

Рис. 4. Вид аппаратного спектра от источника ^{241}Am , снятый детекторами с толщиной чувствительной области 140 (а) и 55 мкм (б)

Для аппаратных спектров арсенидо-галлиевых детекторов характерно наличие четких пиков вылета, интенсивность которых составляет 15–18% основного фотопика, практически независимо от энергии, которой он соответствует. Пики вылета на 9,2–10,5 кэВ (энергия К-края поглощения галлия и мышьяка) смещены в сторону меньшей энергии и могут существенно уве-

личить фон при рентгенорадиометрическом анализе элементов, характеристическое излучение которых совпадает по энергии с пиком вылета от однократно рассеянных в образце квантов возбуждающего излучения.

Это существенный недостаток, по-видимому, всех пленочных и газоразрядных детекторов, особенно из материалов с большими и средними значениями эффективного атомного номера Z . Относительный вклад пиков вылета быстро уменьшается с ростом толщины чувствительной ($h_{r.0}$) области детектора от 25–30% для детектора 31 ($h_{r.0} = 45$ мкм) к 16% у ППД 33 ($h_{r.0} = 55$ мкм) до 1,1% у детектора 21 ($h_{r.0} = 140$ мкм).

Энергетическое разрешение, достигнутое для арсенидо-галлиевых детекторов в области низкоэнергетического рентгеновского и γ -излучения, находится на уровне разрешения спектрометрических пропорциональных счетчиков при абсолютной фотоэффективности 5–15%. Уступая ППД на основе элементарных полупроводников (Ge и Si), арсенидо-галлиевые детекторы обладают перед ними большим преимуществом — возможностью эксплуатации при нормальной температуре.

Повышение чувствительности спектрометрических ППД из эпитаксиального арсенида галлия при регистрации рентгеновского и низкоэнергетического γ -излучения в диапазоне 5–100 кэВ возможно за счет увеличения толщины чувствительной области и применения различных вариантов схемного оформления детекторной структуры, например использования схемы с охраняемым кольцом.

Поступило в Редакцию 10/III 1977 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Eberhard I., Ryan R., Tavendale A. «Nucl. Instrum. and Methods», 1971, v. 94, p. 463.
2. Kobayashi T. e.a. «IEEE Trans.», 1972, v. 3, N 49, p. 324.
3. Залётин В. М. и др. «Атомная энергия», 1975, т. 39, вып. 1, с. 68.
4. Kobayashi T., Takayanagi S. «Nucl. Instrum. and Methods», 1965, v. 44, p. 145.
5. Akutagawa W., Zanio K., Mayer J. «Nucl. Instrum. and Methods», 1967, v. 55, p. 383.
6. Diloranzo J. «J. Cryst. Growth», 1972, v. 17, p. 189.
7. Miki H., Otsubo M. «Jap. J. Appl. Phys.», 1971, v. 10, p. 509.
8. Сидоров Ю. Г., Дворецкий С. А., Залётин В. М. «Электронная техника», 1974, т. 21, вып. 3, с. 17.

УДК 621.039.55

Автономное управление нейтронным потоком на выходе экспериментальных каналов реактора

ПОТАПЕНКО П. Т.

На экспериментальных каналах одного реактора обычно проводятся различные по характеру и целевому назначению исследования. Эти исследования, как правило, требуют различной мощности реактора. В идеальном случае каждой группе экспериментаторов

требуется «свой» нейтронный поток на «своем» экспериментальном канале, изменяющийся во времени по «своей» индивидуальной программе. Такая автономизация каналов затруднена, так как нейтронные потоки всех экспериментальных каналов определяются в ос-

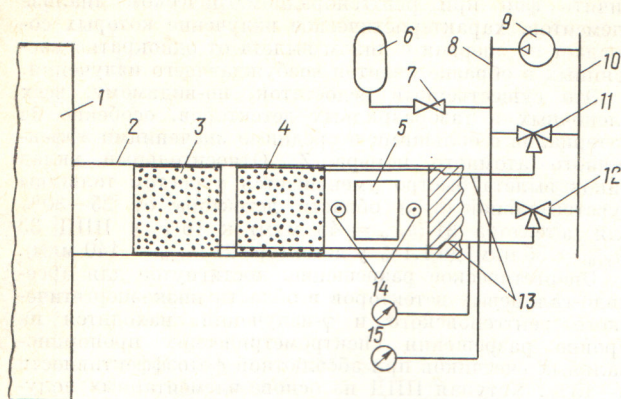


Схема коммуникаций и приборов экспериментального канала: 1 — активная зона; 2 — экспериментальный канал; 3, 4 — пустотельные герметичные пробки-секции с газообразным поглотителем нейтронов; 5 — контейнер с облучаемыми препаратами и приборами; 6 — резервуар с поглощающим газом; 7 — вентиль; 8, 10 — коллекторы высокого и низкого давления газа; 9 — насос; 11, 12 — трехходовые клапаны; 13 — газопитательные линии; 14 — детекторы нейтронов; 15 — манометры

новном мощностью реактора, а возможности управления потоками нейтронов с помощью стержней СУЗ на экспериментальных реакторах чрезвычайно ограничены [1]. Управление нейтронными потоками с помощью механических тяжеловесных экранов «шиберов» неэффективно и не нашло широкого применения на реакторах.

В связи с этими трудностями на экспериментальных реакторах часто приходится работать на пониженной мощности, что снижает эффективность использования реактора. В ряде работ [2, 3] рассматривалось внутриреакторное использование газообразного поглотителя нейтронов для управления мощностью реактора или нейтронным потоком внутриреакторного экспериментального канала. Предлагаемый метод независимого управления нейтронным потоком по экспериментальным каналам, основанный на применении газообразного поглотителя нейтронов (^3He или трехфтористого бора) вне активной зоны, с технической точки зрения значительно проще.

В экспериментальном канале (см. рисунок) между активной зоной и мишенью размещается по крайней мере одна секция, наполненная газом-поглотителем. Давление в секциях регулируется подключением газопитательной линии через трехходовой клапан к коллектору высокого или низкого давления газа. Необходимая разность давлений в коллекторах поддерживается с помощью насоса.

Регулирующие характеристики устройства с двумя секциями описываются формулой

$$\Phi/\Phi_0 = \gamma = \exp(-\Sigma P_1 l_1) \exp(-\Sigma P_2 l_2) = \gamma_1(P_1) \gamma_2(P_2),$$

где Φ_0 , Φ — нейтронные потоки на входе и выходе экспериментального канала; γ_1 , γ_2 — кратность ослабления потока; Σ — макроскопическое сечение поглощения нейтронов для газа при нормальных условиях (например, для ^3He $\Sigma = 0,12 \text{ см}^{-1}$); P_1 , P_2 — давление газа поглотителя в секциях, кгс/см²; l_1 , l_2 — длина газовых секций, см.

Выполнение газовых экранов секционированными позволяет увеличить диапазон и точность регулирования нейтронного потока. Так, удобно в каждой секции регулировать давление от 0,1 и ниже до номинального. Полный диапазон регулирования с помощью такого «двухдекадного» устройства составит 0,01–1,0 при постоянной мощности реактора. Рекомендуемые значения давления в коллекторах высокого и низкого давления составляют соответственно 1,0 и < 0,01 кгс/см². Тогда для приведенной кратности γ_1 и γ_2 размеры секций $l_1 = l_2 = 23 \text{ см}$.

Манометры, измеряющие давление в газовых секциях, удобно отградуировать непосредственно в единицах ослабления потока.

Трехходовой клапан может быть включен в качестве регулирующего органа системы автоматической стабилизации нейтронного потока на выходе экспериментального канала. Датчиками системы являются детекторы нейтронов, расположенные у мишени. Такая система позволяет в указанном диапазоне стабилизировать нейтронный поток на выходе канала при изменении мощности реактора. Управление электроклапанами легко алгоритмизируется и может выполняться с помощью ЭВМ. В этом случае ЭВМ с помощью описанных регулирующих органов обеспечит автономное программное управление нейтронным потоком по экспериментальным каналам реактора с учетом программы изменения мощности реактора.

Разумеется, газообразный поглотитель практически не оказывает воздействия на γ -излучение на выходе канала. В этом смысле предлагаемое устройство не заменяет механических шиберов. Газопоглотитель вследствие небольшого энерговыделения [1] охлаждается путем теплопроводности и теплоотдачи к окружающим конструкциям канала. Описанным регулирующим органом могут оборудоваться горизонтальные и вертикальные экспериментальные каналы. Предложенный метод управления позволяет увеличить эффективность использования экспериментальных реакторов. Метод газового управления апробирован на реакторе ИРТ-2000 МИФИ.

Поступило в Редакцию 28/III 1977 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косилов А. Н. и др. «Атомная энергия», 1976, т. 40, вып. 5, с. 416.
2. Потапенко Г. Т. «Атомная техника за рубежом», 1975, № 6, с. 22.
3. Аринкин Ф. М. и др. «Атомная энергия», 1976, т. 40, вып. 5, с. 415.