекла "Float" с никелевым покрытием. Характеристики пучков в трех позициях при мощности реактора 2 МВт представлены в следующей таблице.

Таблица

№ позиции	Фильтр или положение шибера	Средняя мощность дозы, Гр/мин		Плотность потока нейтронов, н/см ² с	
		нейтроны	гамма-лучи	тепловых	резонансных
1	Шибер открыт полностью	30	7,2	/60±5/·10 ⁸	/40±5/·10 ⁷
1	Открыт на 1/4	7,8	1,3	не измерялись	
2	Без фильтров	1,05	0,26	/1,9±0,2/·10 ⁸	/1,3±0,15/·10 ⁷
2	1 см В ₄ С + 4 см Рb	0,4	0,0082	нет	10 ⁴
2	2 см СН ₂ + 6 см Рb	0,18	0,0044	нет	10 ³
3	Без фильтров	не измерялись		/2,5±0,3/·10 ⁶	1,7·10 ⁴

Для позиции 2 характеристики получены с коллиматорами 20x15 см² и 10x10 см². С коллиматором 5x5 см² все параметры в 2 раза меньше. Средняя энергия быстрых нейтронов /Е > 0,5 МэВ/ в позициях 1 и 2 без фильтров - 1,35 МэВ, а например, с фильтром из 2 см полиэтилена с бором и 6 см свинца - 2,8 МэВ. Средние энергии получены из измерений методом пороговых индикаторов.

Приведенные в таблице абсолютные значения мощностей доз измерены ионизационными камерами и кремниевыми диодами с ошибкой не более 10%.

Радиобиологические исследования проводятся в позициях 1 и 2 по методикам, описанным в ^{4, 5, 6, 7/}. Импульсный радио-

лиз планируется проводить там же. Для радиографии используются пучки тепловых нейтронов в позициях 2 и 3. Элементный анализ по (n, γ) -реакции на содержание В, Cd и Gd опробован в 3 позиции. Чувствительность анализа на эти элементы с Ge(Li) -детектором объемом 40 см^3 лежит в пределах 10-100 мкг. Например, на анализе боросодержащих пород с концентрацией 10-15 мкг/г бора при навеске 5 г затрачивается 10 мин. В позициях 1 и 2 освоены и используются методики анализа золотосодержащих пород на Au, As и Sb с навесками до 8 г в позиции 1 и до 50 г в позиции 2. При времени облучения 15-20 ч чувствительность анализа $2 \cdot 10^{-8}$ г/г. При этом в позиции 1 одновременно облучается 7 образцов, в позиции 2 - до 20.

Литература

1. Назаров В.М., Останевич Ю.М. В сб.: III Совещание по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. ОИЯИ, P18-12147, Дубна, 1979, с. 47.
2. Лущиков В.И., Франк И.М. В сб.: Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. ОИЯИ, P18-82-117, Дубна, 1982, с. 15.
3. Корнилов В.В. и др. Нейтронная физика. Материалы 5-й Всесоюзной конференции по нейтронной физике. ЦНИИАтоминформ, М., 1980, ч.4, с.158.
4. Гацек Э. и др. ОИЯИ, 19-83-509, Дубна, 1983.
5. Erzgraber G., Lapidus I.L., Abel H. JINR, E19-83-493, Dubna, 1983.
6. Эрцгребер Г. и др. ОИЯИ, 19-83-491, Дубна, 1983.
7. Лapidус И.Л. и др. ОИЯИ, P19-84-286, Дубна, 1984.

Рукопись поступила 11 января 1985 года.