

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 111 688 (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[G01T 1/11 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.06.2015)
Пошлина: учтена за 1 год с 10.06.2011 по 10.06.2012

(21)(22) Заявка: [2011123822/28](#), 10.06.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.06.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.06.2011

(45) Опубликовано: [20.12.2011](#) Бюл. № 35

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

**Кортов Всеволод Семенович (RU),
Никифоров Сергей Владимирович (RU),
Горелова Елена Александровна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)**

(54) ТЕРМОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЙ ДОЗИМЕТР ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПОГЛОЩЕННОЙ ДОЗЫ В СМЕШАННЫХ ПОЛЯХ ИЗЛУЧЕНИЙ

(57) Реферат:

1. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда $Al_2O_3:C$ и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

2. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.1, отличающийся тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

3. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда $Al_2O_3:C$ и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

4. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, выполненных из

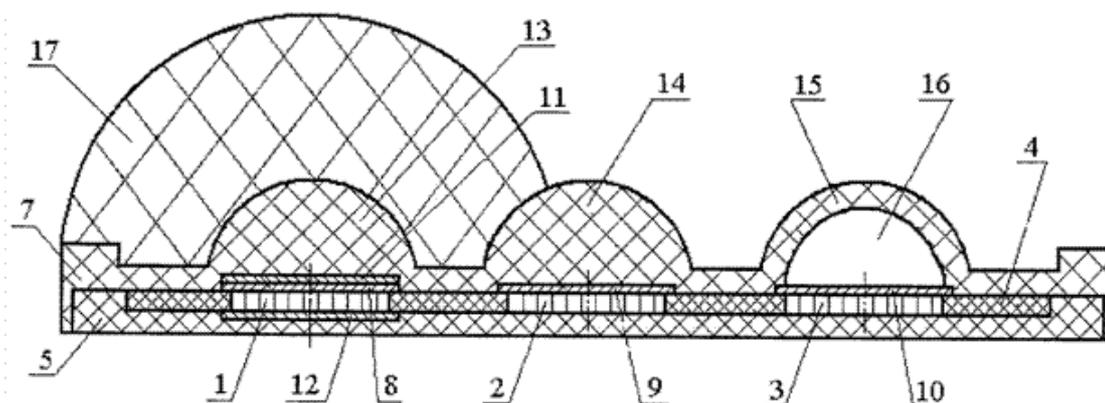
термолюминесцентного материала и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

5. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.4, отличающийся тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия $Al_2O_3:C$; допированные фториды лития $LiF:Mg, Ti, LiF:Mg, Cu, P, LiF:Mg, Ti$; допированные фториды кальция $CaF_2:Dy, CaF_2:Mn$; допированный тетраборат лития $Li_2B_4O_7:Mn$; допированный сульфат кальция $CaSO_4:Dy$.

6. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по пп.4 и 5, отличающийся тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

7. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

8. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.7, отличающийся тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия $Al_2O_3:C$; допированные фториды лития $LiF:Mg, Ti, LiF:Mg, Cu, P, LiF:Mg, Ti$; допированные фториды кальция $CaF_2:Dy, CaF_2:Mn$; допированный тетраборат лития $Li_2B_4O_7:Mn$; допированный сульфат кальция $CaSO_4:Dy$.



Полезная модель относится к детекторам излучения и предназначена для одновременного контроля поглощенной дозы нейтронного, гамма- и бета-излучения. Может быть использована в индивидуальной и клинической дозиметрии, при мониторинге радиационной обстановки на ядерных реакторах, ускорителях, в лабораториях и на производствах с источниками заряженных частиц.

Известен термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного и гамма-излучений [Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A, doi:10.1016/j.nima.2010.08.007, available online 10 August 2010, B. Mukherjee et al., A cost effective, highly sensitive, passive neutron fluence monitor for nuclear contraband detection]. Рассматриваемый термолюминесцентный дозиметр содержит два детектора, выполненных из допированного углеродом альфа-оксида алюминия (ТЛД-500). Первый детектор со всех сторон покрыт фольгой из гадолиния толщиной 0,2 мм, второй детектор свободен от фольги гадолиния, а для сохранения таких же внешних габаритов, как и у первого детектора, включает распорные картонные детали соответствующих размеров. Оба детектора (включая гадолиниевую фольгу первого детектора)

дополнительно накрыты со всех сторон слоями свинца и помещены в цилиндрический корпус (диаметр 18 см, длина 18 см), выполненный из полиэтилена. В описанной конструкции детекторы подвержены воздействию гамма-излучения, проникающего к ним извне через фольгу из гадолиния, картонные детали, слой свинца и полиэтиленовый корпус. При этом оба детектора осуществляют функцию накопления поглощенной дозы гамма-излучения, поступающего к детекторам из окружающей среды.

Накрытие первого из детекторов фольгой из гадолиния обеспечивает преобразование в нем поступающих из окружающей среды тепловых нейтронов (с энергией менее 1 Мэв), в дополнительное гамма-излучение, соответственно увеличивающее величину поглощенной дозы первого детектора и характеризующее уровень действующих в окружающей среде тепловых нейтронов. То есть, первый детектор осуществляет как функцию накопления поглощенной дозы гамма-излучения, так и функцию накопления поглощенной дозы, соответствующей нейтронному излучению. Размещение детекторов в полиэтиленовом корпусе обеспечивает замедление в нем имеющихся в окружающей среде быстрых нейтронов (с энергией более 1 Мэв), то есть, превращение их в тепловые нейтроны, которые также вызывают увеличение гамма-излучения слоя фольги из гадолиния, увеличивающее величину поглощенной дозы первого детектора на величину, отражающую уровень действующих в окружающей среде быстрых нейтронов. Это позволяет проводить более полное измерение поглощенной дозы нейтронного излучения, включающего как тепловые, так и быстрые нейтроны.

Накрытие обоих детекторов слоем свинца, частично поглощающего внешнее гамма-излучение, обеспечивает снижение в обоих детекторах поглощенной дозы от внешнего гамма-излучения, увеличивая относительную долю поглощенной дозы нейтронного излучения.

Путем вычитания величины поглощенной дозы второго детектора из величины поглощенной дозы первого детектора обеспечивается возможность измерения поглощенной дозы нейтронного излучения и подачи сигнала о наличии нейтронного излучения, превышающего заданный уровень, для чего и предназначен этот дозиметр.

Недостатком рассмотренного термолюминесцентного дозиметра является отсутствие возможности измерения поглощенной дозы бета-излучения в случае его присутствия в смешанном поле излучения.

Известен также термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из рентгеновского, гамма- и бета-излучений [«Дефектоскопия», 1996, № 9, стр.92-95, В.С.Кортов и др., Термолюминесцентная дозиметрическая система «САПФИР-001»]. Дозиметр содержит четыре плоских детектора в виде таблеток [«Дефектоскопия», 1996, № 9, стр.94, рис.2], закрепленных в отверстиях алюминиевой карты (ТЛД-карта). Каждая таблетка выполнена из монокристалла нестехиометрического оксида алюминия (ТЛД-500, ТУ 2655-006-02069208-95). Первый и второй детекторы осуществляют функцию накопления поглощенной дозы рентгеновского и гамма-излучения, то есть, фотонных излучений, поступающих к детекторам из окружающей среды. Третий и четвертый детекторы осуществляют функцию накопления поглощенной дозы рентгеновского, гамма- и бета-излучений, поступающих к детекторам из окружающей среды. Величина поглощенной дозы первого и второго детектора характеризует уровень действующих в окружающей среде рентгеновского и гамма-излучений (фотонных излучений), а разница между величинами поглощенной дозы первого и третьего (или второго и четвертого) детекторов отражает величину действующего в среде бета-излучения.

Недостатком рассмотренного термолюминесцентного дозиметра является отсутствие возможности измерения поглощенной дозы нейтронного излучения, это ограничивает область использования дозиметра.

Известен также термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного, фотонного и бета-излучений [патент США 5065031]. Дозиметр содержит четыре плоских детектора в виде таблеток. Детекторы закреплены в алюминиевой карте, помещенной в кассету (контейнер) из тефлона, который выполняет роль ограничителя бета-излучения. Каждая таблетка детектора имеет две противоположные друг другу круговых поверхности, воспринимающие измеряемые излучения. Круговые поверхности четырех детекторов, обращенные в сторону крышки кассеты, являются в рассматриваемом дозиметре основными поверхностями, к которым конструктивно установлен доступ определенных излучений за счет использования соответствующих фильтров. Другие, противоположные поверхности всех детекторов, находятся в одинаковых условиях относительно излучений окружающей среды, то есть защищены от их воздействия только слоем тефлона одинаковой толщины.

Над основной поверхностью первого детектора размещен фильтр в виде утолщенного слоя тефлона, что увеличивает ограничение доступа бета-излучения к первому детектору. Первый детектор выполнен из фторида лития ${}^7\text{LiF:Mg,Ti}$ (ТЛД-700) и осуществляет функцию накопления поглощенной дозы от действующего в окружающей среде гамма-излучения и бета-излучения определенного уровня.

Над основной поверхностью второго детектора, также типа ТЛД-700, расположен фильтр, состоящий из слоя тефлона и слоя меди, что обеспечивает второму детектору осуществление функции накопления поглощенной дозы от действующего в окружающей среде гамма-излучения.

Над основной поверхностью третьего детектора типа ТЛД-700 отсутствует слой тефлона, она накрыта тонким слоем алюминия, что обеспечивает третьему детектору осуществление функции накопления поглощенной дозы от действующих в окружающей среде гамма- и бета-излучений.

Четвертый детектор выполнен из фторида лития ${}^6\text{LiF:Mg,Ti}$ (ТЛД-600), чувствительного к нейтронному излучению в виде быстрых нейтронов за счет (n,γ) реакции, его основная поверхность накрыта фильтром из слоя тефлона, одинакового со слоем тефлона, расположенным над основной поверхностью первого детектора. Тем самым четвертый детектор осуществляет функцию накопления поглощенной дозы от действующих в окружающей среде нейтронного излучения, гамма-излучения и бета-излучения определенного уровня.

Таким образом, величина поглощенной дозы первого детектора характеризует уровень действующих в окружающей среде гамма-излучения и бета-излучения определенного уровня, величина поглощенной дозы второго детектора характеризует уровень действующего в окружающей среде гамма-излучения, величина поглощенной дозы третьего детектора характеризует уровень действующих в окружающей среде гамма- и бета-излучений, а величина поглощенной дозы четвертого детектора характеризует уровень действующих в окружающей среде быстрых нейтронов, гамма-излучения и бета-излучения определенного уровня.

В результате второй детектор отражает величину действующего в среде гамма-излучения, разница между величинами поглощенной дозы второго и третьего детекторов отражает величину действующего в среде бета-излучения, а разница между величинами поглощенной дозы первого и четвертого детекторов отражает величину действующего в среде нейтронного излучения.

Недостатком дозиметра является необходимость использования детекторов двух видов (ТЛД-700 и ТЛД-600), а также необходимость в использовании четырех детекторов, что усложняет конструкцию. Кроме того, материалы на основе фторида лития (LiF) обладают пониженной чувствительностью к рассматриваемым излучениям.

Прототипом предложенной полезной модели является термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного и гамма-излучений [Radiation Measurements 2001 Volume 33, Issue 5, Pages 561-564, I.I. Milman et al, Dosimetry of mixed gamma-neutron fields using TLD-500K detectors based on anion-defective corundum]. Дозиметр содержит четыре плоских детектора типа ТЛД-500К (анион-дефектный корунд) в виде таблеток, закрепленных в отверстиях алюминиевой карты с помощью фторопластовой пленки. Конструктивно дозиметр выполнен в виде кассеты с крышкой. Карта с детекторами размещается в пластмассовой кассете, имеющей пластмассовую крышку, так что детекторы находятся между слоями пластмассы, выполняющей роль ограничителя бета-излучения. Таким образом, все четыре детектора подвергаются воздействию поступающего из окружающей среды гамма-излучения. Каждая таблетка детектора имеет две противоположных друг другу круговых поверхности, воспринимающие измеряемые излучения. Круговые поверхности четырех детекторов, обращенные в сторону крышки кассеты, являются в рассматриваемом дозиметре основными поверхностями, к которым, как ниже показано, конструктивно установлен доступ определенных излучений. В крышке кассеты размещены четыре медных фильтра и два фильтра из кадмия, расположенные так, что в собранной кассете медные фильтры помещаются над основными поверхностями всех четырех детекторов, а кадмиевые фильтры - над основными поверхностями третьего и четвертого детекторов. Противоположные поверхности всех детекторов находятся в одинаковых условиях относительно излучений окружающей среды, то есть защищены от их воздействия только слоем тефлона одинаковой толщины.

Медные фильтры обеспечивают выравнивание энергетической зависимости поглощенной всеми детекторами дозы гамма-излучения. Кадмиевые фильтры обеспечивают поглощение поступающих из окружающей среды тепловых нейтронов

и образование за счет (n, γ) реакции дополнительного гамма-излучения, действующего на третий и четвертый детекторы.

Таким образом, первый и второй детекторы осуществляют функцию накопления поглощенной дозы от действующих в окружающей среде гамма-излучения. Третий и четвертый детекторы осуществляют функцию накопления поглощенной дозы от действующего в окружающей среде гамма-излучения и тепловых нейтронов.

Величина поглощенной дозы первого и второго детектора характеризует уровень действующего в окружающей среде гамма-излучения, а разница между величинами поглощенной дозы первого и третьего (или второго и четвертого) детекторов отражает величину действующего в среде излучения тепловых нейтронов.

Дополнительное размещение карты с детекторами внутри конструкции из полиэтилена высокого давления, так что между источником нейтронов и детекторами располагается требуемая масса полиэтилена высокого давления, обеспечивает замедление действующих в окружающей среде быстрых нейтронов, превращение их в тепловые нейтроны и соответствующее увеличение поглощенной дозы нейтронного излучения в третьем и четвертом детекторах за счет преобразования этих тепловых нейтронов кадмиевыми фильтрами в гамма-излучение. Это позволяет проводить более полное измерение поглощенной дозы нейтронного излучения, включающего как тепловые, так и быстрые нейтроны.

Недостатком этого известного дозиметра является отсутствие возможности измерения поглощенной дозы бета-излучения, что сужает область его использования и функциональные возможности.

Задачей полезной модели является расширение области ее использования и функциональных возможностей.

Поставленная задача решена четырьмя вариантами полезной модели.

Для решения поставленной задачи термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по первому варианту полезной модели, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда $Al_2O_3:C$ и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличается тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по первому варианту отличается также тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

По второму варианту полезной модели термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда $Al_2O_3:C$ и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличается тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по третьему варианту, включающий три плоских детектора, выполненных из термолюминесцентного материала и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличается тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

Кроме того, термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по третьему варианту отличается тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

Наконец, термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по четвертому варианту, включающий три плоских

детектора, закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличается тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по третьему и четвертому вариантам полезной модели отличается также тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия $Al_2O_3:C$; допированные фториды лития $LiF:Mg,Ti$, $LiF:Mg,Cu,P$, $LiF:Mg,Ti$; допированные фториды кальция $CaF_2:Dy$, $CaF_2:Mn$; допированный тетраборат лития $Li_2B_4O_7:Mn$; допированный сульфат кальция $CaSO_4:Dy$.

В предложенных дозиметрах по первому и третьему вариантам полезной модели, выполненных так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, а в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения, обеспечивается получение следующих поглощенных доз:

- в первом детекторе - поглощенная доза от тепловых нейтронов и гамма-излучения;
- во втором детекторе - поглощенная гамма-излучения;
- в третьем детекторе - поглощенная доза гамма- и бета-излучения.

В результате становятся известными поглощенные дозы для каждого из трех упомянутых видов излучений. Показания второго детектора дают величину поглощенной дозы гамма-излучения. Разница показаний первого и второго детекторов дает величину поглощенной дозы тепловых нейтронов. Разница показаний второго и третьего детекторов дает величину поглощенной дозы бета-излучения.

В предложенных дозиметрах по второму и четвертому вариантам полезной модели, выполненных так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, а в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения, обеспечивается получение следующих поглощенных доз:

- в первом детекторе - поглощенная доза от тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения;
- во втором детекторе - поглощенная гамма-излучения;
- в третьем детекторе - поглощенная доза гамма- и бета-излучения.

В результате становятся известными поглощенные дозы для каждого из трех упомянутых видов излучений. Показания второго детектора дают величину поглощенной дозы гамма-излучения. Разница показаний первого и второго детекторов дает величину поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов. Разница показаний второго и третьего детекторов дает величину поглощенной дозы бета-излучения.

Особенностями вариантов полезной модели является то, что в первом и третьем вариантах обеспечивается измерение поглощенной дозы только от тепловых нейтронов, а во втором и четвертом вариантах обеспечивается одновременное измерение поглощенной дозы как от тепловых, так и от быстрых нейтронов.

Использование полезной модели по первому и третьему вариантам с приданием первому детектору дополнительной функции накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов равноценно использованию полезной модели по второму и четвертому вариантам.

Использование в первом и втором вариантах полезной модели в качестве термолюминесцентного материала детекторов допированного углеродом альфа-оксида алюминия $Al_2O_3:C$ обеспечивает повышенную чувствительность термолюминесцентного дозиметра.

Использование в третьем и четвертом вариантах полезной модели в качестве термолюминесцентного материала детекторов материалов, взятых из ряда - допированный углеродом альфа-оксид алюминия $Al_2O_3:C$; допированные фториды лития $LiF:Mg,Ti$, $LiF:Mg,Cu,P$, $LiF:Mg,Ti$; допированные фториды кальция $CaF_2:Dy$, $CaF_2:Mn$; допированный тетраборат лития $Li_2B_4O_7:Mn$; допированный сульфат кальция $CaSO_4:Dy$ - обеспечивает возможность создания термолюминесцентных

дозиметров, характеристики которых оптимально соответствуют требуемым условиям эксплуатации по федингу и диапазону поглощенных доз.

Обеспечение измерения с помощью предложенных полезных моделей четырех поглощенных доз видов излучений (двух видов нейтронного излучения, гамма- и бета-излучений) и обеспечение выбора материала термолюминесцентных детекторов расширяет область использования предложенных полезных моделей и их функциональные возможности. Предложенные варианты полезных моделей позволяют измерять поглощенные дозы указанных четырех видов излучений и определять их наличие в условиях различных комбинаций этих излучений в окружающем пространстве. Например, при отсутствии гамма-излучения второй детектор покажет отсутствие поглощенной дозы гамма-излучения, а первый и третий детекторы позволят измерить поглощенные дозы бета-излучения и нейтронного излучения. При отсутствии нейтронного излучения второй и третий детекторы обеспечат возможность измерения поглощенных доз гамма- и бета-излучения, а при отсутствии бета-излучения первый и второй детекторы позволяют получить данные о поглощенных дозах гамма-излучения и нейтронного излучения.

Единство предложенных четырех вариантов полезной модели обусловлено использованием в них одинакового отличительного признака (в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения) и получением одинакового технического результата (расширение области использования и функциональных возможностей).

Предложенные технические решения поясняются чертежами:

фиг 1 - разрез кассеты термолюминесцентного дозиметра по первому и третьему вариантам полезной модели в сборе, включающей основание, карту и крышку;

фиг.2 - вид сверху на основание кассеты дозиметра с установленной в ней картой, включающей детекторы;

фиг.3 - разрез кассеты термолюминесцентного дозиметра, выполненного по второму и четвертому вариантам полезной модели;

фиг.4 - разрез кассеты термолюминесцентного дозиметра по второму и четвертому вариантам в других исполнениях.

Термолюминесцентный дозиметр по первому и третьему вариантам полезной модели (фиг. 1, 2) для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного излучения, бета- и гамма-излучений, включает три плоских детектора (1, 2, 3), выполненных из термолюминесцентного материала, в частности, из допированного углеродом альфа-оксида алюминия $Al_2O_3:C$ (анион-дефектного корунда ТЛД-500К, ТУ 2655-006-02069208-95) в виде таблеток, закрепленных в сквозных отверстиях алюминиевой карты 4. Прямоугольная в плане карта 4 размещается в углублении основания 5, имеющего форму и размеры, соответствующие форме и размерам карты 4. Для правильного размещения карты 4 в основании 5 они имеют геометрический ключ 6 в виде изменения одного из углов карты 4 и углубления 5. Термолюминесцентный дозиметр содержит также крышку 7, на внутренней поверхности которой закреплены фильтры 8, 9, 10 и 11, расположенные так, что в собранном дозиметре они находятся над детекторами 1, 2 и 3. Выравнивающие фильтры 8, 9 и 10 выполнены из меди. Фильтр 8 расположен над первым детектором 1, фильтр 9 - над вторым детектором 2, а фильтр 10 - над третьим детектором 3. Фильтр 11 выполнен из кадмия и расположен над фильтром 10 и первым детектором 1. Кроме того, в основании 5 закреплен еще один фильтр 12 из кадмия, расположенный под первым детектором 1.

На внешней поверхности крышки 7 расположены полусферические выступы 13, 14 и 15. Полусферические выступы 13 и 14 выполнены сплошными. Выступ 13 расположен над первым детектором 1 и фильтрами 8, 11, а выступ 14 размещен над вторым детектором 2 и фильтром 9. Полусферический выступ 15 имеет полусферической формы полость 16 и размещен над третьим детектором 3 и фильтром 10.

Выравнивающие медные фильтры 8, 9 и 10 обеспечивают необходимую энергетическую и угловую зависимости чувствительности детекторов 1, 2 и 3. Основание 4 и крышка 7 выполнены из материала, обеспечивающего поглощение бета-излучения, но пропускающего гамма-излучение, например, из тефлона.

Полусферические выступы 13 и 14 обеспечивают эффективную толщину тефлона на первым (1) и вторым (2) детекторами величиной 1000 мг/см^2 . При этом первый и второй детекторы защищены от бета-излучения, но на них действует гамма излучение окружающей среды. Расположенные над и под первым детектором 1 фильтры 11, 12 из кадмия обеспечивают поглощение в кадмии поступающих из окружающей среды тепловых нейтронов и образование дополнительного гамма-излучения от тепловых

нейтронов, действующего на первый детектор 1. Полусферический выступ 15 с полостью 16 обеспечивает эффективную толщину тефлона над третьим детектором 3 величиной 100 мг/см^2 , так что на третий детектор 3 действуют бета- и гамма-излучения окружающей среды.

Таким образом, на первый детектор 1 действует гамма излучение окружающей среды и дополнительное гамма-излучение от тепловых нейтронов, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения. На второй детектор 2 действует только гамма излучение окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения. На третий детектор 3 действуют бета- и гамма-излучения окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы бета- и гамма-излучений.

Термолюминесцентный дозиметр по второму и четвертому вариантам выполнения (фиг.3, 4) для контроля поглощенной дозы в смешанных полях, состоящих из нейтронного излучения, бета- и гамма-излучений, также включает три плоских детектора (1, 2, 3) из термолюминесцентного материала, в частности, из анион-дефектного корунда (ТЛД-500К, ТУ 2655-006-02069208-95) в виде таблеток, закрепленных в сквозных отверстиях алюминиевой карты 4. Карта 4 размещается в углублении основания 5. Дозиметр содержит крышку 7 с фильтрами 8, 9, 10 и 11, расположенными в собранном дозиметре над детекторами 1, 2 и 3. Медные выравнивающие фильтры 8, 9 и 10 расположены над детекторами 1÷3. Фильтр 11 из кадмия расположен над фильтром 10 и первым детектором 1, в основании 5 закреплен фильтр 12 из кадмия, расположенный также под первым детектором 1. Сплошные сферические выступы 13 и 14 расположены над первым (1) и вторым (2) детекторами, полый сферический выступ 15 размещен над третьим детектором 3. Основание 4 и крышка 7 выполнены из материала, обеспечивающего поглощение бета-излучения и пропускающего гамма-излучение, в частности, из тефлона.

Полусферические выступы 13 и 14 обеспечивают эффективную толщину тефлона на первым (1) и вторым (2) детекторами величиной 1000 мг/см^2 . Полусферический выступ 15 с полостью 16 обеспечивает эффективную толщину тефлона над третьим детектором 3 величиной 100 мг/см^2 .

Расположенные над и под первым детектором 1 фильтры 11, 12 из кадмия обеспечивают поглощение в кадмии поступающих в него тепловых нейтронов и образование дополнительного гамма-излучения, действующего на первый детектор 1. Кроме того, над первым детектором 1 расположен полусферический выступ 17, выполненный из материала, замедляющего поступающие из окружающей среды быстрые нейтроны, то есть, преобразующего быстрые нейтроны в тепловые нейтроны, которые, в свою очередь, поступают в кадмиевый фильтр 11 с образованием в нем другого дополнительного гамма-излучения, действующего также на первый детектор 1. Полусферический выступ 17, выполненный из полиэтилена высокого давления, имеет диаметр размером $4\div 5 \text{ см}$.

Полусферический выступ 17 над детектором 1, замедляющий быстрые нейтроны, может быть расположен так, что он частично накрывает полусферический выступ 14, размещенный над детектором 2 (фиг.3) или так, что выступ 17 накрывает только выступ 13 над детектором 1 (фиг.4). Расположение на карте 7 полусферического выступа 17 с частичным покрытием полусферического выступа 14 обеспечивает уменьшение размеров карты 7 и кассеты дозиметра. Замедляющий быстрые нейтроны выступ 17 над детектором 1 может иметь форму прямоугольной в разрезе пластины (пунктир 18 на фиг.4) толщиной $4\div 5 \text{ см}$. В плане пластина 18 имеет размер не менее $4 \times 4 \text{ см}$ и может иметь форму крышки 7 кассеты дозиметра. При необходимости, например, для увеличения чувствительности первого детектора 1 к быстрым нейтронам, выступы в форме полусферы или пластины, замедляющие быстрые нейтроны, могут быть расположены под первым детектором 1 и закреплены на внешней поверхности основания 5 (пунктиры 19, 20 на фиг.4). Выступы 17, 18, 19, 20 могут быть закреплены на крышке 7 и основании 5 с помощью клея или выполнены как одно целое, соответственно, с крышкой 7 или основанием 5 дозиметра.

Используемый для изготовления выступов 17 и 18 материал, кроме замедления быстрых нейтронов, должен пропускать гамма-излучение и не пропускать бета-излучение. В качестве такого материала могут быть использованы тефлон, полиэтилен высокого давления, полистирол, фторопласты и другие водородосодержащие материалы.

В соответствии с вышеописанным, в термолюминесцентном дозиметре по второму и четвертому вариантам полезной модели (фиг.3, 4) на первый детектор 1 действует гамма излучение окружающей среды и дополнительное гамма-излучение,

обусловленное как тепловыми нейтронами, так и быстрыми нейтронами окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения. На второй детектор 2 действует только гамма излучение окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения. На третий детектор 3 действуют бета- и гамма-излучения окружающей среды, то есть, в нем осуществляется функция накопления поглощенной дозы бета- и гамма-излучений.

В первом и втором вариантах полезной модели круглые в плане таблетки детекторов 1÷3 из анион-дефектного корунда $Al_2O_3:C$ имеют диаметр 5 мм, толщину 1 мм. В третьем и четвертом вариантах предложенного устройства в качестве материала детекторов 1÷3 могут быть использованы также допированные фториды лития, в частности, $LiF:Mg,Ti$ (ТЛД-100), $LiF:Mg,Cu,P$ (ТЛД-100Н), $LiF:Mg,Ti$ (ТЛД-700); допированные фториды кальция $CaF_2:Dy$ (ТЛД -200), $CaF_2:Mn$ (ТЛД-400); допированный тетраборат лития $Li_2B_4O_7:Mn$ (ТЛД-800); допированный сульфат кальция $CaSO_4:Dy$ (ТЛД-900). Выбор того или иного материала детектора обусловлен требованиями, предъявляемыми к термолюминесцентному дозиметру при его разработке, в частности, по чувствительности к излучениям, федингу, диапазону поглощенных доз [В.С.Кортов, И.И.Мильман, С.В.Никифоров. Твердотельная дозиметрия, Известия Томского политехнического университета. 2000. Т.303. Вып. 2. с.35-45, таблица на стр.41]. При этом возможно применение одного из указанных термолюминесцентных материалов для всех детекторов 1+3. Возможно также изготовление детекторов из разных термолюминесцентных материалов. Например, первый детектор (1) выполнен из анион-дефектного корунда $Al_2O_3:C$, второй и третий детекторы (2, 3) - из фторида лития $LiF:Mg,Ti$.

Во всех вариантах полезной модели на фиг.1-4 фильтры 8÷11 выполнены в виде круглых в плане плоских дисков и имеют диаметр 6 мм, толщину - 0,3 мм. Однако, таблетки детекторов и фильтры могут иметь в плане разную форму (диск, квадрат, прямоугольник). Выравнивающие фильтры 8÷10 могут быть выполнены также из латуни или алюминия. Фильтры 11,12 могут быть выполнены из материалов, обладающих способностью к поглощению тепловых нейтронов с образованием гамма-излучения, в частности, из цинка (^{68}Zn), марганца (^{55}Mn), а также из лантаноидов, например, из гадолиния, диспрозия. Для повышения чувствительности первого детектора 1 к тепловым нейтронам боковая поверхность таблетки этого детектора также может быть накрыта кадмием или другим соответствующим материалом, однако, работоспособность термолюминесцентного дозиметра может быть обеспечена и при отсутствии в конструкции дозиметра одного из фильтров 11 или 12 (на чертежах не показано).

Во всех вариантах полезной модели карта 4 может быть выполнена также из стали, меди, пластмассы, керамики. Основание 5 и крышка 7 могут быть выполнены из других материалов (веществ с малыми атомными номерами), поглощающих бета-излучение, например, из плексигласа, оргстекла, полистирола, пластмасс, алюминия. При этом минимальные достаточные толщины материала составляют: для металлов - 0,1÷0,2 мм, для диэлектриков - 3÷5 мм. Таблетки детекторов 1÷3 могут быть закреплены в карте 4, выполненной в виде двух наложенных друг на друга и скрепленных между собой слоев материала, например, с помощью двух слоев фторопластовой пленки. При этом указанные детекторы размещены в совпадающих сквозных отверстиях слоев материала карты между слоями фторопластовой пленки, которые, в свою очередь, размещены между слоями материала карты 4 (на чертежах не показано). Основание 5 и крышка 7 являются кассетой дозиметра, в которой размещается карта 4 с детекторами 1÷3. Детекторы могут быть размещены в кассете не только в один ряд, как показано на фигурах 1÷4, но и, например, в углах воображаемого треугольника. В кассете может быть размещено требуемое количество детекторов, например, шесть детекторов (два первых детектора 1, два вторых детектора 2, два третьих детектора 3). Расстояния между детекторами могут быть разными, например, в зависимости от необходимости обеспечения требуемой равномерности облучения того или иного детектора и конструктивных соображений. Кассета и ее крышка 7 могут иметь в плане различную форму (например, многоугольника, круга). Кассета индивидуального дозиметра может быть снабжена средством для фиксации ее на аксессуарах одежды и/или на предметах постоянного пользования.

Полезная модель работает и используется следующим образом.

Находящиеся в смешанном поле радиации второй и третий детекторы 2 и 3 (фиг. 1÷4) термолюминесцентного дозиметра по всем вариантам полезной модели

подвергаются воздействию соответствующих излучений. На третий детектор 3 действуют гамма- и бета-излучения окружающей среды, в нем накапливается поглощенная доза, соответствующая сумме поглощенных доз этих видов излучений окружающей среды. На второй детектор 2 воздействует только гамма-излучение окружающей среды, так что в нем накапливается поглощенная доза гамма-излучения окружающей среды.

Первый детектор 1 в термолюминесцентном дозиметре по первому и третьему вариантам полезной модели (фиг.1) подвергается воздействию гамма-излучения окружающей среды, а также воздействию дополнительной дозы гамма-излучения, обусловленной тепловыми нейтронами окружающей среды. То есть, в первом детекторе по первому варианту дозиметра накапливается поглощенная доза, соответствующая сумме дозы от гамма-излучения окружающей среды и дозы, соответствующей излучению тепловых нейтронов окружающей среды.

В термолюминесцентном дозиметре по второму и четвертому вариантам полезной модели (фиг.3, 4) первый детектор 1 подвергается воздействию гамма-излучения окружающей среды, а также воздействию дополнительных доз гамма-излучения, одна из которых обусловлена тепловыми нейтронами окружающей среды, другая - быстрыми нейтронами окружающей среды. То есть, в первом детекторе накапливается поглощенная доза, соответствующая сумме дозы от гамма-излучения окружающей среды и дозы, соответствующей излучению тепловых и быстрых нейтронов окружающей среды.

Определение величин доз, поглощенных детекторами 1÷3, производится с помощью термолюминесцентных дозиметрических систем, например, типа «САПФИР-001» (ТУ 4362-005-02069208-95) или ДТУ-01М (ТУ 4362-182-73418598-04), подключаемых к персональному компьютеру с соответствующим программным обеспечением, а также импортные считыватели фирм Harshow и Risø. Карта с детекторами 1÷3 вставляется в загрузочное устройство дозиметрической системы и производится измерение и обработка полученных данных о величинах поглощенных доз детекторов.

По результатам измерения становятся известными величины поглощенных доз: в первом детекторе 1 - поглощенная доза от тепловых нейтронов или от тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения; во втором детекторе 2 - поглощенная гамма-излучения; в третьем детекторе 3 - поглощенная доза гамма- и бета-излучения. Показания второго детектора (2) дают величину поглощенной дозы гамма-излучения. Разница показаний второго и третьего детекторов (2, 3) дает величину поглощенной дозы бета-излучения. Разница показаний первого и второго детекторов (1, 2) дает величину поглощенной дозы тепловых нейтронов в дозиметре по первому и третьему вариантам и величину поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов в дозиметре по второму и четвертому вариантам.

Формула полезной модели

1. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда $Al_2O_3:C$ и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

2. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.1, отличающийся тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

3. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, изготовленных из термолюминесцентного материала в виде анион-дефектного корунда $Al_2O_3:C$ и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

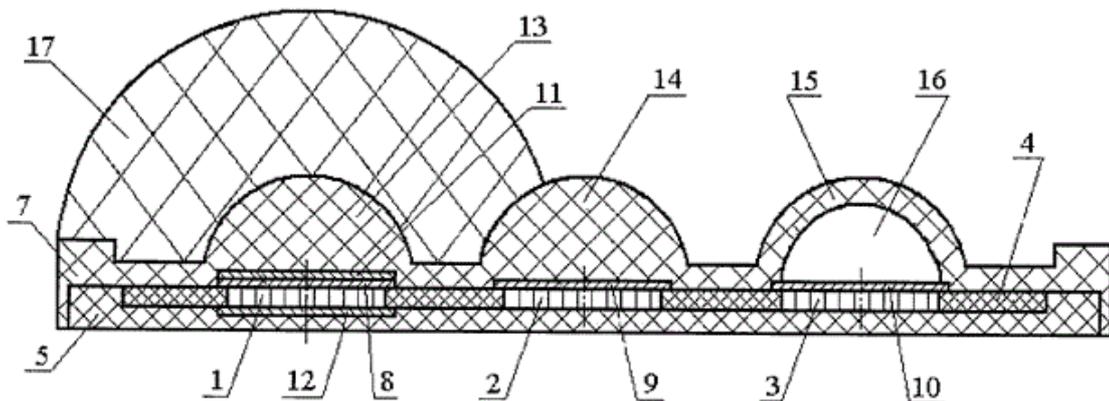
4. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, выполненных из термолюминесцентного материала и закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

5. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.4, отличающийся тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия $Al_2O_3:C$; допированные фториды лития $LiF:Mg, Ti, LiF:Mg, Cu, P, LiF:Mg, Ti$; допированные фториды кальция $CaF_2:Dy, CaF_2:Mn$; допированный тетраборат лития $Li_2B_4O_7:Mn$; допированный сульфат кальция $CaSO_4:Dy$.

6. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по пп.4 и 5, отличающийся тем, что в первом детекторе дополнительно осуществляется функция накопления поглощенной дозы быстрых нейтронов.

7. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений, включающий три плоских детектора, закрепленных в отверстиях металлической, керамической или пластмассовой карты, выполненный так, что в первом детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы тепловых и быстрых нейтронов и гамма-излучения, а во втором детекторе осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма-излучения, отличающийся тем, что в третьем детекторе дозиметра осуществляется функция накопления поглощенной дозы гамма- и бета-излучения.

8. Термолюминесцентный дозиметр для контроля поглощенной дозы в смешанных полях излучений по п.7, отличающийся тем, что в качестве термолюминесцентного материала детекторов могут быть использованы материалы, взятые из ряда: допированный углеродом альфа-оксид алюминия $Al_2O_3:C$; допированные фториды лития $LiF:Mg, Ti, LiF:Mg, Cu, P, LiF:Mg, Ti$; допированные фториды кальция $CaF_2:Dy, CaF_2:Mn$; допированный тетраборат лития $Li_2B_4O_7:Mn$; допированный сульфат кальция $CaSO_4:Dy$.

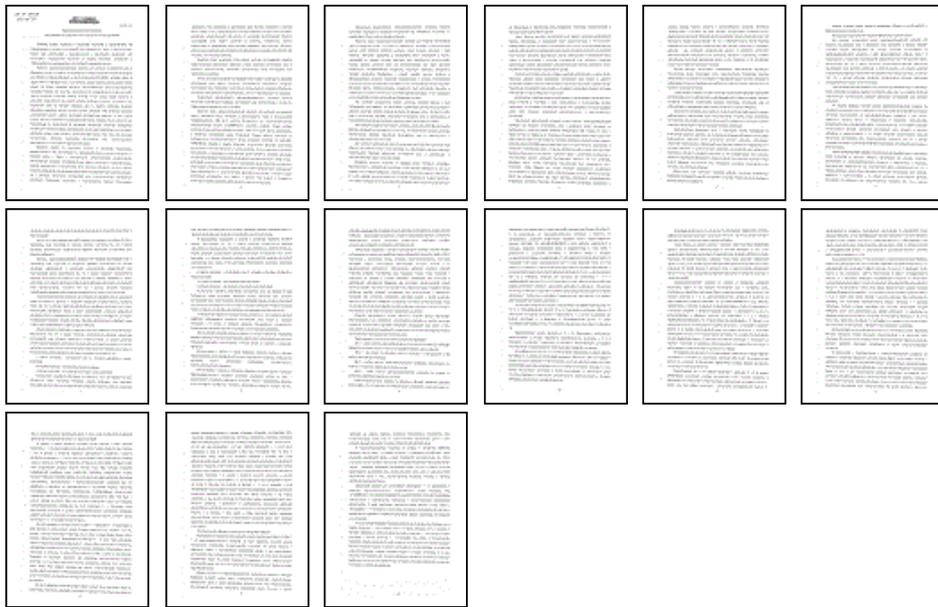


ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

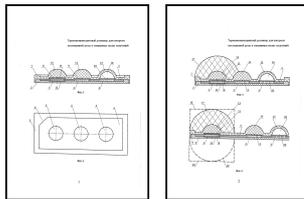
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **11.06.2012**

Дата публикации: [10.04.2013](#)