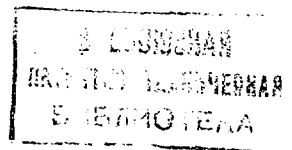




ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

(21) 3927403/24-21
 (22) 09.07.85
 (46) 07.02.90. Бюл. № 5
 (72) В.В.Попов и В.Д.Кузнецов
 (53) 621.384.6 (088,8)
 (56) Габескерия В.Я. и др. Масс-спектрометрическое определение урана и плутония в ядерном горючем реакторе ВВЭР-210. Препринт НИИАР. П-24 (290) Дмитровград, 1976.
 Beyer G.J. et al. Nucl. Instr. and Meth. 1971, 96, p.437.
 Авдеев С.П. и др. Препринт СИЯИ Р6-83-585, Дубна, 1983.
 Горбачев В.М., Замятин Ю.С., Лбов А.А. Взаимодействие излучений с ядрами тяжелых элементов и деление ядер. - М.: Атомиздат, 1976, с. 215, 260.

2

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЛУБИНЫ ВЫГОРАНИЯ ГОРЮЧЕГО В ТВЭЛЕ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА
 (57) Изобретение относится к ядерной технике и может быть использовано для контроля состояния ядерного горючего в твэле ядерного реактора (ТЯР). Цель - повышение точности определения глубины выгорания горючего в ТЯР за счет введения в образец горючего изотопов с малым периодом полураспада, что позволяет точно определить их количество в образце и, тем самым, количество цезия - 137, 1 ил.

Изобретение относится к измерительной технике, используемой при эксплуатации ядерных реакторов, а именно контролю состояния ядерного горючего в ТВЭЛЕ.

Целью изобретения является увеличение точности определения глубины выгорания горючего в ТВЭЛЕ ядерного реактора за счет введения в образец горючего изотопов с малым периодом полураспада, что позволяет точно определить их количество в образце и количество цезия - 137.

Способ реализуется следующим образом.

Из ТВЭЛА вырезают образец весом 1 г, помещают в камеру внутреннего

пучка синхрофазотрона и облучают протонами 600 МэВ, затем образец помещают на Ge(Li) - детектор, измеряют гамма-спектр, из которого определяют абсолютное количество ядер изотопов цезия - 127, 129, после чего образец помещают в ионный источник с поверхностной ионизацией электромагнитного масс-спектра, сепарируют изотопы цезия на приемное устройство, выполненное по авт.св. №6999956. Участки с изотопами разносят друг от друга на расстояние, исключающее регистрацию излучений от соседних участков, одновременно измеряют счетчиками СБТ-11 или СИ-19 БГ. По полученным измеренным данным вычисляют глубину выгорания.

На чертеже изображена схема реализации способа.

На схеме последовательно соединены ТВЭЛ 1, образец 2, вырезанный из ТВЭЛА, синхрофазотрон 3, Ge(Li)-детектор 4, электромагнитный масс-сепаратор 5 с источником поверхностной ионизации, приемное устройство масс-сепаратора, счетчики 7 СВТ-11 или СИ 19 БГ.

Способ имеет следующие существенные признаки.

Вырезанный из ТВЭЛА образец облучают на пучке протонов с энергией 600 МэВ для того, чтобы образовать изотопы цезия-127, 129 в реакциях глубокого расщепления ядер урана.

Образец помещают на Ge(Li)-детектор и измеряют гамма-спектр активированного образца, из которого определяют абсолютное количество ядер изотопов.

Образец помещают в ионный источник с поверхностной ионизацией электромагнитного масс-сепаратора и сепарируют изотопы с целью селективного выделения изотопов цезия на приемное устройство масс-сепаратора.

Выделенные на приемное устройство изотопы разделяют на отдельные участки с целью исключения регистрации излучения от соседних участков в процессе измерения радиоактивности счетчиками.

Одновременно измеряют счетчиками излучение от всех разделенных друг относительно друга участков приемного устройства с целью исключения искажений измеряемых спектров.

По полученному массовому спектру определяют количество ядер изотопов цезия-127, 129, 137, и на основании гамма-спектра и масс-спектра определяют эффективность сепарации, а по ней определяют количество ядер цезия-137 в образце. Зная выход ядер цезия-137 на один акт деления ядра урана, и количество цезия-137, вычисляют общее количество актов деления в образце, что и дает величину глубины выгорания.

Предлагаемый способ позволяет проводить измерения с 1% точностью, используя для анализа ~1 мг урана, что не превышает ~1 мкм активности. При глубине выгорания 15-20 кг/мУ число делений на 1 г отработанного урана составит ~4 · 10¹⁹ делений. Для на-

бора под пиком цезия-137 в спектре масс ~10⁷ числа отсчетов за 1 ч экспонирования необходимо отсепарировать ~2,2 · 10¹³ атомов цезия-137, распадающегося с периодом T_{1/2} = 30 лет. Если принять эффективность сепарации цезия ~1%, то в ионном источнике должно быть 2,2 · 10¹⁵ атомов цезия. Приняв делимость цезия ~6%, можно определить, что для получения ~10⁷ отсчетов распада цезия-137, вес образца, отработанного урана должен составлять 1 мг. Для получения под пиком цезия 129 ~0,4 · 10⁷ отсчетов за 1 ч экспозиции, необходимо активировать образец урана весом 0,5 г в течение ~80 ч. Сечение образования цезия 129 ~1м. барн, эффективность регистрации ~3%. Точность определения количества цезия-137 определяется точностью измерения числа атомов цезия-129, который можно определить с: точностью 1% с помощью Ge(Li)-детектора.

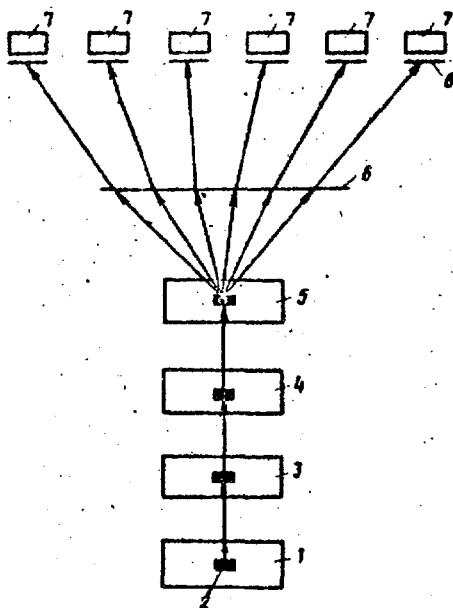
Таким образом, абсолютное количество актов деления ядер урана определяется тремя факторами: эффективностью сепарации цезия, количеством ядер цезия-137 под пиком в массовом спектре и кумулятивным выходом цезия-137 на один акт деления урана. Как указывалось выше, экспериментальная точность первых двух факторов <1%, выход цезия-137 на один акт деления определен экспериментально с точностью <1%. Иными словами, суммарная ошибка будет находиться в пределах 1%.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ определения глубины выгорания горючего в ТВЭЛЕ ядерного реактора, включающий помещение образца в ионный источник электромагнитного масс-сепаратора, последующую сепарацию и измерение количества ядер изотопа цезия-137, отличающийся тем, что, с целью увеличения точности определения глубины выгорания, перед помещением образца в ионный источник образец облучают протонным пучком, имеющим энергию, достаточную для накопления в образце ядер изотопов цезия-127 и цезия-129 в результате ядерных реакций, затем измеряют гамма-спектр, по которому определяют абсолютное количество

ядер изотопов цезия-127 и цезия-129, а после сепарации разделяют приемное устройство масс-сепаратора на дискретные участки, измеряют массовый спектр путем одновременного и независимого измерения радиоактивности каждого участка, по измеренному массовому спектру определяют количество ядер изотопов цезия-127, 129, 137, на ос-

новании гамма-спектра и массового спектра определяют эффективность сепарации, по ней определяют количество ядер цезия-137 в образце, а по ходу этих ядер на один акт деления, ядра урана и количеству цезия-137 определяют общее количество актов деления.



Редактор А. Кондрахина Составитель Н. Катинава Корректор И. Муска
 Техред Л. Сердюкова

Заказ 499 Тираж 393 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101