



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

ДЛЯ СЛУЖЕБНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКЗ. №

(19) **SU** (11) **1720402** **A1**

(51) **S** G 01 T 1/04, 3/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГНТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 4855496/25

(22) 31.07.90

(71) Институт ядерных исследований
АН УССР

(72) В.Н.Шевель и П.О.Вознюк

(53) 621.386.82(088.8)

(56) Голубев Б.Л. Дозиметрия и защита
от ионизирующих излучений М.: Атом-
издат, 1976, 21-40.

Иванов В.И. Курс дозиметрии. М.:
Энергоатомиздат, 1988, 60-71.

Горн Л.С., Хазанов Б.И. Современ-
ные приборы для измерения ионизиру-
ющего излучения. М.: Энергоатомиз-
дат, 1989, с. 112.

Пикаев А.К. Дозиметрия в радиаци-
онной химии. М.: Наука, 1975, 3-21.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПО-
ГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ ГАММА И НЕЙТРОННОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ

(57) Использование: гамма-нейтронная
дозиметрия и создание дозиметров-сви-
детелей, сохраняющих при контактных
температурах информацию продолжитель-
ное время с возможностью многократ-
ного измерения. Сущность изобретения:
используют в качестве рабочего веще-
ства соль Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в
твердом состоянии, содержащая ионы
 Fe^{2+} . Образовавшиеся при облучении
 Fe^{3+} определяют методом ядерного гам-
ма-резонанса. 2 ил.

Изобретение относится к дозимет-
рии ионизирующих излучений и может
быть использовано для определения
больших ($\geq 2,5$ МГр) поглощенных доз
 γ -нейтронного и смешанного гамма-ней-
тронного излучений при создании дози-
метров-свидетелей, сохраняющих при
контактных температурах информацию
практически неограниченное время и
позволяющих многократно проводить из-
мерение поглощенной дозы. При необ-
ходимости после измерения поглощенной
дозы можно продолжить накопление до-
зы на тех же образцах.

Дозиметры, обладающие перечислен-
ными свойствами, могут быть полезны
при метрологии ионизирующих излуче-
ний, радиационном материаловедении
как образцы-свидетели.

10-92

Известны физические и химические
способы измерения поглощенных доз
ионизирующих излучений. Однако ни
один из существующих методов не об-
ладает перечисленной выше совокупно-
стью преимуществ.

Наиболее близким к предлагаемому
является способ определения погло-
щенной дозы γ -излучения и нейтронов
является ферросульфатный дозиметр
Фрикке, в котором в качестве рабоче-
го тела используется водный раствор
сульфата железа (соли FeSO_4) с добав-
лением серной кислоты H_2SO_4 , а опреде-
ление дозы основано на свойстве иони-
зирующих излучений окислять ионы двух-
валентного железа Fe^{2+} до ионов трех-
валентного железа Fe^{3+} . Количество
ионов Fe^{3+} , являющееся в дозиметре

РЛФ

(19) **SU** (11) **1720402** **A1**

Фрикке мерой поглощения энергии в диапазоне 20-400 Гр, определяется при помощи полиграфического, электрохимического, радиометрического, спектрофотометрического методов анализа.

Недостатком указанного способа измерения дозы (дозиметра Фрикке) является протекание самопроизвольных окислительных процессов в отсутствие источников излучения. Поэтому растворы для дозиметров приходится готовить перед их применением. Кроме того, на выход реакции окисления ионов железа оказывает влияние наличие органических примесей. Требуется применение химически чистых веществ и насыщение рабочего раствора кислородом. В связи с этим, дозиметр Фрикке имеет низкую повторяемость результатов измерений, его невозможно использовать повторно. Он не обладает способностью длительного хранения информации о поглощенной дозе. Интервал измеряемых доз ограничен несколькими сотнями грей.

Целью предлагаемого изобретения является реализация возможности измерения больших поглощенных доз ($\geq 2,5$ МГр), обеспечение сохранности информации о накопленной дозе неограниченное время и возможности повторных измерений.

Для осуществления предложенного способа необходимо подобрать рабочее тело дозиметра, которое реагирует на данные виды излучений, сохраняет информацию о накопленной дозе длительное время, найти неразрушающий метод измерения, позволяющий количественно с высокой точностью (1-2%) определить те изменения, которые произошли в рабочем теле дозиметра под действием ионизирующих излучений.

В качестве рабочего тела (дозиметра) была выбрана соль Мора $(\text{NH}_4)_2 \times \text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Это устойчивое соединение с постоянным количеством кристаллизационной воды. На воздухе не выветривается. Ионы железа в необлученной соли Мора находятся в двухвалентном состоянии Fe^{2+} . При облучении γ -квантами и нейтронами происходит окисление ионов Fe^{2+} до Fe^{3+} , количество Fe^{3+} зависит от величины поглощенной дозы. Самопроизвольного окисления или восстановления ионов железа не наблюдается. Эксперименты

проводились с использованием γ -излучения на кобальтовой установке, γ -излучения в хранилище отработанных ТВЭлов и в активной зоне реактора ВВР-М. Мощность дозы γ -излучения измерялась с использованием дозиметра Фрикке. Доза зависела прямо пропорционально от времени облучения. Для облучения в ампулах находилось по 2-3 г порошков соли Мора. Ампулы были заполнены воздухом и запаяны или закрыты пробкой. В качестве способа измерения поглощенной дозы выбрался метод ядерного гамма-резонанса (ЯГР), который позволяет по спектрам ЯГР четко идентифицировать ионы Fe^{2+} и Fe^{3+} и определить с высокой точностью относительное содержание ионов Fe^{3+} . ЯГР - это метод, не разрушающий рабочее тело дозиметра. В процессе измерения никаких изменений в образце не происходит. После измерения с применением ЯГР образец можно использовать для дальнейшего накопления дозы или хранить длительное время без искажения информации и поглощенной дозе. Облученные образцы хранились 10 лет, никаких измеримых изменений не обнаружено. Для снятия спектров ЯГР из облученного порошка соли Мора готовилась навеска в 200 мг. Спектры снижались при комнатной температуре (300 К) и температуре жидкого азота (80 К).

Спектры ЯГР порошков соли Мора для различных поглощенных доз приведены на фиг. 1; на фиг. 2 приведена зависимость относительного содержания ионов Fe^{3+} ($d = \frac{\text{Fe}^{3+}}{\text{Fe}_{\text{овщ}}}$) от поглощенной дозы. Для определения относительного содержания ионов Fe^{3+} спектры ЯГР обрабатывались по программе, реализующей метод наименьших квадратов. Относительный вес площади спектра ЯГР, сопоставляемого с ионами Fe^{3+} , определяет относительное содержание ионов Fe^{3+} .

Погрешность определения содержания ионов Fe^{3+} ($d = \frac{\text{Fe}^{3+}}{\text{Fe}_{\text{овщ}}}$) по спектрам ЯГР не превышает 1-2%.

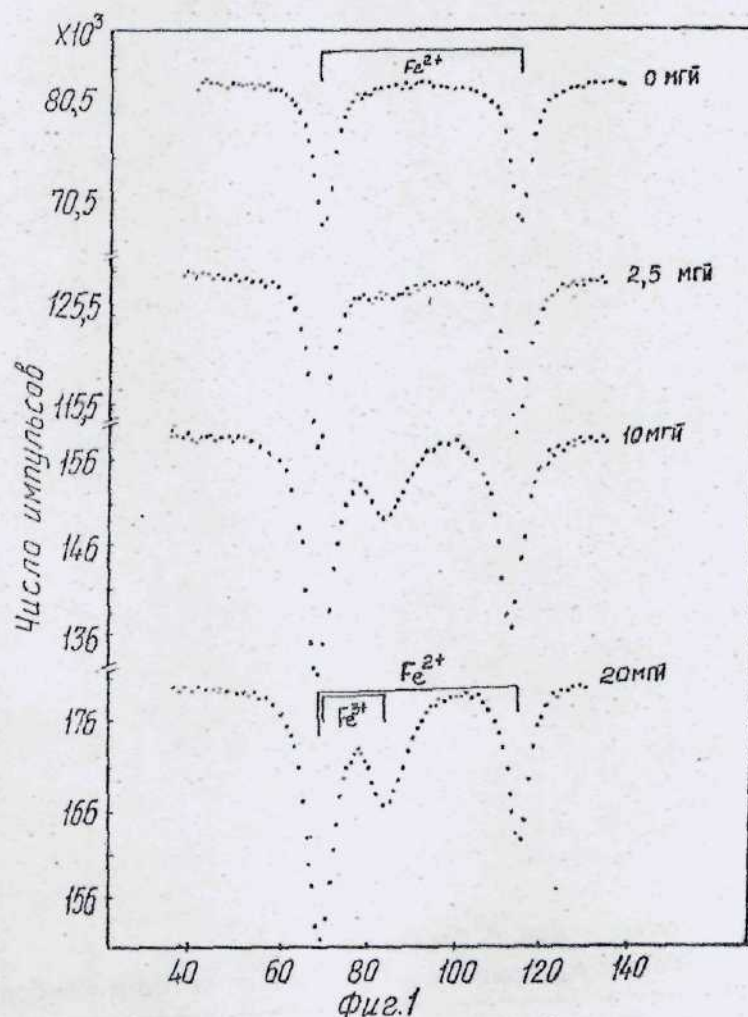
Процесс накопления ионов Fe^{3+} не зависит от мощности дозы в исследованном интервале 0,2-10 Гр/с (см. фиг. 2). Это позволяет использовать график, приведенный на фиг. 2 для оп-

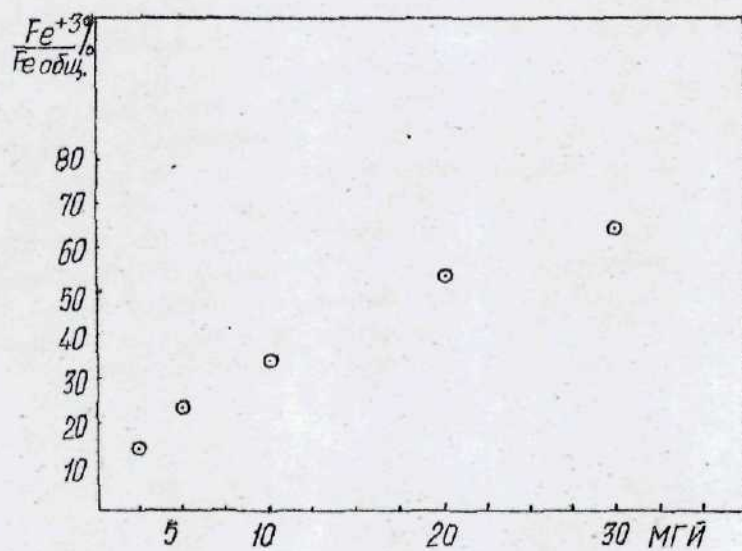
ределения поглощенной дозы. Например, в результате расчета спектра ЯГР установлено, что относительное содержание Fe^{3+} в рабочем теле дозиметра составляет 30%. Используя зависимость $\alpha(D)$ (см. фиг. 2), находим, что поглощенная доза составляет 20 МГр. Степень точности графического определения дозы ограничивается лишь возможностями детализации графика.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ определения величины поглощенной дозы гамма и нейтронного излучения, включающий использование в качестве рабочего вещества солей

железа, содержащих ионы двухвалентного железа Fe^{2+} , и определение величины поглощенной дозы по количеству ионов трехвалентного железа Fe^{3+} , отличающийся тем, что, с целью расширения диапазона в сторону больших поглощенных доз более 2,5 МГр, сохранения информации о накопленной дозе неограниченное время и возможности повторных измерений, в качестве рабочего вещества используют соль Мора $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ в твердом состоянии, а количество ионов Fe^{3+} определяют с использованием метода ядерного гамма-резонанса.





Фиг. 2

Редактор В.Фельдман	Составитель В.Костеров	
	Техред А. Кравчук	Корректор М. Самборская

Заказ 981/ДСП	Тираж	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