

Использование CdTe-детекторов для спектрометрических измерений гамма-излучения отработавших топливных сборок ВВЭР-440

КРАПИВИН М. И., ВРАДИЙ А. Г., КУЛАКОВ Г. А., ЯКОБСОН А. А.

Ранее было показано, что при использовании отбора импульсов по форме можно создать гамма-спектрометры на основе CdTe-детекторов с энергетическим разрешением 9–12 кэВ для энергии γ -излучения 661,6 кэВ (^{137}Cs) при исходном разрешении детектора 25–40 кэВ [1, 2]. Такое энергетическое разрешение достаточно для решения ряда задач при изучении характеристик отработавшего ядерного топлива и, в частности, для определения важнейшей его характеристики — степени выгорания [3]. Использование в контроле ядерного топливного цикла компактных, работающих при комнатной температуре CdTe-детекторов имеет явное практическое преимущество по сравнению с использованием охлаждаемых жидким азотом германиевых детекторов.

Для получения требуемого (<12 кэВ) энергетического разрешения гамма-спектрометра с CdTe-детекто-

ром необходим отбор импульсов с длительностью фронтов нарастания менее 50 нс [2]. В соответствии с этим требованием был разработан селектор импульсов по форме, работающий со спектрометрической установкой СЭС-2-03 («Лангур») и предназначенный для дистанционных измерений. На рис. 1 представлен амплитудный спектр γ -излучения смеси продуктов деления, характерных для отработавшего топлива с выдержкой более 1 года. Полученное энергетическое разрешение 11 кэВ в диапазоне энергии 500–800 кэВ достаточно для раздельной избирательной регистрации γ -излучения отдельных нуклидов.

Испытания блока детектирования с CdTe-детектором объемом 5 мм³ и селектором импульсов по форме были проведены на измерительном стенде в водном бассейне выдержки отработавших кассет ВВЭР-440 (рис. 2). Измеряемую сборку твэлов подносили к коллиматору и сканировали с помощью перегрузочной машины реактора. Полученное распределение активности по длине кассеты представлено на рис. 3. Измеряя кассету с обогащением по ^{235}U 1,6%, время выдержки после окончания облучения 3 года, расчетное выгорание 12,01 кг/т U.

На рис. 4 представлен амплитудный спектр γ -излучения, соответствующий середине кассеты. Для расчетов была использована зависимость выгорания ядерного топлива от соотношения активностей $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$

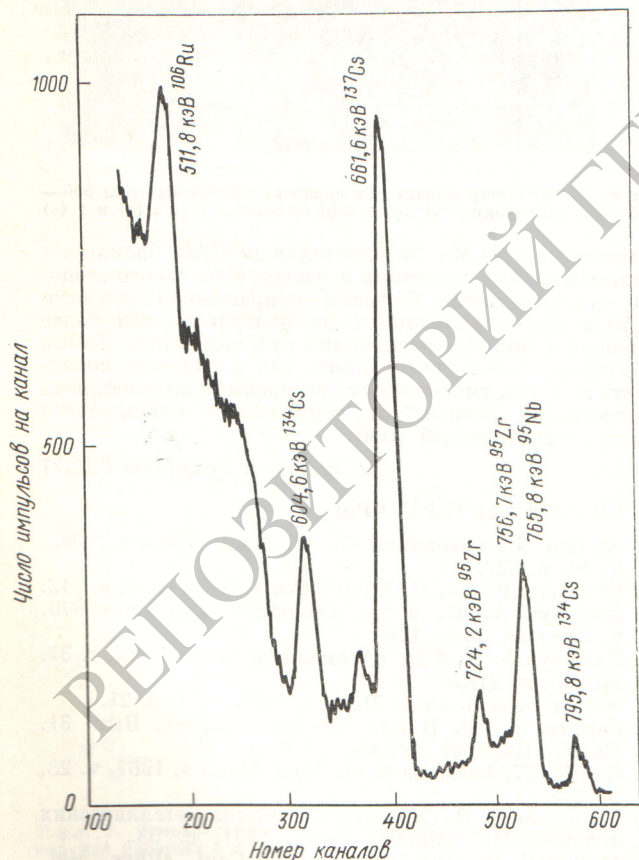


Рис. 1. Амплитудный спектр γ -излучения смеси продуктов деления

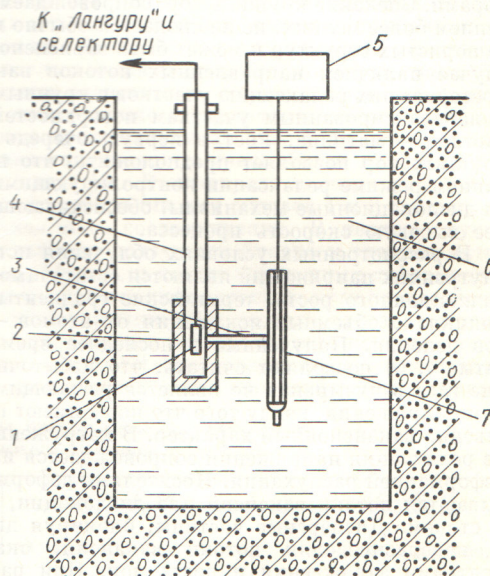


Рис. 2. Схема измерительного стенда:

1 — блок детектирования с CdTe-детектором; 2 — физическая защита; 3 — свинцовый целевой коллиматор; 4 — стальная труба; 5 — перегрузочная машина реактора; 6 — водный бассейн выдержки отработавших кассет; 7 — измеряемая кассета

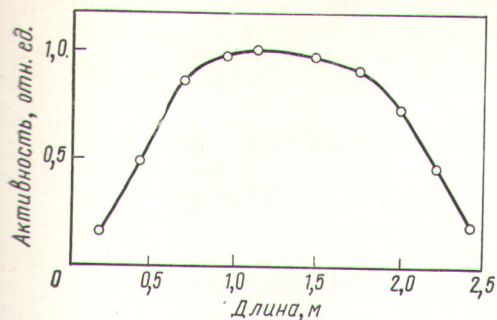


Рис. 3. Распределение активности по длине кассеты (О — эксперимент)

для реактора типа ВВЭР. Выгорание составило 11 ± 2 кг/т U. Проверочные измерения с Ge (Li)-детектором дали 12 ± 1 кг/т U. Учет поглощения и самопоглощения γ -излучения проводили по соотношению интенсивности пиков амплитудного спектра, соответствующих γ -излучению ^{134}Cs энергией 604,6 и 795,8 кэВ.

Результаты показывают принципиальную возможность использования имеющихся в настоящее время CdTe-детекторов для γ -спектрометрических измерений отработавшего ядерного топлива с достаточно большой выдержкой, и в частности для определения его выгорания путем дистанционных неразрушающих измерений отработавших сборок твэлов, хотя для практического использования разработанного гамма-спектрометра необходимо решение ряда методических вопросов [3]. В блоке детектирования были использованы CdTe-детекторы, разработанные и изготовленные в ФТИ им. А. Ф. Иоффе АН СССР.

Поступило в Редакцию 13.II.78

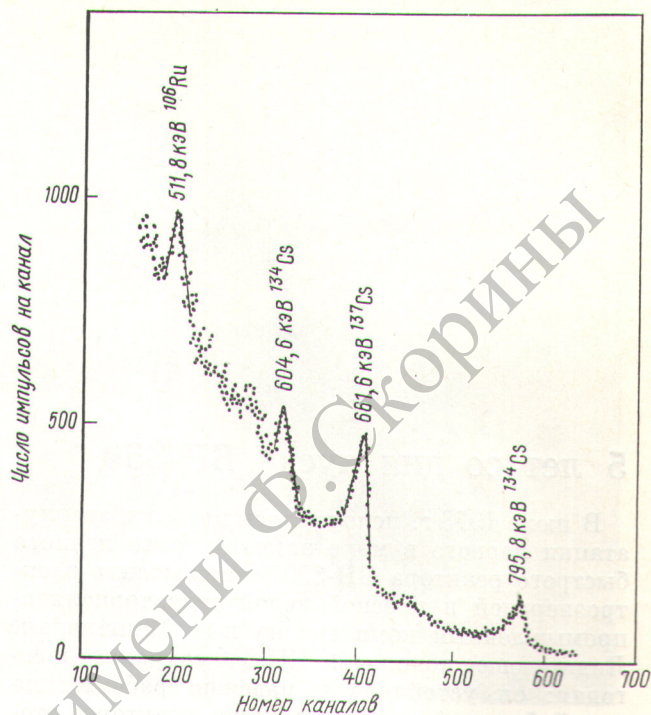


Рис. 4. Амплитудный спектр γ -излучения кассеты

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jones L., Woollam P. «Nucl. Instrum. and Methods», 1975, v. 124, p. 591.
2. Крапивин М. И. и др. «Атомная энергия», 1977, т. 43, вып. 1, с. 34.
3. Graber H. «Kernenergie», 1974, Bd 17, S. 73.

Рефераты статей, опубликованных в настоящем выпуске

УДК 541.128:621.039.7.13

Нахутин И. Е., Поляков А. С., Ананян О. С., Блинные С. А., Жулаков А. И., Такмазян А. С. Каталитическое восстановление четырехоксида рутения. — «Атомная энергия», 1978, т. 45, вып. 2, с. 116.

Проведены исследования по удалению RuO_4 из газовой фазы путем ее восстановления окисью углерода до твердой RuO_2 . Доказан автоматический характер реакции. Разработан катализатор (RuO_2 на алюмогеле) для восстановления четырехоксида рутения. Определены область протекания реакции $\text{RuO}_4 + \text{CO}$ на катализаторе, содержащем RuO_2 ; температурная зависимость коэффициента очистки для этой реакции, порядок реакции по RuO_4 . Доказана возможность термического разложения RuO_4 на катализаторе. Указан ряд других окислов

металлов, катализирующих этот процесс (рис. 2, список литературы 4 наименования).

УДК 543.53

Арипов Г., Сиряжет Х., Мамуров А., Тажиев Н. Нейтронно-радиационное определение некоторых элементов. — «Атомная энергия», 1978, т. 45, вып. 2, с. 119

С помощью установки на базе ^{252}Cf -источника исследованы спектры γ -квантов захвата нейтронов в целях определения элементного состава образцов руд, горных пород и технологических продуктов. Показано, что по спектрам γ -квантов захвата можно определить содержание железа в образцах технологических продуктов, а также содержание меди в образцах медно-молибденовых руд (рис. 2, список литературы 6 наименований).