



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 059 306** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК⁶ **G 21 F 9/02**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 4939696/25, 28.05.1991

(46) Дата публикации: 27.04.1996

(56) Ссылки: 1. Nuclear Engineering Int, 1988, v.33, N 404, 34-35. 2. Nuclear Engineering Int., 1988, v.33, N 404, 36-37. 3. Заявка Японии N 61-30239B, кл. G 21F 9/02, 1983.

(71) Заявитель:

Свердловский научно-исследовательский институт химического машиностроения

(72) Изобретатель: Бабенко Е.А.,

Дулупов Ю.Н., Глушко В.В., Гостинин Г.И., Шарыгин Л.М., Штин А.П., Мурашкевич Ф.И., Третьяков С.Я.

(73) Патентообладатель:

Свердловский научно-исследовательский институт химического машиностроения

(54) ФИЛЬТР ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ АВАРИИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

(57) Реферат:

Использование: очистка газообразных продуктов аварии ядерных реакторов от радиоактивных веществ, в частности от радиоактивных аэрозолей и летучих форм радиоактивного йода, в том числе и от ограниченных летучих соединений йода. Сущность изобретения: конструкция фильтра представляет собой теплоизолированный корпус с штуцерами входа и выхода очищаемой газообразной среды, внутри которого установлены перфорированные перегородки с размещенными на них слоями фильтрующего адсорбирующего материала с

уменьшающимся размером гранул в каждом последующем слое по ходу движения очищаемой среды, причем в первом слое фильтрующего адсорбирующего материала находится катализатор для сжигания водорода, размер гранул первого слоя составляет 2-4 мм, последнего слоя- 50-200 мкм, величина фильтрующей поверхности последнего слоя больше величины фильтрующей поверхности первого слоя в 1,5-3 раза, а в качестве фильтрующего адсорбирующего материала используют термостойкий и влагостойкий сорбент на основе двуокиси титана. 1 ил.

RU 2 0 5 9 3 0 6 C 1

RU 2 0 5 9 3 0 6 C 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 059 306** ⁽¹³⁾ **C1**
(51) Int. Cl.⁶ **G 21 F 9/02**

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 4939696/25, 28.05.1991

(46) Date of publication: 27.04.1996

(71) Applicant:
Sverdlovskij nauchno-issledovatel'skij
institut khimicheskogo mashinostroenija

(72) Inventor: Babenko E.A.,
Dulepov Ju.N., Glushko V.V., Gostinin
G.I., Sharygin L.M., Shtin A.P., Murashkevich
F.I., Tret'jakov S.Ja.

(73) Proprietor:
Sverdlovskij nauchno-issledovatel'skij
institut khimicheskogo mashinostroenija

(54) **FILTER CLEANING GASEOUS PRODUCTS OF BREAKDOWN AT ATOMIC POWER PLANT**

(57) Abstract:

FIELD: atomic power engineering.
SUBSTANCE: filter is designed in particular for cleaning of gaseous products from radioactive aerosols and volatile forms of radioactive iodine and from organic volatile compositions of iodine. Filter is composed of heat insulation case with inlet and outlet unions of cleaned gaseous atmosphere inside which perforated partitions are installed which carry layers of filtering adsorbing material with diminishing size of

granules in each subsequent layer in way of movement of gaseous products. First layer of filtering adsorbing material includes catalyst to burn hydrogen. Size of granules of first layer is 2.0-4.0 mm and of the last layer 50.0-200.0 mkm. Value of filtering surface of last layer exceeds that of surface of first layer by 1.5-3 times. Thermally stable and moisture resistant sorbent based on titanium dioxide is used as filtering adsorbing material. EFFECT: enhanced cleaning efficiency. 1 dwg

RU 2 0 5 9 3 0 6 C 1

RU 2 0 5 9 3 0 6 C 1

Изобретение относится к устройствам, которые используются в системах для очистки газообразных продуктов аварии ядерных реакторов от радиоактивных веществ, в частности для очистки парогазовой среды, сбрасываемой из-под защитной оболочки реактора (контайнмента) с целью предотвращения выбросов радиоактивных веществ через неплотности оболочки сверх допустимого значения при запроектных авариях с расплавлением активной зоны (топлива) реактора.

Известна система Filtra-MVSS, разработанная двумя шведскими фирмами, предназначенная для фильтрации парогазовой смеси с расходом до 13 кг/с с коэффициентом очистки от 500 до 10000 [1] Устройство представляет собой сосуд (скруббер) объемом около 400 м³, внутри которого установлено множество труб Вентури и налито 270 м³ водного раствора тиосульфата натрия, стабилизированного до pH 10 добавкой соды. На выходе из скруббера в качестве второй ступени установлен гравийный фильтр. Парогазовая смесь пропускается через трубы Вентури, которые размещены под уровнем раствора, и очищается от аэрозолей и молекулярного йода.

Однако это устройство не чистит от органической формы йода (йодистого метила). Кроме того, оно отличается высокой стоимостью из-за сложности конструкции.

Фирмой Siemens (ФРГ) разработана система Multiventuri Skrubber-Aerosol Filter Combination [2] Это устройство включает скруббер с трубами Вентури и фильтровальный слой из металлического волокна. Благодаря этому коэффициент очистки по аэрозолям увеличился до 10000, а по молекулярному йоду составляет 100. Диаметр устройства 5,0 м, высота около 12 м, производительность 13,5 кг/с.

Недостатками устройства являются невысокая эффективность из-за низкой степени очистки от органической формы йода (\cong 5%), количество которого составляет до 20% от всех газообразных форм, а также относительно большая стоимость вследствие больших габаритов.

Первое работающее устройство для очистки аварийных выбросов из контайнмента было построено на АЭС Barseback в Швеции. Здесь использован гравийный фильтр из железобетона диаметром 20 м, высотой 40 м и объемом 10000 м³. В него загружено 15000 т кварцевого гравия с размером гранул 25-35 мм. Коэффициент очистки, включая и молекулярный йод, составляет 1000.

Однако данное устройство не обеспечивает очистку от органической формы йода и отличается высокой стоимостью конструкции.

Наиболее близким к изобретению является фильтр для адсорбирования йода из отработанных радиоактивных газов [3] представляющий собой корпус с штуцерами входа и выхода рабочей среды. Внутри корпуса установлены перфорированные перегородки. На перегородках размещены слои фильтрующего материала цеолита, произвольного гранулометрического состава. Для поддержания температуры фильтрующего материала в корпусе фильтра установлены нагреватели.

Недостатками данного фильтра являются потенциальная взрывоопасность фильтра, низкая эффективность работы по причине практически полного проскока органической формы йода через цеолит, а также из-за пыления в процессе фильтрации, что связано с низкой механической прочностью цеолита. Кроме того, цеолит неприменим для очистки газов с высоким содержанием влаги, что характерно для аварийных сбросов АЭС.

Использование в фильтре фильтрующего материала цеолита произвольного гранулометрического состава снижает надежность и срок службы фильтра из-за возможной забивки аэрозолями.

Преимуществами изобретения по сравнению с прототипом являются более высокая эффективность работы фильтра за счет обеспечения очистки парогазовой радиоактивной смеси от летучей органической формы йода (йодистого метила), увеличение срока работы фильтра за счет предотвращения забивки гранул адсорбента частицами аэрозолей, а также возможность использования фильтра для очистки парогазовых радиоактивных сред, имеющих в своем составе аэрозоли различной дисперсности и высокое содержание влаги. Кроме того, к преимуществам фильтра для очистки газообразных продуктов аварии АЭС относится также снижение уровня водородной взрывоопасности работы фильтра.

Указанные преимущества обеспечиваются за счет того, что в фильтре, включающем корпус с штуцерами для входа и выхода рабочей среды, установлены перфорированные перегородки, с помощью которых размещен и зафиксирован насыпной фильтрующий материал, представляющий собой термостойкий высокоактивный по отношению к газообразным формам йода и влагостойкий сорбент на основе двуокиси титана, причем этот сорбент в фильтре размещен не менее чем в два слоя и гранулы сорбента в каждом последующем по ходу среды слое мельче, чем в предыдущем, причем последний по ходу среды слой сорбента имеет фильтрующую поверхность в 1,5-3 раза больше, чем аналогичная поверхность других слоев.

Для того, чтобы повысить эффективность фильтра по улавливанию газообразных форм йода, путем исключения конденсации пара и повышения температуры процесса, он снабжен нагревателями и теплоизоляцией.

В составе парогазовой среды, удаляемой из контайнмента, возможно наличие водорода, поэтому при конденсации пара может образоваться взрывоопасная концентрация водорода. Учитывая, что повышение температуры увеличивает эффективность улавливания газообразных форм йода, а при каталитических реакциях улучшаются условия осаждения аэрозолей, в первом по ходу среды слое сорбента размещен катализатор для сжигания (рекомбинации) водорода.

По имеющимся проработкам фильтр, в котором будут использованы все указанные выше конструктивные элементы, удовлетворит требованиям АЭС повышенной безопасности с реактором ВВЭР-1000 и при производительности до 20 кг/с обеспечивает коэффициент очистки от аэрозолей и

газообразных форм иода, включая и иодистый метил от 1000 до 10000.

На чертеже показан фильтр для очистки газообразных продуктов аварии на АЭС в разрезе.

Фильтр содержит корпус 1 с штуцером 2 для входа рабочей среды и штуцером 3 для выхода рабочей среды. Внутри корпуса установлены перегородки 4 с отверстиями для прохода рабочей среды. На перегородках 4 размещен и зафиксирован насыпной фильтрующий материал 5. В качестве насыпного фильтрующего материала 5 применен высокоактивный по отношению к газообразным формам иода термостойкий и влагостойкий сорбент на основе двуокиси титана. Сорбент в фильтре размещен не менее чем в два слоя и гранулы в каждом последующем слое мельче, чем в предыдущем. Последний по ходу среды слой сорбента 6 с толщиной 10-40 мм из гранул размером 50-200 мкм для увеличения поверхности фильтрации размещен в фильтрующих элементах 7, выполненных в виде стаканов, боковая поверхность которых выполнена из двух соосно расположенных перегородок с отверстиями.

Между перегородками размещен слой сорбента 6. За счет этого фильтрующая поверхность становится в 1,5-3 раза больше, чем аналогичная поверхность других слоев. Внутри корпуса 1, до и после фильтрующих элементов установлены нагреватели 8, а наружная поверхность корпуса покрыта теплоизоляцией 9. В первом по ходу среды слое фильтрующего материала 5 размещен катализатор 10 для сжигания водорода.

Фильтр работает следующим образом.

При нормальной эксплуатации АЭС фильтр отключен от защитной оболочки реактора и находится в постоянной готовности в режиме ожидания. При аварии, сопровождающейся плавлением активной зоны (топлива) реактора, в защитной оболочке поднимается давление до опасной величины и фильтр подключается к защитной оболочке и вентиляционной трубе с помощью разрывных мембран или запорных устройств (не показаны).

Парогазовая смесь поступает через штуцер 2 в фильтр, последовательно фильтруется через насыпной фильтрующий материал 5, слой сорбента 6 и очищенная от радиоактивных примесей смесь сбрасывается через штуцер 3 и вентиляционную трубу в атмосферу. Газообразные формы иода сорбируются в порах сорбента, а аэрозоли осаждаются на его поверхности.

Количество слоев сорбента, толщина каждого слоя и размеры гранул принимаются исходя из размеров и количества частиц аэрозоля.

Благодаря тому, что в каждом последующем слое сорбента гранулы мельче, чем в предыдущем, в первых по ходу среды слоях преимущественно удерживаются более крупные частицы аэрозоля, а на последующие слои поступают более мелкие частицы и в меньшем количестве. Самые мелкие частицы удерживаются в последнем слое сорбента 6, размещенном в фильтрующих элементах 7, где используются самые мелкие фракции сорбента и скорость фильтрации существенно меньше, чем в других слоях.

Размер гранул в первом по ходу среды слое сорбента зависит от природы и размеров частиц аэрозоля и выбирается таким образом, чтобы в этом слое не образовался прочный автофильтрующий слой из частиц аэрозоля, из-за которого может произойти забивание фильтра.

Так, например, опытным путем установлено, что для эффективной очистки и предотвращения забивания фильтра для аэрозолей с твердыми частицами среднего размера 0,4-0,7 мкм размер гранул в первом по ходу среды слое сорбента должен составлять 4-2 мм.

Таким образом, при относительно небольшом размере фильтра и количестве сорбента обеспечивается эффективная очистка от всех видов радиоактивных загрязнений, включая органическую форму иода и мелкие частицы, а также предотвращается забивка фильтра, при этом обеспечивается достижение всех ранее перечисленных преимуществ фильтра по сравнению с прототипом.

В режиме нормальной эксплуатации АЭС с помощью нагревателей 8 и теплоизоляции 9 обеспечивается температура сорбента на 20-30°C, выше, чем температура насыщения паров воды в защитной оболочке в момент его включения. При этом исключается конденсация пара на сорбенте и в корпусе фильтра, что приводит к увеличению активности сорбента по отношению к газообразным формам иода.

Благодаря размещению в первом слое сорбента катализатора для сжигания водорода, существенно повышается температура фильтра, что способствует увеличению активности сорбента по отношению к газообразным формам иода и увеличивает эффективность улавливания аэрозолей вследствие разности температуры между катализатором и газовым потоком, а также снижает водородную взрывоопасность.

На основании проведенных исследований и расчетов ожидается, что выполненный согласно изобретению фильтр диаметром 4,5 м и высотой 5,5 м удовлетворит всем требованиям АЭС с энергоблоком ВВЭР-1000 и обеспечит коэффициент очистки не менее 1000 при расходе среды до 20 кг/с (70 т/ч).

Формула изобретения:

ФИЛЬТР ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ АВАРИИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ, включающий теплоизолированный корпус со штуцерами для входа и выхода очищаемой газообразной радиоактивной среды, установленные внутри корпуса перфорированные перегородки с размещенными на них слоями гранулированного фильтрующего адсорбирующего материала, а также нагревательные элементы, отличающийся тем, что в качестве гранулированного фильтрующего адсорбирующего материала использован термостойкий и влагостойкий сорбент на основе двуокиси титана с уменьшающимся размером гранул в каждом последующем слое, расположенном по ходу движения очищаемой газообразной радиоактивной среды, причем в первом по ходу движения очищаемой газообразной радиоактивной среды слое расположен катализатор для сжигания водорода, размер гранул первого слоя составляет 2-4 мм,

последнего слоя 50 200 мкм, а величина фильтрующей поверхности последнего слоя

больше величины фильтрующей поверхности первого слоя в 1,5 - 3,0 раза.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

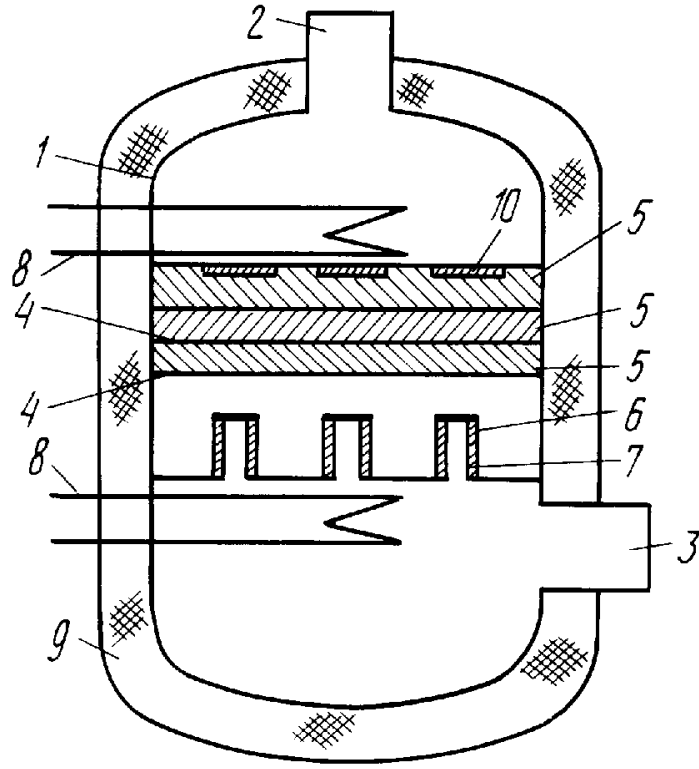
60

-5-

RU 2059306 C1

RU 2059306 C1

RU 2059306 C1



RU 2059306 C1