



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2008107651/28, 27.02.2008**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.02.2008(45) Опубликовано: **10.09.2009** Бюл. № **25**(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2022299 C1, 30.10.1994. RU 2006110904**
A, 20.10.2007. RU 2004120219 A, 10.12.2005.
US 4777367 A, 11.10.1988.

Адрес для переписки:

**456770, Челябинская обл., г. Снежинск, ул.
Васильева, 13, ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им.
академ. Е.И. Забабахина", отдел
интеллектуальной собственности, а/я 245,
Г.В. Бакалову**

(72) Автор(ы):

**Горин Николай Владимирович (RU),
Липилина Елена Николаевна (RU),
Рукавишников Григорий Валентинович
(RU),
Чуриков Юрий Иванович (RU),
Кандиев Ядгар Закирович (RU),
Гиззатулин Хамит Фаритович (RU),
Хомченко Алексей Николаевич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

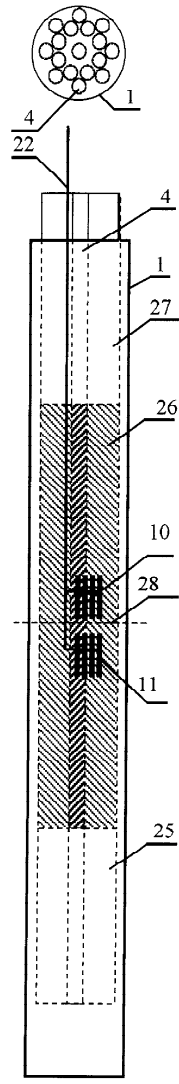
**Федеральное государственное унитарное
предприятие "Российский Федеральный
Ядерный Центр-Всероссийский
Научно-Исследовательский Институт
Технической Физики имени академика Е.И.
Забабахина" (ФГУП "РФЯЦ-ВНИИТФ им.
академ. Е.И. Забабахина") (RU)**

**(54) СПОСОБ КОНТРОЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ КОНФИГУРАЦИИ ИСТОЧНИКОВ
ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ЗАКРЫТЫХ ОБЪЕМАХ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО
ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к радиационной технике и может использоваться для контроля постоянства или соответствия эталону конфигурации нескольких источников n, γ -излучения, а точнее отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС), находящихся в закрытых объемах без непосредственного доступа к содержимому этого объема. Первое измерение n, γ -излучения в контрольных точках контролируют визуально. Регистрируют показания n, γ -излучений в первой контрольной точке, запоминают угол поворота, пошагово поворачивают детектор в следующие контрольные точки. Составляют и запоминают эталонный радиационный портрет, сравнивают с ним портреты при контроле. При контроле измерение начинают в

произвольной точке. Повторяют перечисленные операции. От каждого детектора блока получают радиационные портреты, вводят поправку на хранение, сравнивают с эталоном, делают вывод о соответствии контрольного портрета эталонному. В устройстве связаны кабелем регистратор и блок детектирования, в котором закреплены на жесткой дугообразной конструкции нейтронные и гамма-детекторы. Периметр поперечного сечения закрытого объема кратен расстоянию между крайними детекторами в конструкции. Технический результат - обеспечение независимости результатов измерений от коррозионных процессов, уменьшение количества используемых детекторов, учет изменения активности источников ионизирующего излучения с течением времени. 2 н.п. ф-лы, 7 ил.



Фиг. 6



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21), (22) Application: **2008107651/28, 27.02.2008**(24) Effective date for property rights:
27.02.2008(45) Date of publication: **10.09.2009 Bull. 25**

Mail address:

**456770, Cheljabinskaja obl., g. Snezhinsk, ul.
Vasil'eva, 13, FGUP "RFJaTs-VNIITF im. akadem.
E.I. Zababakhina", otdel intellektual'noj
sobstvennosti, a/ja 245, G.V. Bakalovu**

(72) Inventor(s):

**Gorin Nikolaj Vladimirovich (RU),
Lipilina Elena Nikolaevna (RU),
Rukavishnikov Grigorij Valentinovich (RU),
Churikov Jurij Ivanovich (RU),
Kandiev Jadgar Zakirovich (RU),
Gizzatulin Khamit Faritovich (RU),
Khomchenko Aleksej Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe unitarnoe
predpriyatje "Rossijskij Federal'nyj Jadernyj
Tsentr-Vserossijskij Nauchno-Issledovatel'skij
Institut Tekhnicheskoy Fiziki imeni akademika
E.I. Zababakhina" (FGUP "RFJaTs-VNIITF im.
akadem. E.I. Zababakhina") (RU)**

(54) METHOD FOR CONTROL OF SPATIAL CONFIGURATION OF IONISING RADIATION SOURCES IN CLOSED VOLUMES AND DEVICE FOR ITS REALISATION

(57) Abstract:

FIELD: physics, measurements.

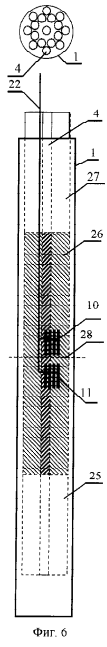
SUBSTANCE: invention is related to radiation engineering and may be used for control of stability or compliance with standard of configuration of several sources of n,y-radiation, more precisely, spent fuel assemblies (SFE), which are installed in closed volumes without direct access to content of this volume. The first measurement of n-γ radiation in control points is controlled visually. Readings of n-y radiations in the first control point are registered, turn angle is memorised, detector is turned stepwise into the following control points. Standard radiation pattern is made and memorised, patterns are compared to it in the process of control. In process of control measurement is started in arbitrary point. Specified

operations are repeated. Radiation patterns are produced from each unit detector, correction for storage is introduced, compared to standard, conclusion is made about compliance of control pattern with the standard one. In device detector and detection unit are connected by cable, and in detection unit neutron and gamma detectors are fixed on rigid arched structure. Perimetre of cross section of closed volume is multiple to distance between extreme detectors in structure.

EFFECT: provision of measurement results independent on corrosion processes, reduced number of used detectors, accounting of ionising radiation sources activity variation in time.

1 cl, 7 dwg

RU 2366976 C1



RU 2366976 C1

Область техники

Изобретение относится к радиационной технике и может использоваться для контроля постоянства или соответствия эталону конфигурации нескольких источников n, γ -излучения, а точнее отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС), находящихся в закрытых объемах без непосредственного доступа к содержимому этого объема.

Контроль заключается в проведении инспекций, для убеждения в том, что предъявленный закрытый объем содержит то количество ядерного материала и с теми характеристиками, которые предусмотрены учетной документацией.

Предшествующий уровень техники

Необходимость такого контроля возникает при выполнении процедур системы учета и контроля ядерных материалов, например, при инвентаризации в хранилищах пеналов с ОТВС. Пенал - это закрытый объем, внутри которого находится контролируемый объект, содержащий в своем составе ядерный материал (ОТВС). В результате инвентаризации необходимо быть уверенным, что, прежде всего, проверяемый пенал именно тот, который числится по учетной документации, затем, что он содержит учетное количество ОТВС и что эти ОТВС расположены в неизменном порядке. Выполнение этих условий может гарантировать, что за время, прошедшее после последней инвентаризации, не было несанкционированного доступа к содержимому пенала.

В соответствии с требованиями «Основных Правил учета и контроля ядерных материалов», введенных в действие 01.01.02, любая учетная единица, содержащая ядерные материалы, должна иметь индивидуальный идентификационный номер (признак) в течение всего срока хранения. Поэтому каждый пенал с ОТВС, помещенный на длительное хранение, должен иметь индивидуальный признак, который позволял бы идентифицировать его даже через десятилетия хранения. Возможные решения, связанные с маркировкой краской, гравировкой, закреплением табличек с текстом и т.д., просты, дешевы и, безусловно, должны быть применены, так как позволяют идентифицировать пенал с ОТВС, по крайней мере, в течение первых тридцати лет хранения.

В настоящее время в бассейнах выдержки многих АЭС хранятся конструкции с ОТВС, жестко соединенными друг с другом. При постановке конструкции с ОТВС на длительное хранение ее извлекают из бассейна и помещают в стальной пенал, который необходимо периодически идентифицировать и проверять неизменность содержимого.

Характеристики радиационного поля, а именно мощность дозы гамма-квантов, спектр, поток нейтронов, измеренные в контрольных точках у поверхности закрытого объема, в данном случае пенала, с ядерными материалами, названы ниже «радиационным портретом». Расчетами показано, что большинство конкретных конфигураций ОТВС создают у поверхности пенала радиационный портрет, который может быть поставлен во взаимно-однозначное соответствие только одному пеналу с ОТВС, и поэтому радиационный портрет может быть тем самым индивидуальным признаком, с помощью которого проводят идентификацию и содержимого пенала.

В настоящее время идентификация осуществляется с помощью гравировки, или крепления табличек с номером и/или штрихкодом, контроль за которыми проводят дистанционно с помощью оптических средств и, при необходимости, математических методов обработки и восстановления искаженной коррозией информации. Существенным недостатком такого способа является то, что работоспособность способа ограничена двадцатью - тридцатью годами и он не дает информации о

содержимом пенала и его неизменности. В дальнейшем из-за коррозии перечисленные способы идентификации могут стать менее надежными и, в конце концов, неработоспособными. Процесс идентификации осложняется тем, что уровень остаточного гамма-излучения от пенала с ОТВС составляет от нескольких сотен до
5 тысяч рентген в час, что исключают возможность подхода человека к пеналу и проведения рядом с ним каких-либо работ. Все работы могут быть выполнены только дистанционно.

В качестве прототипа для способа и устройства выбран патент №2022299,
10 класс G01T 1/167, от 08.10.92 «Способ контроля пространственной конфигурации источников ионизирующего излучения в закрытых объемах и устройство для его осуществления». Авторы - Антропов Г.П., Белов В.А., Зыков С.А., Митрофанов И.Е., Разиньков С.Ф.

Способ заключается в том, что параллельно с однократным проведением
15 визуального контроля производят измерения интенсивности излучения в совокупности контрольных точек и полученную совокупность используют в дальнейшем в качестве эталонной для сравнения с соответствующими значениями, получаемыми в ходе очередных проверок по аналогичной схеме, но без проведения визуального контроля.

В устройстве для контроля пространственной конфигурации источников
20 ионизирующего излучения в закрытых объемах, включающем блок детектирования и регистратор, связанные кабельным каналом, на блоке детектирования с фиксированным шагом размещены отдельные детекторы с различающейся амплитудой выходных импульсов, а в качестве регистратора использован
25 амплитудный анализатор, вход которого подключен ко всем детекторам через один общий кабельный канал.

Одним из недостатков прототипа является то, что способ не обеспечивает учет
изменения радиационного поля у поверхности объекта из-за распада источников
30 излучения на протяжении длительного срока хранения. В нашем случае сроки хранения соизмеримы с периодами полураспада многих продуктов деления в ОТВС, а для некоторых из них сроки хранения больше. Поэтому радиационные портреты ОТВС, снятые в разные промежутки времени, будут неодинаковы, что необходимо учитывать при инвентаризации.

Вторым недостатком прототипа можно считать то, что при длительном хранении
он не может обеспечить точное положение детекторов в каждой из контрольных
35 точек, фиксированных относительно источников излучения. Метки контрольных точек за время хранения стираются, покрываются пылью. При идентификации в прототипе этого не требуется. Способ работоспособен в ситуациях, когда
40 конфигурация источников излучения в закрытом объеме проста, когда источники расположены по окружности в один ряд и имеют одинаковые активности. Большинство пеналов с ОТВС имеют более сложную структуру, например, ОТВС расположены в несколько рядов. При этом разные ОТВС имеют разные активности.
45 Как правило, такие конструкции имеют несколько осей симметрии. Совокупность контрольных точек для измерения радиационного портрета лучше всего выбирать на осях симметрии, причем при разных активностях ОТВС необходимо точное положение детектора в каждой контрольной точке. В нашем случае обязательно
50 требуется известность положения детекторов относительно источников излучения при идентификации.

Положение детекторов относительно источников n, γ -излучения, которыми являются ОТВС, может быть известно только в момент загрузки их в пенал и,

возможно, в течение последующих тридцати лет, если на поверхности пенала будут нанесены метки относительно какой-либо чехловой трубы. Через десятилетия хранения из-за коррозии любая метка станет неразличимой и поэтому необходим алгоритм размещения детектора относительно контрольных точек.

5 Еще один недостаток прототипа в том, что при измерении одновременно используются несколько детекторов излучения, каждый из которых вносит индивидуальную и независимую от других погрешность, что ухудшает точность идентификации.

10 Раскрытие изобретения

Задачей настоящего изобретения является создание способа контроля пространственной конфигурации источников ионизирующего излучения в закрытых объемах и устройства для его осуществления, которые обеспечивают повышенную точность контроля в течение длительного времени.

15 Технический результат заключается в обеспечении независимости результатов измерений от коррозионных процессов, возможности уменьшения количества используемых детекторов, учета изменения активности источников ионизирующего излучения с течением времени.

20 Для решения поставленной задачи предлагается способ контроля пространственной конфигурации источников ионизирующего излучения в закрытых объемах, включающий проведение однократного визуального контроля, первого измерения интенсивностей излучения в совокупности контрольных точек и использование полученной совокупности значений интенсивностей в качестве опорной для сравнения с соответствующими значениями, получаемыми в ходе акции контроля. Согласно изобретению при первом измерении регистрируют детектором показания нейтронного и гамма-излучений в одной контрольной точке, поворачивают детектор в следующую контрольную точку, запоминают угол поворота, по полученным данным составляют и запоминают эталонный радиационный портрет закрытого объекта с источниками ионизирующего излучения. В ходе акции контроля измеряют интенсивность нейтронного и гамма-излучений блоком детекторов в произвольно расположенной точке. Поворачивают блок детекторов относительно предыдущего положения на тот же угол, что и при первом измерении, от каждого детектора блока получают радиационные портреты, выбирают из них истинный, вводят в него поправку на хранение, сравнивают его с эталонным радиационным портретом, делают вывод о соответствии контрольного портрета эталонному и принадлежности идентифицируемому закрытому объему.

40 Для осуществления контроля пространственной конфигурации источников ионизирующего излучения в закрытых объемах предлагается устройство, включающее связанные кабельным каналом регистратор и блок детектирования, содержащий размещенные с фиксированным шагом отдельные детекторы, согласно изобретению отдельные детекторы состоят из нейтронных и гамма-детекторов, закрепленных на жесткой дугообразной конструкции таким образом, что величина периметра поперечного сечения закрытого объема кратна расстоянию между крайними детекторами в конструкции.

50 Для проведения измерений выбирают совокупность контрольных точек, количество и положения которых определяются особенностями конструкции объекта. Очевидно, что контрольные точки, находящиеся снаружи контролируемого объема, должны быть расположены как можно ближе к источникам излучения, находящимся внутри объема. При этом желательно, чтобы каждый источник излучения имел свою

контрольную точку. В конкретном примере контрольные точки следует задавать на поперечных осях симметрии на уровне центра активной части, на полувысоте топливной части ОТВС.

5 Раскрытие изобретения продемонстрировано на примере реальных ОТВС, помещенных в трубах, которые расположены в чехле на двух концентрических окружностях - внешней и внутренней. Для составления радиационного портрета закрытого объема с источниками ионизирующего излучения в несколько слоев требуется повышенная точность к положению детектора относительно контрольных
10 точек. Для этого устройство, описанное в прототипе, необходимо поставить так, чтобы каждый детектор располагался на поперечной оси симметрии напротив источника излучения. Это невозможно сделать, не используя метки с внешней стороны замкнутого объема. По прошествии многих десятков лет предполагаемого хранения метки могут быть утеряны и поставить устройство единственным правильным образом
15 не удастся. Кроме того, чем больше детекторов используется в измерении, тем больше погрешность в радиационном портрете. Значит необходимо минимизировать количество детекторов. Совокупность существенных признаков заявляемого изобретения позволяют контролировать пространственную конфигурацию
20 источников ионизирующего излучения минимальным количеством детекторов, не пользуясь внешними метками для их точной установки напротив источников излучения.

С течением времени хранения происходит распад источников излучения. Радиационный портрет объекта изменяется. Чтобы узнать в контрольном
25 радиационном портрете эталонный, необходимо ввести поправочный коэффициент на измеренные при контрольных замерах величины. В прототипе этим пренебрегают, но в нашем случае сроки хранения объектов требуют учитывать период полураспада источников излучения. Выполняя это, продлевается долговечность предлагаемого
30 способа контроля.

Краткое описание чертежей.

На фиг.1 представлено поперечное сечение пенала с расположением детекторов в контрольных точках.

На фиг.2 представлено устройство для осуществления способа.

35 На фиг.3 представлено поперечное сечение пенала, когда крайние детекторы установлены в контрольных точках.

На фиг.4 представлено поперечное сечение пенала, когда крайний детектор смещен на 1 см относительно контрольной точки.

40 На фиг.5 представлено поперечное сечение пенала, когда два внутренних детектора смещены на 1 см относительно контрольной точки.

На фиг.6 представлены ОТВС, пенал и блок детекторов в момент загрузки.

На фиг.7 представлены пенал и блок детекторов при контроле пенала.

Варианты осуществления изобретения

45 Как показано на фиг.1, поперечное сечение пенала 1 имеет восемь осей симметрии. Из них четыре оси симметрии 2 проходят через центральную ОТВС 3 и через две диаметрально противоположных ОТВС 4 внешнего ряда. Другие четыре оси 5 проходят через центральную ОТВС 3 и две диаметрально противоположных ОТВС 6 внутреннего ряда. Контрольные точки 7 и 8 заданы на пересечении внешней
50 окружности у поверхности пенала 9 и осей симметрии 2 и 5.

Согласно изобретению измерения проводят устройством, представленным на фиг.2, которое состоит из двух блоков детекторов 10 и 11. Блок детекторов 10 состоит из

четырёх детекторов нейтронов 12, 13, 14, 15, жестко связанных друг с другом. Блок детекторов 11 состоит из четырех детекторов гамма-квантов 16, 17, 18, 19, жестко связанных друг с другом. Каждый детектор из блоков 10 и 11 имеет свой предусилитель 20. Кабельные линии 21 прикреплены к штанге устройства 22 и соединяют детекторы блоков 10 и 11, предусилители 20, регистраторы 23, компьютер 24. Результаты измерений хранятся в памяти компьютера 24.

Расчетами показано, что при одинаковой активности ОТВС в блоках 10 и 11 сигналы крайних детекторов 12, 15 и 16, 19 при расположении их в контрольных точках 7 и 8, как показано на фиг.3, отличаются друг от друга на ~7%. Длина дуги окружности между соседними контрольными точками 7 и 8 для типичного пениала составляет $L \sim 12-15$ см, поэтому неопределенность положения детектора в 1 см внесет погрешность не более 1%. Можно принять погрешность в измерении радиационного портрета 1-2% и, следовательно, допустить неопределенность $\Delta = 1-2$ см в положении детектора. Современные детекторы излучения изготавливают, как правило, в виде цилиндров радиусом $R \sim 3-5$ см. Это означает, что неопределенность положения детектора соизмерима с его радиусом. Тогда число детекторов в сборке выбирают как отношение длины дуги L к величине $(R + \Delta)$. При использовании предлагаемого способа для предлагаемых источников ионизирующего излучения следует принять число детекторов в сборке равным 4, т.к. $(\sim 15 \text{ см}) / (\sim 4 \text{ см}) \approx 4$.

При произвольном размещении устройства у поверхности пениала 1, по крайней мере, два детектора из блоков 10 и 11 (один нейтронный и один γ -квантов) с учетом допустимых погрешностей попадают в одну из контрольных точек. Это показано на фиг.3, 4, 5, где представлены варианты взаимного расположения блоков детекторов 10 и 11 устройства относительно ближайших ОТВС 4 и 6. На фиг.3 показано, что угол между двумя соседними осями симметрии 2 и 5, проходящими через ОТВС 4 и ОТВС 6 внешнего и внутреннего ряда, равен $22,5^\circ$. Точно такой же угол задан между крайними детекторами 12 и 15 блока 10. На фиг.3, 4, 5 положения детекторов блоков 10 и 11 совпадают. Просвет между детекторами равен 2-3 см.

На фиг.3 представлена конфигурация, когда крайние детекторы 12 и 15 блока 10 и детекторы 16 и 19 блока 11 установлены на осях симметрии 2 и 5 точно напротив ближайших ОТВС 4 и ОТВС 6. В этом положении снимается радиационный портрет пениала в момент загрузки в него ОТВС.

Как показано на фиг.3, после проведения измерений в первой контрольной точке 7, напротив ОТВС 4 внешнего ряда, поворачивают устройство из двух блоков детекторов 10 и 11 на угол $22,5^\circ$ относительно оси симметрии 2 и, тем самым, попадают в соседнюю контрольную точку 8 напротив ОТВС 6 и вновь проводят измерения. Затем снова смещают устройство из блоков детекторов 10 и 11 на угол $22,5^\circ$ относительно оси симметрии 5, проводят измерения и т.д. Так получают n - γ радиационный портрет, образованный шестнадцатью последовательными величинами мощности дозы и шестнадцатью величинами нейтронного потока. Портрет, полученный детекторами, которые располагались строго в контрольных точках, рассматривают как опорный для сравнения с последующими измерениями при периодических инвентаризациях.

При первом измерении визуальный контроль позволяет минимизировать погрешность положения одного из детекторов каждого блока 10 и 11 в контрольных точках 7 и 8. Результаты измерений нейтронными детекторами и гамма-детекторами позволяют получить нейтронный-гамма радиационный портрет.

Первое измерение n - γ радиационного портрета проводится при загрузке

конструкции с ОТВС в стальной пенал 1. Как показано на фиг.6, конструкция с ОТВС содержит в своей нижней части область длиной около 3 м, заполненную хвостовиками 25 ОТВС, затем располагается примерно 6-метровая активная часть 26 и, наконец, верхняя область длиной ~3 м, заполненная верхними частями 27 ОТВС.

5 Вначале в пенал 1 опускают конструкцию с ОТВС, не доводя до дна примерно на 1 м, и получают конфигурацию, представленную на фиг.6. У боковой поверхности пенала 1 строго напротив одной из ОТВС 4 внешнего ряда на уровне центра активной части 28 располагают на штанге 22 конструкцию из двух блоков детекторов 10 и 11.

10 Это единственная возможность проконтролировать расположение одного из детекторов каждого блока строго напротив одной из ОТВС 4, так как при загрузке можно дистанционно наблюдать за положением каждого детектора блока относительно видимых верхних частей ОТВС 27.

15 После упаковки конструкции с ОТВС в пенал 1 его крышка заваривается и в течение всего срока хранения (не менее 50 лет) конструкция с ОТВС из пенала 1 извлекаться не будет. Такой обзор, когда видно взаимное положение блока детекторов 10 и 11 и любой верхней части 27 ОТВС, будет уже невозможен. Положение центра активной части 28 определяется по расстоянию от него до верхнего торца пенала 1.

20 При очередной инвентаризации пенала (фиг.7) произвольно относительно закрытых ОТВС располагают конструкцию из двух блоков детекторов 10 и 11 на штанге 22 на уровне центра активной части 28. Положение центра активной части 28 ОТВС определяется по расстоянию от верхнего торца пенала 1. Варианты расположения блоков детекторов 10 и 11 относительно ОТВС 4 представлены на фиг.4 и 5.

На фиг.4 представлена конфигурация, когда два крайних детектора каждого блока 10 (11) смещены не более чем на 1 см относительно контрольных точек 7 и 8.

30 На фиг.5 представлена конфигурация, когда два внутренних детектора каждого блока 10 (11) оказываются напротив ОТВС 6 с погрешностью ~1 см.

В этом положении проводят измерения, затем поворачивают конструкцию из двух блоков детекторов 10 и 11 на угол 22,5°, проводят измерения и т.д. до тех пор, пока не проведут 16 измерений и конструкция из двух блоков детекторов 10 и 11, совершив 35 оборот, не вернется в исходное положение. В результате будет получено 8 радиационных портретов, так как каждым из 8 детекторов сборок 10 и 11 будут проведены 16 измерений в положениях, отстоящих друг от друга на угол 22,5°. Из этих 8 портретов истинными будут только те, детекторы которых попадали в 40 контрольные точки 7 или 8 с точностью до 1 см. Каждый из этих восьми портретов получен измерениями одного и того же детектора из блоков 10 и 11, что минимизирует относительные погрешности измерений. Проводят анализ всех портретов, сравнивают их с эталонным портретом и всеми последующими. При этом вводят поправку на распад источника излучения за время от первого измерения и всех последующих 45 измерений, выбирают истинный портрет и делают вывод о том, совпадает ли портрет, полученный при инвентаризации с первым портретом, полученным при установке пенала с ОТВС на хранение.

Промышленное применение

50 Изобретение может быть использовано на всех АЭС, предприятиях хранения и переработки отработавшего ядерного топлива. Экономическая эффективность изобретения определяется повышением эффективности учета и контроля ядерных материалов, обеспечением их нераспространения.

Формула изобретения

5 1. Способ контроля пространственной конфигурации источников ионизирующего излучения в закрытых объемах, включающий проведение однократного визуального
контроля, первого измерения интенсивностей излучения в совокупности контрольных
точек и использование полученной совокупности значений интенсивностей в качестве
опорной для сравнения с соответствующими значениями, получаемыми в ходе акции
10 контроля, отличающийся тем, что при первом измерении регистрируют детектором
показания нейтронного и гамма излучений в первой контрольной точке,
поворачивают детектор в следующую контрольную точку, запоминают угол
поворота, повторяют повороты до возвращения в первую контрольную точку,
регистрируют детектором показания нейтронного и гамма излучений в каждой
15 контрольной точке, по полученным данным составляют и запоминают эталонный
радиационный портрет закрытого объекта с источниками ионизирующего излучения,
в ходе акции контроля измеряют интенсивность нейтронного и гамма излучений
блоком детекторов в произвольно расположенной точке, пошагово поворачивают
блок детекторов относительно предыдущего положения на тот же угол, и столько же
20 раз, что и при первом измерении, от каждого детектора блока получают
радиационные портреты, выбирают из них контрольный, вводят в него поправку на
хранение, сравнивают его с эталонным радиационным портретом, делают вывод о
соответствии контрольного портрета эталонному и принадлежности
идентифицируемому закрытому объему.

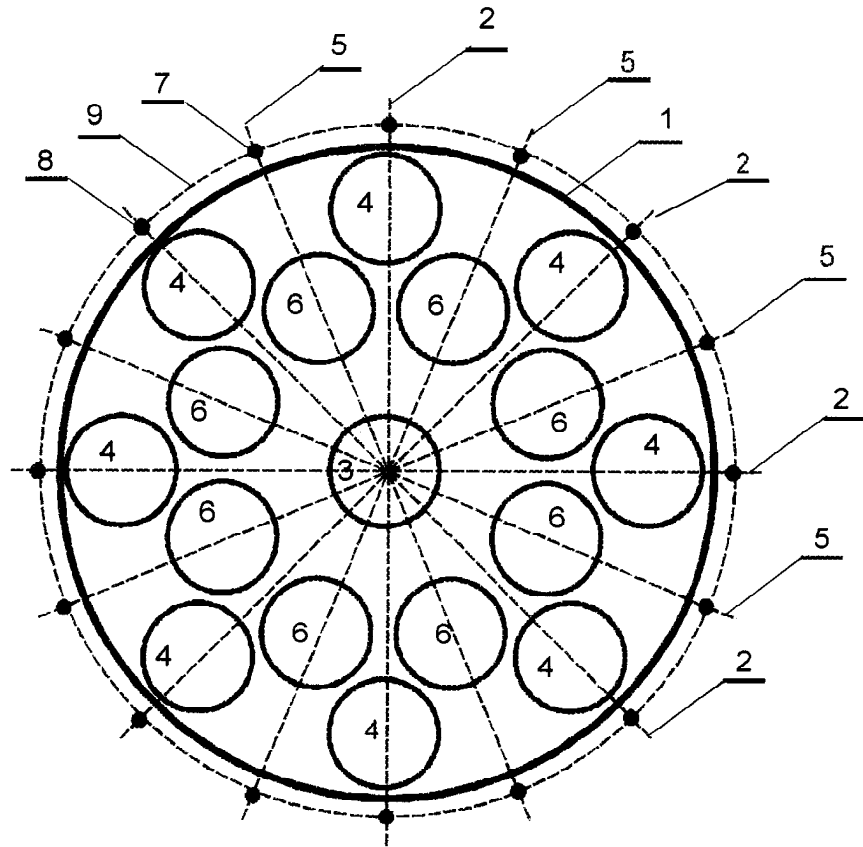
25 2. Устройство для осуществления контроля пространственной конфигурации
источников ионизирующего излучения в закрытых объемах, включающее связанные
кабельным каналом регистратор и блок детектирования, содержащий размещенные с
фиксированным шагом отдельные детекторы, отличающееся тем, что отдельные
30 детекторы состоят из нейтронных и гамма детекторов, закрепленных на жесткой
дугообразной конструкции таким образом, что величина периметра поперечного
сечения закрытого объема кратна расстоянию между крайними детекторами в
конструкции.

35

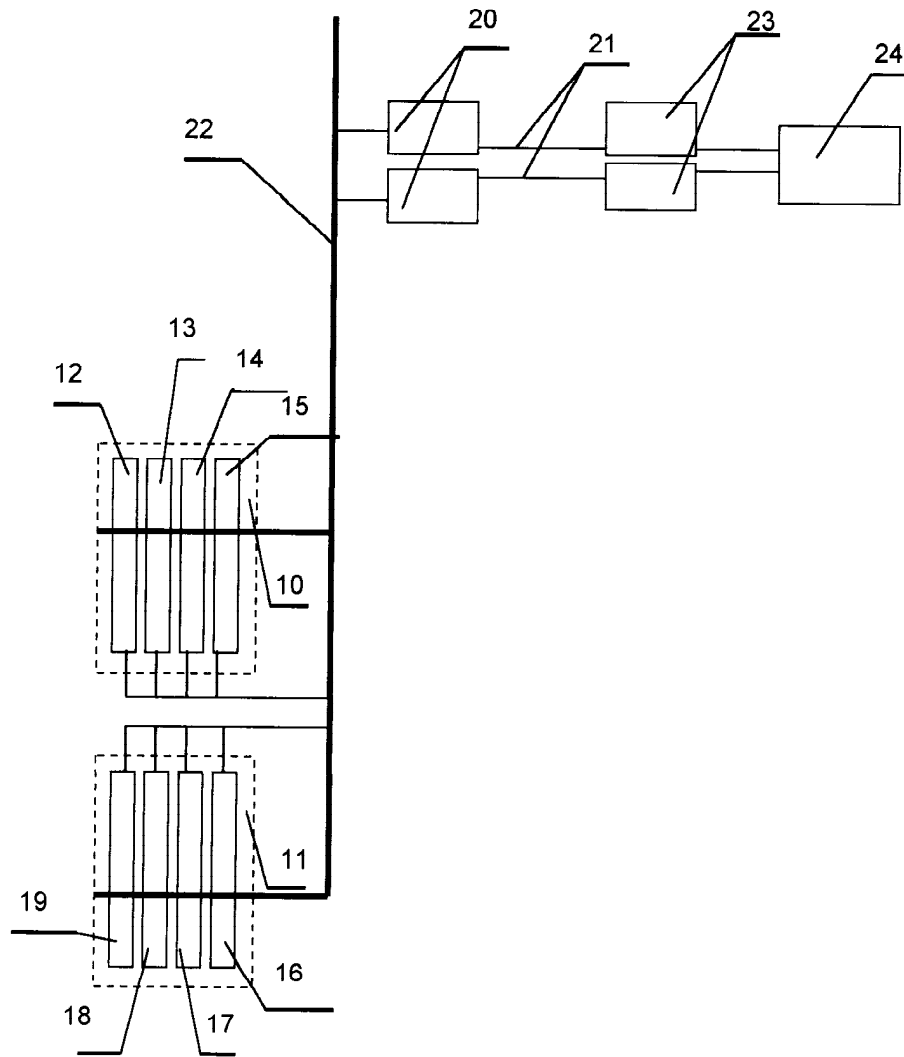
40

45

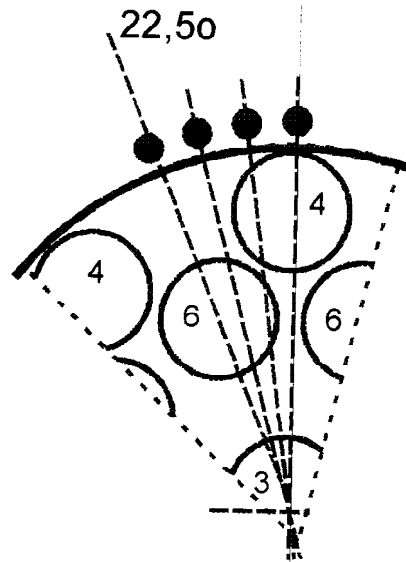
50



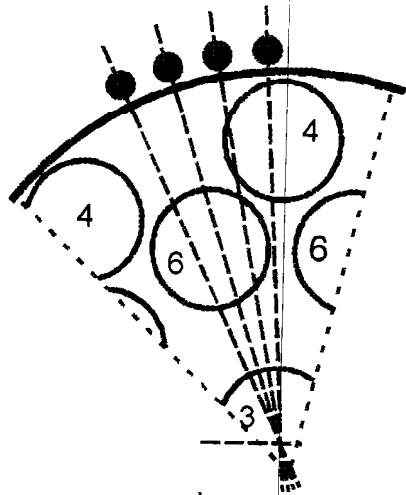
Фиг. 1



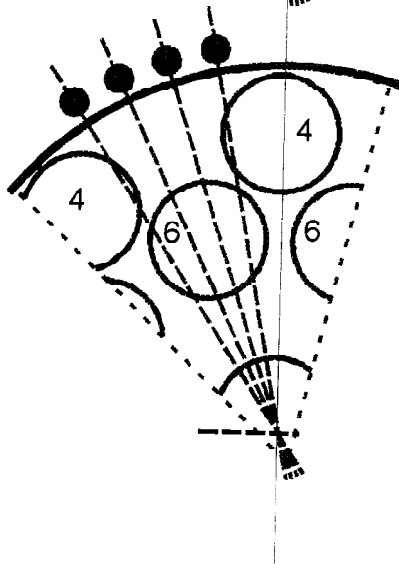
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5

