



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2011117962/07, 04.05.2011

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.05.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.05.2011

(45) Опубликовано: 27.10.2012 Бюл. № 30

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: RU 208853 C1, 27.08.1997. RU 2313147 C1,
20.12.2007. RU 2156224 C2, 20.09.2000. WO
9855197 A, 10.12.1998. US 3230805 A,
27.07.1993.

Адрес для переписки:

305040, г.Курск, ул. 50 Лет Октября, 94,
ЮЗГУ, УИР

(72) Автор(ы):

Миргород Юрий Александрович (RU),
Емельянов Сергей Геннадьевич (RU),
Хотынюк Сергей Сергеевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования "Юго-
Западный государственный университет"
(ЮЗГУ) (RU)(54) МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЙ СОРБЕНТ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ
ЗАГРЯЗНЕНИЙ И ТЕПЛОВЫХ НЕЙТРОНОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области ядерной энергетики. В частности, оно может применяться для ликвидации последствий аварий на ядерных реакторах. Магнитоуправляемый сорбент для удаления радиоактивных загрязнений и тепловых нейтронов содержит концентрат железной руды 70-99,9% и поглотители нейтронов 30-0,1%. Поглотителей нейтронов выбирают из группы: борная кислота, оксид гадолиния, борат гадолиния. Изобретение позволяет создать магнитоуправляемый сорбент, способный поглощать тепловые нейтроны. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

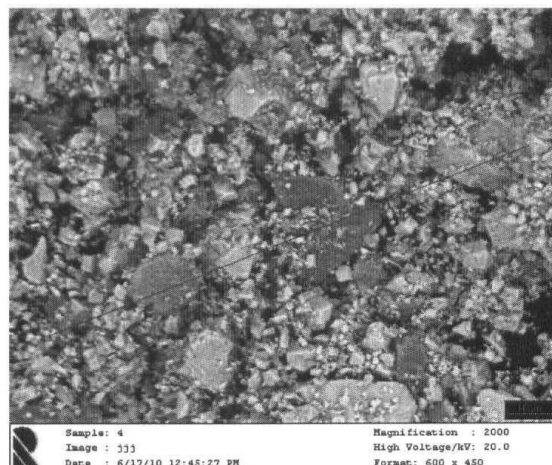


Рис.1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(19) **RU** (11) **2 465 663** (13) **C1**

(51) Int. Cl.

G21F 9/00 (2006.01)

B01J 20/10 (2006.01)

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21)(22) Application: **2011117962/07, 04.05.2011**

(24) Effective date for property rights:
04.05.2011

Priority:

(22) Date of filing: **04.05.2011**

(45) Date of publication: **27.10.2012 Bull. 30**

Mail address:

**305040, g.Kursk, ul. 50 Let Oktjabrja, 94, JuZGU,
UIR**

(72) Inventor(s):

**Mirgorod Jurij Aleksandrovich (RU),
Emel'janov Sergej Gennad'evich (RU),
Khotynjuk Sergej Sergeevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego
professional'nogo obrazovaniya "Jugo-Zapadnyj
gosudarstvennyj universitet" (JuZGU) (RU)**

(54) MAGNETICALLY CONTROLLED SORBENT TO REMOVE RADIOACTIVE CONTAMINATIONS AND HEAT NEUTRONS

(57) Abstract:

FIELD: power engineering.

SUBSTANCE: invention may be used to eliminate consequences of accidents on nuclear reactors. The magnetically controlled sorbent for removal of radioactive contaminations and heat neutrons contains iron ore concentrate 70-99.9% and neutron absorbers 30-0.1%. Neutron absorbers are selected from the following group: boric acid, gadolinium oxide, gadolinium borate.

EFFECT: invention makes it possible to create a magnetically controlled sorbent capable of absorbing heat neutrons.

1 cl, 1 dwg

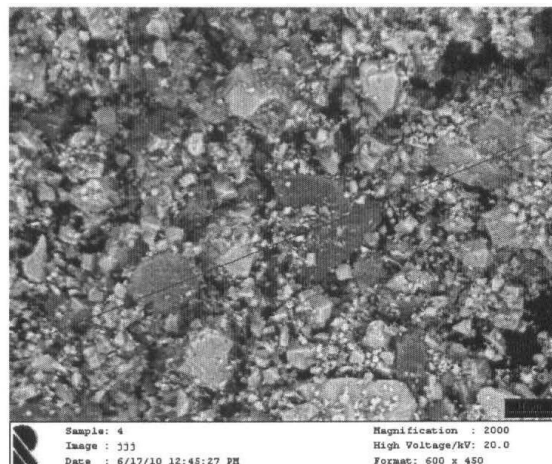


Рис.1

Изобретение относится к области ядерной энергетики. В частности, оно может применяться для ликвидации последствий аварий на ядерных реакторах, очистки труб высоколегированной хромоникелевой стали демонтированного контура охлаждения ядерного реактора, в фильтрах после очистки воздуха от твердых примесей, которые
5 установлены на трактах газоочистки из печи сжигания отходов, содержащих уран. Кроме того, сорбент может применяться для захоронения ядерного реактора.

После взрыва и разгерметизации ядерного реактора, особенно с повреждением тепловыделяющих элементов, необходима быстрая подача поглотителей тепла и
10 тепловых нейтронов в зону разгерметизации. Такими веществами могут быть соединения гадолиния и бора (Поглощающие материалы для регулирования ядерных реакторов. Под ред. Б.Г.Арабея, В.В.Чепкунова, М.: Атомиздат, 1965). Gd-157 имеет наибольшее сечение захвата нейтронов 259000 барн по сравнению с другими поглотителями. В смеси изотопов Gd-157 содержится 16,65%. Изотоп Gd-157 является
15 одним из важнейших выгорающих изотопов гадолиния. Выгорая, он превращается в стабильный изотоп Gd-158. Бор-10 имеет сечение захвата нейтронов 3820 барн. Борная кислота как поглотитель нейтронов привлекает своей дешевизной. Так, стоимость 1 кг H_3BO_3 - 215 руб., а Gd_2O_3 - 7200 руб.

Кроме свойства поглощать тепловые нейтроны, сорбент должен поглощать радиоактивные загрязнения, тепло и легко удаляться из зоны аварии (охлаждения). К решению такой задачи могут быть привлечены магнитные порошки на основе оксидов железа. Известен порошкообразный магнитоуправляемый сорбент для нефти, масел и других углеводородов (патент РФ №2088534). В качестве
25 магнитоуправляемого сорбента в известном способе предлагаются оксиды железа, которые оседают на фильтрах тонкой очистки доменных газов. Смесь сорбента с нефтью становится магнитной и легко удаляется с поверхности воды воздействием магнитного или электромагнитного поля. Известный сорбент может управлять
30 удаляемым веществом (нефтью) только в жидком состоянии, т.е магнитное поле влияет только на жидкую смесь. Кроме того, отходы, полученные из доменных газов, имеют разный состав и не могут применяться для составления композиции с определенными магнитными, тепловыми и поглощающими нейтроны свойствами. Известный сорбент на основе только оксидов железа не обладает способностью к
35 захвату тепловых нейтронов.

Технической задачей изобретения является создание магнитоуправляемого сорбента, обладающего свойствами поглощать тепловые нейтроны.

Решение технической задачи заключается в том, что магнитоуправляемый сорбент
40 для удаления радиоактивных загрязнений и тепловых нейтронов на основе оксидов железа согласно изобретению отличается тем, что содержит концентрат железной руды и поглотители нейтронов в следующем массовом соотношении:

Концентрат железной руды 70-99,9%

Поглотители нейтронов 30-0,1%

Существенным отличием применения ферромагнетков железной руды, как доказано авторами, является тот факт, что порошок чистого магнетита Fe_3O_4 имеет удельную намагниченность насыщения 92 ед/г, а в концентрате, содержащем 63,7%
50 Fe_3O_4 , 3,9% Fe_2O_3 и 32,4% SiO_2 , 150 ед/г. В руде магнитные свойства магнетита увеличены. Концентрат представляет собой черный порошок с широким 0,1-10 мкм распределением частиц по размерам.

На рис 1. представлено распределение частиц концентрата руды по размерам.

Концентрат выпускается Михайловским и Лебединским ГОКаами в больших количествах и свойства порошка стандартизованы.

Поглотители нейтронов выбирают из группы борной кислоты, оксида гадолиния, бората гадолиния. Последние из перечисленных поглотители нейтронов обладают еще и магнитными свойствами, улучшая управление сорбентом. Борная кислота имеет плотность 1,435 г/см³, температуру плавления 170,9°C, растворимость в воде при 25°C 5,74 г/100 мл. Оксид гадолиния Gd_2O_3 представляет собой белые кристаллы, не растворимые в воде. Плотность 7,618 г/см³. Получают, как правило, разложением $\text{Gd}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$, $\text{Gd}(\text{NO}_3)_3$ или других соединений на воздухе, обычно при 800-1000°C.

Оксид гадолиния поглощает углекислоту из воздуха, а при нагревании в воде темнеет, но восстановления не обнаруживает; она гигроскопична и хорошо растворяется в кислотах. При действии аммиака из растворов солей осаждается желатинообразный гидрат гадолиния. Оксид Gd_2O_3 обладает основными свойствами, ему отвечает основание $\text{Gd}(\text{OH})_3$. О свойствах бората гадолиния известно меньше. Только он объединяет в себе магнитные свойства и свойства поглощать нейтроны. Если реактор требуется охладить или необходимо убрать радиоактивное вещество, то сорбент применяют с меньшим содержанием поглотителей нейтронов. При разгерметизации тепловыделяющих элементов используют сорбент с большим содержанием поглотителей нейтронов. Содержание поглотителей нейтронов, с одной стороны, ограничено их ценой, а с другой - применением для конкретного объекта. Ниже приводятся примеры приготовления и применения магнитоуправляемого сорбента.

Пример 1. Готовят сорбент из 30 г оксида гадолиния и 70 г порошка концентрата руды Михайловского ГОК. Смесь тщательно перемешивают, чтобы она полностью прилипла к магниту, покрытому полиэтиленовым пакетом. Перемешивают смесь не магнитными материалами - стеклянной, деревянной, керамической палочкой. К магнитным материалам сорбент прилипает и с трудом отмывается.

Пример 2. Готовят сорбент из 99,9 г порошка концентрата Михайловского ГОКа и 0,1 г порошка борной кислоты. Смесь перемешивают и проверяют на магнитоуправляемость, как в примере 1.

Пример 3. Готовят сорбент из 20 г порошка бората гадолиния и 80 г порошка концентрата руды Михайловского ГОКа. Смесь перемешивают и проверяют на магнитоуправляемость, как в примере 1.

Пример 4. Моделирование удаления Sr-90 с поверхности. Простые манипуляции смешения и переноса радиоактивных загрязнений в реальных условиях передаются роботам или специально защищенным операторам. На струганную доску насыпают 1 г хлорида стронция и смешивают с 10 г адсорбента (99,9% концентрата руды и 0,1% борной кислоты). Перемешивают деревянной палочкой два порошка. Подносят бытовой магнит, покрытый полиэтиленовым пакетом. Весь порошок в результате действия пондеромоторных сил переносится на поверхность полиэтиленового пакета. Пакет с загрязнением снимается в месте захоронения. На очищенной поверхности отсутствуют ионы стронция по реакции с сульфат ионом.

Пример 5. Моделирование удаления радиоактивных органических соединений. Смешивают, как в первом примере, 2 г крахмала и 8 г сорбента и удаляют загрязненный крахмал. Йодная проба на оставшийся крахмал показывает отрицательный результат.

Пример 6. Моделирование удаления радиоактивного источника, заключенного в свинцовый контейнер. Скрученную свинцовую пластинку 12 г засыпают со всех сторон 50 г адсорбента, содержащего 30% борной кислоты. Нагревают до 180°C, т.е.

больше температуры плавления борной кислоты. Свинцовый контейнер остается внутри расплавленной, а затем сцементированной смеси. К полученному «кокону» подносят магнит и переносят контейнер в нужное место.

Пример 7. Моделирование очистки труб водяного охлаждения ядерного реактора.

В нержавеющей трубу помещали смесь веществ, остающихся после отработки труб в ядерном реакторе. 10 г смеси содержали 4,8 г оксида алюминия, 2 г оксида железа(III), 1,5 г оксида кальция, 1,4 г оксида кремния, 0,1 г оксида хрома(IV), 0,2 г оксида никеля (II). Добавляли в трубу 90 г сорбента, содержащего 30% бората калия.

Содержимое трубы перемешивали железным ершом, имитируя чистку трубы. Все ссыпают на пластмассовый поднос и удаляют, как в примере 1.

Пример 8. Моделирование охлаждения ядерного реактора с поврежденным ТВЭлом. 10 г сорбента с 20% Gd_2O_3 , остальное - концентрат руды нагревают на электрической плитке до $100^{\circ}C$, подносят магнит, покрытый стальным кожухом из тонкого листа. Удаляют нагретый сорбент в другое место. Нагревают новую порцию, пропуская один и тот же сорбент через процесс охлаждения-нагрева 5 раз.

Как видно из примеров, манипуляции с сорбентом не требуют сложных процессов управления и могут выполняться простыми роботами. Процессы нагрева и поглощения нейтронов чистыми веществами известного строения могут быть заранее предсказаны простыми инженерными расчетами.

Формула изобретения

1. Магнитоуправляемый сорбент для удаления радиоактивных загрязнений и тепловых нейтронов на основе оксидов железа, отличающийся тем, что сорбент содержит концентрат железной руды и поглотители нейтронов в следующем массовом соотношении, %:

Концентрат железной руды 70-99,9

Поглотители нейтронов 30-0,1

2. Сорбент по п.1, отличающийся тем, что поглотители нейтронов выбирают из группы: борная кислота, оксид гадолиния, борат гадолиния.